



12-1-1993

The Optimal Interelectrode Distance for Sensory Nerve Action Potential

Yu-Lien Chou

Sheau-Ping Helen Pan

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



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

Recommended Citation

Chou, Yu-Lien and Pan, Sheau-Ping Helen (1993) "The Optimal Interelectrode Distance for Sensory Nerve Action Potential," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 21: Iss. 1, Article 7.

DOI: <https://doi.org/10.6315/3005-3846.1875>

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol21/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.

記錄電極間距對感覺神經電位的影響

周友蓮 潘筱萍*

本文之目的是探討於感覺神經傳導檢查時，若改變主記錄電極與參考電極之間的距離對於感覺神經電位(sensory nerve action potential, SNAP)的振幅(amplitude)，間期(duration)，表面積(surface area)，起始潛期(onset latency)等四項參數值有何種程度的影響。以30位正常人右下肢的腓腸神經(sural nerve)為實驗，主記錄電極及參考電極間的距離分為1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm, 7 cm及8 cm共八組，每位受試者均接受此八組不同記錄電極距離之逆向刺激檢查(antidromic stimulation)並作記錄分析。實驗結果如下：(1) SNAP之振幅值以兩記錄電極距離4 cm組所得之平均值最大。記錄電極相距3 cm, 5 cm及6 cm三組所得SNAP之振幅值與4 cm組相比較，並無統計學上之差異(paired t test, $P>0.05$)。(2) 記錄電極相距4 cm組與其他各組分別比較SNAP之間期值均有明顯之差異($P<0.05$)，且隨記錄電極距離的增加，SNAP之間期值亦有延長的趨勢。(3) 記錄電極間距1 cm及2 cm組之SNAP的振幅值與表面積值與4 cm組相比，有顯著的降低($P<0.05$)。1 cm組的起始潛期比4 cm組亦有明顯的縮短($P<0.05$)。由本實驗可看出主記錄電極與參考電極間的距離以3至6公分為宜，又以相距4公分時可得最大的振幅值及穩定的波形。

關鍵詞：sensory nerve action potential interelectrode distance

前 言

感覺神經的傳導檢查是神經傳導檢查中非常重要的一環，尤其是用於早期診斷周邊神經病變(peripheral neuropathy)，例如各種原因造成的多發性神經炎(polyneuropathy)或局部單發性神經炎(mononeuropathy)，神經壓迫症候群，急性神經創傷等。最早的感覺神經傳導記錄由Dawson [1]於1956年完成，其後經無數學者的研究並改進技術，感覺神經的測試已成為神經傳導檢查的常規之一[2]。感覺神經傳導檢查一般用順向刺激(orthodromic stimulation)或逆向刺激(antidromic stimulation)二種方式。順向刺激符合神經傳導走向而逆向刺激雖然有違生理原則，但可得到較大的電位振幅值及較長的潛期值[3] (仍均位於正常值範圍內)。至於主記錄電極(active recording electrode)與參考電極(reference electrode)之間的距離則各家說法不同，1至4公分的間距都有人主張[4,5,6,7]。有些研究認為記錄電極間距的改變對感覺神經電位(sensory nerve action potential, SNAP)沒有影

響[8,9]。另有學者認為過短的電極間距會影響感覺神經電位的振幅值，並造成波形的改變[10]，但對於記錄電極間距超過4公分後，對SNAP的影響則較少研究提及。因此本文的目的在改變主記錄電極與參考電極間的距離(由1公分至8公分)並定量分析SNAP的振幅值(amplitude)，間期值(duration)，表面積值(surface area)及起始潛期(onset latency)值，期望能得到合理的記錄電極間距範圍，以及不同的參考電極位置對SNAP的波形有何種程度的影響，此影響是否干擾吾人的判讀，並探討其可能的成因。

材料及方法

以30位健康者的右下肢作測試，其中男女性各占一半，平均年齡42歲(20-63歲)，每位受試者均無四肢酸麻症狀或糖尿病等代謝性疾病，右下肢沒有外傷或骨折病史，全身深部肌腱反射正常，肌力及感覺神經檢查均在正常範圍內。以Medelec MS25作神經傳導速度檢查及記錄分析，主記錄及參考電極使用直徑10

台北醫學院附設醫院 復健科

抽印本索取地址：周友蓮 *台北市立和平醫院 復健科主任 台北醫學院附設醫院復健科

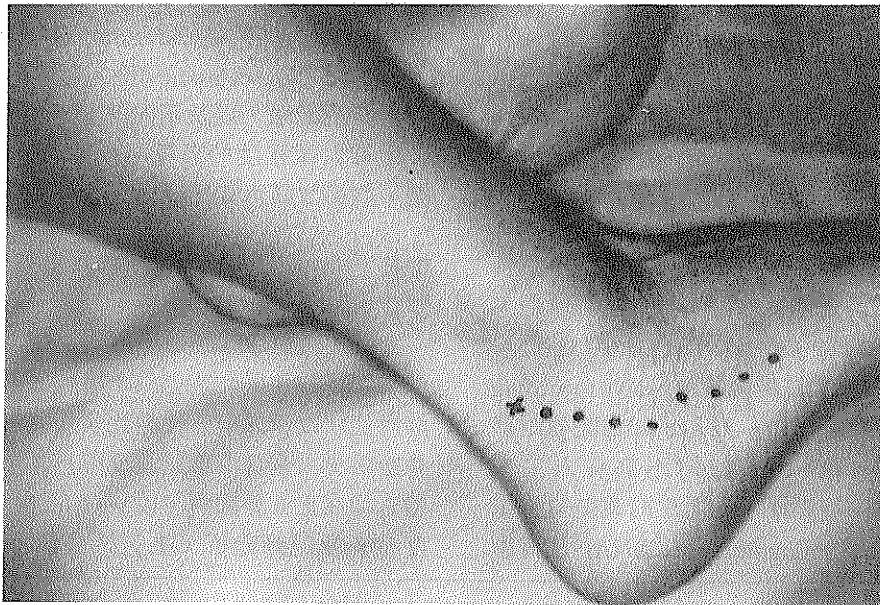
電話：7372181-138, 139 (OFFICE)

mm銀鉻合金圓盤形表面記錄電極，主記錄電極置於右下肢外側踝後側，參考電極則分別置於右足跟外側，距主記錄電極遠端1至8公分處，每隔1公分為一組，共分成八組。吾人於距主記錄電極近端14公分，Achilles tendon外側1公分處逆向刺激(antidromic)右腓腸神經(sural nerve)。每組均作16至32次超大電量刺激(supramaximal stimulation)並同時平均(average)波形，濾波範圍20-2KHZ，每次刺激時間0.1 msec，受測者右下肢皮膚溫度均維持32℃以上[fig. 1]。感覺神經電位振幅值的測量是由基線(baseