



3-1-1999

The Compound Muscle Action Potential Dispersion Phenomenon in Normal Young Chinese Population

Chung-Lan Kao

Rai-Chi Chan

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



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

Recommended Citation

Kao, Chung-Lan and Chan, Rai-Chi (1999) "The Compound Muscle Action Potential Dispersion Phenomenon in Normal Young Chinese Population," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 27: Iss. 1, Article 3.

DOI: <https://doi.org/10.6315/3005-3846.2062>

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol27/iss1/3>

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.

青年人上肢複合肌肉動作電位的擴散情形

高崇蘭 *詹瑞棋

台北榮民總醫院復健醫學部 *國立陽明大學醫學系復健醫學科

本文的目的是定出國人正常青年人上肢複合肌肉動作電位波型之正常值及其擴散情形。共有三十位男性青年志願者接受測試，年齡介於二十五至三十五歲之間，以正中神經及尺神經為測試部位，分別於雙手之腕、肘下、及腋下做超大電量刺激，並記錄其負相振幅、間期及表面積，以比較不同刺激位置對於複合肌肉動作電位各項參數的影響。結果顯示正中神經腕至肘下之負相間期，振幅及表面積之擴散百分比分別為 2.89%，5.12%，7.68%；腕至腋下各項參數之擴散百分比分別為 6.99%，4.46%，1.98%。尺神經腕至肘下各項參數之擴散百分比分別為 1.34%，6.96%，8.30%；腕至腋下各項參數之擴散百分比分別為 3.98%，14.66%，13.66%。除在腕至腋下刺激所記錄之尺神經複合肌肉動作電位的振幅有統計學上的差異之外，其餘均無顯著差異。本研究結論為正常青年人上肢複合肌肉動作電位之波型，會有愈靠近身體近端，振幅愈小，而間期愈長，且負向表面積愈小的情形。本文並且定出特定年齡層之青年人上肢複合肌肉誘發電位振幅、間期及負向表面積的正常範圍及擴散比率，以作為臨床醫師日後檢查時的參考依據。（中華復健醫誌 1999; 27(1): 15 - 21）

關鍵詞：複合肌肉動作電位 (compound muscle action potential)，擴散 (temporal dispersion)

前 言

在正常人身上用超大電量在同一條神經的不同部位刺激，因刺激位置和記錄電極的距離不同，會得到相似的動作電位波型。這就是複合肌肉動作電位(CMAP)的特性。複合肌肉動作電位是由許多單一動作電位(MUAP)所組合而成。每一條神經都包含有不同傳導速度的神經纖維，在神經傳導速度檢查中所謂的遠端潛期 (distal latency)，即是對最快速神經纖維速度的測量。當神經受到刺激時，因每一條神經纖維的傳導速度不同，慢速神經纖維的脈衝會落在快速神經纖維的脈衝之後。而這種現象，會因為刺激位置距離記錄電極愈遠，而愈發顯著。因此在同一條神經做電刺激，刺激位置愈靠近身體近端，所記錄到之複合肌肉誘發電位波形的振幅愈小，間期愈長。這就是所謂的擴散 (temporal dispersion)^[1]。Dumitru^[2] 對擴散的定義為：

在刺激點和記錄電極之間，不同傳導速度的神經纖維同時被激發後所造成的不一致反應。

對於正常人擴散比率的統計，Brown & Feasby^[3] 在1993年針對三十位年齡介於二十至六十歲的人計算出尺神經複合肌肉動作電位振幅的最大擴散比率為：腕至肘為小於10%，腕至Erb's point 小於20%。同樣是針對尺神經的研究，Olney^[4] 得到振幅及表面積的最大擴散統計值為：腕至肘上小於19%。Lewis & Sumner^[5] 計算出三十位未知年齡層的人，其尺神經及正中神經之擴散比率皆為10%。但這些文獻只提供擴散比率，並未提供不同神經之複合肌肉動作電位各參數的正常值。而且當時由於電腦科技不發達，複合肌肉動作電位之記錄參數，也只限於振幅及間期。但現在表面積之記錄已是常規參數之一，而表面積與振幅之密切相關性，亦在文獻中不斷的被提及^[6-8]，故很值得針對生理性擴散現象造成表面積改變的影響，作進一步的探討。目前並沒有國人各項參數正常值的相關

投稿日期：87年11月10日 修改日期：88年12月28日 接受日期：88年2月20日

抽印本索取地址：詹瑞棋，台北榮民總醫院復健醫學部，台北市石牌路二段201號

電話：(02) 28757363 傳真：(02) 28757359

資料。本研究的目的主要在定出國內青年人上肢短外展拇肌(abductor pollicis brevis)及外展小指肌(abductor digiti quinti) 複合肌肉動作電位各項參數的正常值，以及在常規檢查中於不同部位電刺激所造成的生理性擴散情形，以作為臨床醫師檢查時的參考依據。

材料與方法

一、研究對象

共有三十名男性志願者接受測試，因左右手的相關性很高^[9]，因此每一志願者只有一手接受測試。受試者平均年齡介於二十五至三十五歲之間，所有受試者均無上肢神經損傷、神經根或全身性神經損傷的病史或病徵。

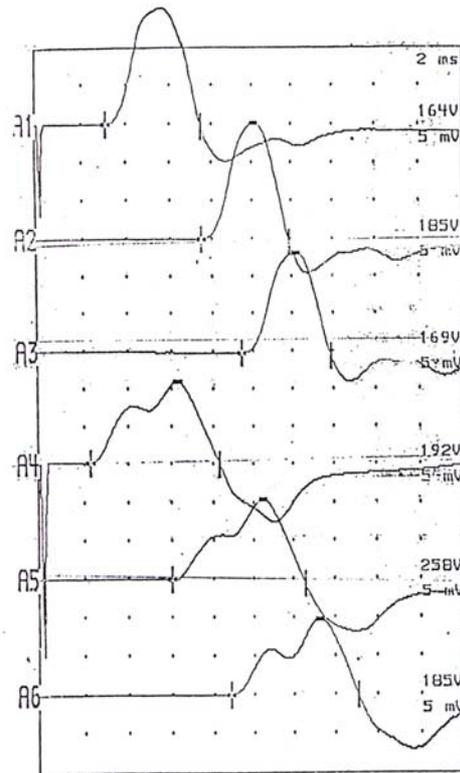
二、儀器設備及研究方法

記錄儀器使用 Nicolet Viking Ile 八頻道肌電圖儀，內設有自動電腦判讀及分析功能，程式經修改後可直接判讀出該複合肌肉動作電位之振幅、間期及表面積等參數。各項參數設定的自動判讀標準如下：振幅為基線到最高負相波間的電位差；間期的定義為負向電波之波型與基線的兩個轉折處間的時距。在操作者確定振幅及間期的數值後，電腦即自動量出該複合肌肉動作電位所涵括的圖形之負相表面積。頻率過濾範圍為 2Hz 到 10KH，刺激時間為 0.1 ms，敏感度為 5mV。

以正中神經和尺神經為測試部位，使用標準銀鉻盤式表面電極，直徑 10mm。正中神經的記錄位置在短外展拇肌，尺神經的記錄位置在外展小指肌。受試者舒適的仰躺於檢查台，肌肉放鬆，手掌朝上置於身旁。標準銀鉻盤式記錄電極在測試正中神經時貼於短外展拇肌肌腹，參考電極貼於短外展拇肌肌腱處；在測試尺神經時貼於外展小指肌肌腹，參考電極則貼於外展小指肌肌腱處，地線貼在手臂處。以超大電量刺激(supramaximal stimulation)，分別在腕、肘下、及腋下得到短外展拇肌和外展小指肌最大的複合肌肉動作電位值。以 Nicolet Viking Ile 記錄各複合肌肉動作電位反應。正中神經腕部的刺激位置為手腕第二皺摺處，肘下刺激點為手肘皺摺下，即為一般常規檢查正中神經之刺激位置。兩點平均距離為 244.85mm。因正中神經與尺神經在肘上的解剖位置相近，稍有不慎，很容易刺激到尺神經。正中神經之腋下刺激點位於上臂內側靠腹側端，得到與腕部、肘下複合肌肉動作電位波形相似者即是。肘下與腋下平均距離為

142.29mm。刺激尺神經時使用標準測試方法^[4,10]：平躺，手臂與軀幹呈四十五度角，手肘伸直。尺神經腕部及肘下刺激點平均距離為 247.52mm；肘下與腋下刺激點相距 100mm。其中一名受試者之尺神經經肘傳導速度小於肘下傳導速度 10m/s 以上，被懷疑有潛在性的肘溝症候群而排拒在此研究外，因此總共有三十條正中神經及二十九條尺神經接受測試。

室溫維持在攝氏二十四度，上臂體溫三十三至三十六度，短外展拇肌及外展小指肌溫度三十二至三十六度。每一位受試者之上臂及手部各部位體溫均以體表溫度計及紅外線繪溫儀兩種儀器來測量體表溫度；若體溫落在此範圍之外，則以溫水或冰袋敷在欲改變體溫的部位，再次以兩種儀器重複檢查確認後，才開始進行傳導速度檢查。負相間期、振幅及表面積^[4,6,11-18]由機器自動訂出，所得波形如圖 1。



刺激位置

- | | |
|-----------|-----------|
| A1 正中神經腕部 | A2 正中神經肘下 |
| A3 正中神經腋下 | A4 尺神經腕部 |
| A5 尺神經肘下 | A6 尺神經腋下 |

圖 1. 正中神經及尺神經在腕、肘下及腋下作超大電量刺激之複合肌肉動作電位波形

三、資料統計

以 SPSS for windows 所採用之資料分析方法

(一)用敘述性統計方法求出各刺激點之複合肌肉動作電位各項參數之平均值、標準差及擴散百分比。

所有資料均以平均值 \pm 標準差來表示。

擴散百分比皆以腕部做基準點^[11]，計算公式^[12]如下：

振 幅：遠端刺激點振幅 - 近端刺激點振幅 / 遠端刺激點振幅 $\times 100\%$

表面積：遠端刺激點表面積 - 近端刺激點表面積 / 遠端刺激點表面積 $\times 100\%$

間 期：近端刺激點間期 - 遠端刺激點間期 / 近端刺激點間期 $\times 100\%$

(二)以配對 t 檢定分別比較正中神經及尺神經複合肌肉動作電位中各項參數於各刺激點間的差異性。P < 0.05 表示有意義。

結 果

於腕、肘下與腋下分別刺激正中神經及尺神經所得到的複合肌肉動作電位，其各項參數之範圍數值如表 1、2，擴散百分比如表 3、4。

結果顯示無論在正中神經或尺神經，在身體近側端刺激位置所得到的複合肌肉動作電位，其負相振幅及表面積都較身體遠端所得到的數值為低 (圖 2、3)；

表 1. 正中神經各項參數之正常值

(N=31)	腕	肘下	腋下
負相間期(ms) *	5.92 \pm 1.03	6.09 \pm 1.12	6.36 \pm 1.03
負相振幅(uV) *	15252 \pm 3704	14471 \pm 3818	14571 \pm 3432
負相表面積 (uV.ms)*	47937 \pm 14598	44255 \pm 14584	46990 \pm 14242

*mean \pm SD

表 2. 尺神經各項參數之正常值

(N=30)	腕	肘下	腋下
負相間期(ms)*	6.70 \pm 0.77	6.79 \pm 0.85	6.98 \pm 0.80
負相振幅(uV)*	12718 \pm 3555	11833 \pm 3183	10854 \pm 3076
負相表面積 (uV.ms)*	43495 \pm 10212	39885 \pm 8469	37553 \pm 8878

* mean \pm SD

負相間期：負相電波之波型與基線的兩個轉折處間的時距

負相振幅：基線到最高負相波間的電位差

負相表面積：負相間期與負相振幅的乘積

而負相間期，則是明顯的愈靠近身體近端，數值愈大 (圖 4)；顯示上肢神經之複合肌肉動作電位有明顯的擴散情形。但在各項參數以 t 檢定的比較中，除尺神經腕部及腋下的負相振幅有顯著的統計差異外 (P < 0.05)，其餘均無統計學的差異。

討 論

根據相位抵消 (phase cancellation)^[1,2] 的理論：在身體遠端作電刺激時，刺激位置距記錄位置較近，不同傳導速度神經纖維之反應波形會有加成的效果，造成身體遠側端刺激點波形振幅的加大。當刺激點距離記錄位置較遠時，快速與慢速神經纖維因傳導速度不同，在正相振幅與負相振幅間會有相互削減的作用，所以近端刺激點反應波形的振幅較小。這種相位抵消的現象，在複合肌肉動作電位及感覺神經誘發電位(SNAP)都可以觀察到；而且以感覺神經誘發電位的表現較明顯。據統計，感覺神經誘發電位在近端刺激點與遠端刺激點的振幅會有高達 50% 的降低程度^[1]。相位抵消的現象也會因為距離的增加而愈發顯著；Taylor^[11] 及 Weber^[12] 已證實脛神經 (tibial nerve) 及腓神經(peroneal nerve)的振幅下降情形較身體上其他的神經來得明顯，顯示神經長度愈長，振幅和表面積的降低程度愈高。

表 3. 正中神經各項參數之擴散百分比

	負相間期	負相振幅	負相表面積
腕至肘下	2.89%	- 5.12%	- 7.68%
腕至腋下	6.99%	- 4.46%	- 1.98%

表 4. 尺神經各項參數之擴散百分比

	負相間期	負相振幅	負相表面積
腕至肘下	1.34%	- 6.96%	- 8.30%
腕至腋下	3.98%	- 14.66%*	- 13.66%

* P < 0.05

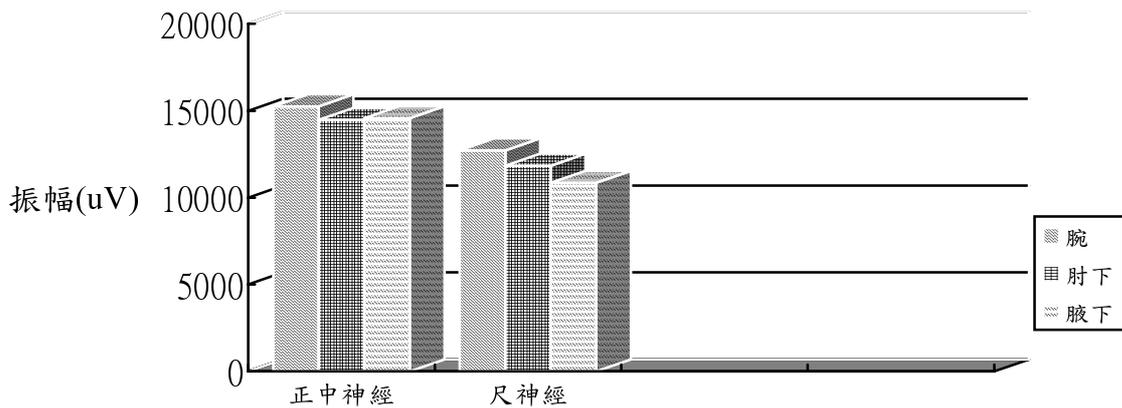


圖 2. 正中神經及尺神經在腕、肘下及腋下刺激點之負相振幅

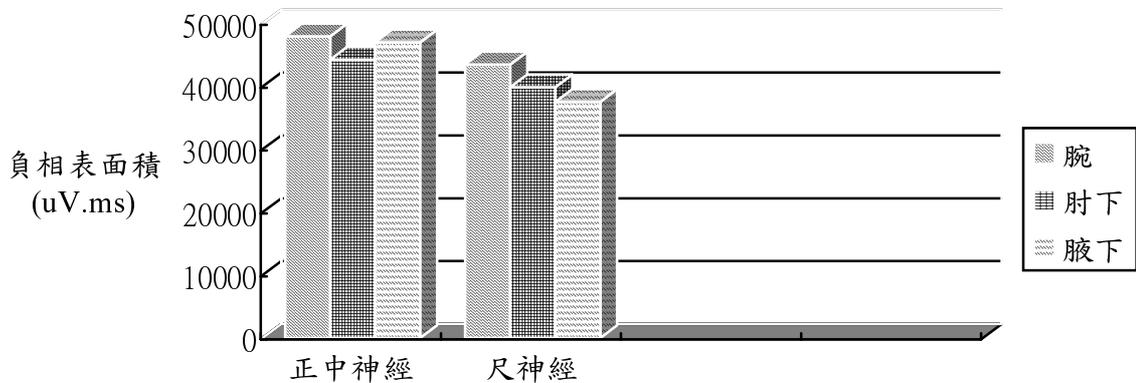


圖 3. 正中神經及尺神經在腕、肘下及腋下刺激點之負相表面積

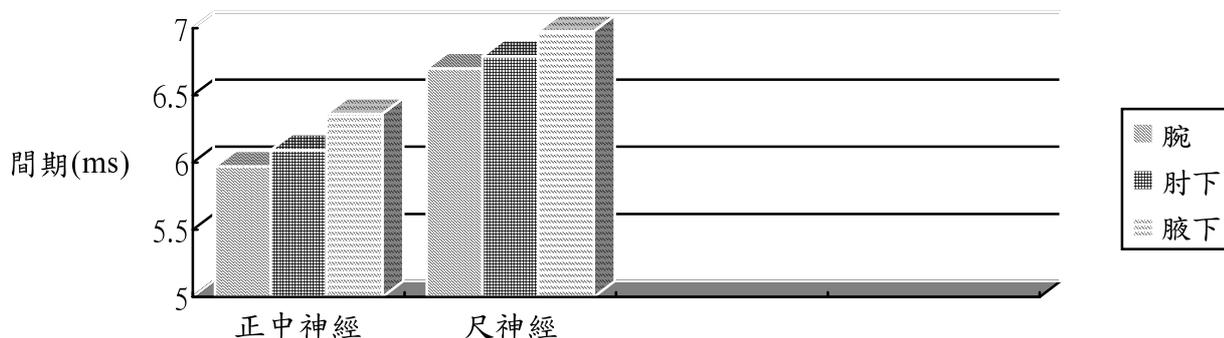


圖 4. 正中神經及尺神經在腕、肘下及腋下刺激點之負相間期

本文的研究結果顯示尺神經腕至肘下負相振幅的擴散比率為 6.96%；腕至腋下為 14.66%，符合先前文獻^[3] 所提出腕至肘下 < 10%；腕至腋下 < 20% 的統計結果。而 Olney^[4]比較尺神經腕與肘上刺激點的結果顯示負相振幅及表面積的正常擴散比率為 < 19%，亦和本篇研究結果相符合。

本研究另一項重要目的為區辨生理性擴散現象及周邊神經病變。過去的許多文獻對於如何鑑別診斷生理性的擴散與傳導阻斷有諸多的探討。傳導阻斷與周邊神經病變有關，雖然是可逆性的疾病，但其影響可達數月至數年之久。周邊神經病變患者在作神經傳導速度檢查時會有傳導阻斷(conduction block) 或不正常的擴散(abnormal temporal dispersion)現象。其複合肌肉動作電位的負相振幅，在經過有病變的部位時會有離記錄位置愈遠而愈降低的情形。傳導阻斷的定義為：在負相間期 (negative- peak duration) 相差小於 15% 的情形下，負相振幅及表面積有大於 20% 的差異^[3]。Weber^[12]的定義更嚴謹，負相振幅在傳導阻斷要有大於 50% 的差異，而大於 30%，則為不正常的擴散。先前有文獻證明對於壓迫性病變，表面積的評量比振幅可靠^[15]。雖然表面積在性別及年齡層上沒有差異，但是當有病變侵犯到軸突或運動神經元時，受損的運動神經元電位波表面積會減少，使複合肌肉動作電位的電波表面積減少^[6]。又因為每一動作電位傳導速度不一，壓迫性神經病變(compression neuropathy)或傳導阻斷會先影響大的神經纖維^[17]，而振幅和負相表面積多半由較大且傳導較快的神經纖維所支配。因此負相表面積的降低，較適用於診斷此類疾病。生理性的擴散對負相表面積的影響，應屬可忽略的範圍^[4,19,20]。本研究各負相表面積的比較結果並無顯著差異，可支持此論

點。

本研究之各項參數均以負相部份為主，因為它代表去極化的部份；且負相振幅與間期定位容易，即使有病變的個體都能簡單的定位出，因此是目前最常被採用的測量方式^[12]。先前的文獻已證實負相表面積與正負都計算之全表面積有相當穩定的比例關係^[7,17]。而振幅和表面積，因兩者的構成因素與肌肉內肌纖維的多寡及大小都有關，所以振幅和表面積實際上是密切相關的^[6-9]。本研究的正中神經和尺神經負相表面積和振幅有明顯的相關性可證實此論點。

在差異性的探討方面，本研究為求嚴謹，分別比較各刺激點中各項參數的差異性。結果發現除尺神經腕部及腋下的負相振幅有顯著的差異外，其餘均無統計學上的差異。按正常情形推論，在沒有擴散情況下，同一神經內各項參數之間比較應無差異性存在，因同一神經之複合肌肉動作電位波形應完全相同；若有差異，顯示此電位波形已落在正常範圍之外。本研究中尺神經之振幅擴散比率比正中神經大，可能原因如下：

- (一)數據顯示正中神經腕至腋下之振幅擴散比率為 4.46%，而尺神經則為 14.66%，是為前者的三倍強。但在間期的擴散比較上，尺神經只有正中神經的一半。可能因尺神經經過肘部，距離較長且肘溝部位腔室狹窄，容易產生潛在性的髓鞘壓迫所造成。
- (二)尺神經在腋下的走向位於正中神經之後，位置較深，即使使用超大電量也不見得能得到最大的電波反應。可能因此而造成尺神經在腋下刺激點所得到的負相振幅有較程度的擴散情形。
- (三)根據一及二的結論，可以推論出若是能將各刺激點做確實的定位，在探討擴散比率時，負相振幅及間

期應該是比較具代表性的參數。因表面積是間期和振幅之乘積，包括了所有不同傳導速度的神經纖維軸突，所得的結果是"面"的考慮。而擴散的意義，旨在討論各不同傳導速度神經纖維之間的關係。雖然表面積在靠近身體近端的刺激點處會有小幅下降的傾向，但意義不大。在探討傳導阻斷時，表面積才顯出重要性^[13]。

本研究提供了國人特定年齡層之青年人上肢複合肌肉動作電位負相振幅，間期和表面積的正常值及擴散比率，可供臨床醫師參考。至於年齡的改變對於擴散比率值的影響，將於日後做進一步的探討。臨床醫師們也必須精進自我的技術，以求在刺激位置及電量的控制上達到更精準的地步，以免在判讀結果時有所偏差，造成難以彌補的缺憾。

參考文獻

1. Kimura J. *Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and muscle*. 2nd ed. Philadelphia: Davis; 1981. p.149-53.
2. Dumitru D. *Electrodiagnostic medicine*. 1st ed. Philadelphia: Mosby; 1995.p.41-2.
3. Brown WF, Feasby TE. Conduction block and denervation in Guillain-Barre polyneuropathy. *Brain* 1984;107:219-39.
4. Olney RK, Budingen HJ, Miller RG. The effect of temporal dispersion on compound action potential area in human peripheral nerve. *Muscle Nerve* 1987;10: 728-33.
5. Lewis RA, Sumner AJ. The electrodiagnostic distinctions between chronic familial and acquired demyelinating neuropathies. *Neurology* 1982;32:592-6.
6. 詹瑞棋、徐道昌：複合肌肉動作電位判讀之新參數－表面積。中華醫學雜誌 1989;43:285-91。
7. 詹瑞棋、徐道昌：正常人外展小指肌運動單元數目之生理估測。中華醫學雜誌 1987;40:231-8。
8. 劉憶平、詹瑞棋、徐道昌：正常人之最大肌肉與超大電量刺激肌肉反應圖形之關係。復健醫學雜誌 1985;13:6-12。
9. Taylor PK. Non-linear effects of age on nerve conduction in adults. *J Neurol Sci* 1984;66:223-34.
10. Miller RG. The cubital tunnel syndrome: Diagnosis and precise localization. *Ann Neurol* 1979;6:56-9.
11. Taylor PK. CMAP dispersion, amplitude decay, and area decay in a normal population. *Muscle Nerve* 1993;16:1181-7.
12. Weber F. Conduction block and abnormal temporal dispersion – diagnostic criteria. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1997;37:305-9.
13. Oh SJ, Kim DE, Kuruoglu HR. What is the best diagnostic index of conduction block and temporal dispersion. *Muscle Nerve* 1994;17:489-93.
14. van Dijk JG, van der Kamp W, van Hilten BJ, et al. Influence of recording site on CMAP amplitude and on its variation over a length of nerve. *Muscle Nerve* 1994;17:1286-92.
15. Olney RK, Miller RG. Conduction block in compression neuropathy: recognition and quantification. *Muscle Nerve* 1984;7:662-7.
16. Kimura J, Machida M, Ishida T, et al. Relation between size of compound sensory or muscle action potentials, and length of nerve segment. *Neurology* 1986;36:647-52.
17. Olney RK. Compound action potential analysis: negative phase or total waveform. *Muscle Nerve* 1984;7:568 (abstract).
18. Gans BM. M-response quantification: a technique. *Arch Phys Med Rehabil* 1981;62:376-80.
19. Cornblath DR, Sumner AJ, Daube J, et al. Conduction block in clinical practice. *Muscle Nerve* 1991;14:869-71.
20. Olney RK. Pseudo-conduction block in normal nerves. *Muscle Nerve* 1983;6:530 (abstract).

The Compound Muscle Action Potential Dispersion Phenomenon in Normal Young Chinese Population

Chung-Lan Kao, Rai-Chi Chan*

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Taipei Veterans General Hospital
Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Medical College, National Yang-Ming University*

The aim of this investigation is to define the normal values and the boundaries of compound muscle action potential (CMAP) dispersion of a specific age group in Chinese population. Measurements were made from median and ulnar motor nerves of 30 normal volunteers, age between 25-35 years. Supramaximal stimulations were applied to wrist, elbow and axilla of median and ulnar nerves individually. Negative peak areas, amplitudes and durations were recorded and the percentage of dispersion were calculated for each parameter. The results show that the percentage of negative duration, amplitude and area decay between wrist and below-elbow stimulation sites are 2.89%, 5.12% and 7.68% in median nerve; 1.34%, 6.96% and 8.30% in ulnar nerve. Dispersion ratios between wrist and axilla stimulation sites are 6.99%, 4.46% and 1.98% in median nerve; 3.98%, 14.66% and 13.66% in ulnar nerve. The conclusion of this study is that the negative areas and amplitudes decrease while the negative durations increased in proximal stimulations. These data should increase the accuracy of clinical examination in differentiating normal subjects from demyelinating neuropathies. (J Rehab Med Assoc ROC 1999; 27(1): 15 - 21)

Key words: compound muscle action potential, temporal dispersion

Address correspondence to: Dr. Rai-Chi Chan, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Taipei Veterans General Hospital, No.201, Sec.2, Shih-Pai Road, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Tel : (02) 28757363

Fax : (02) 28757359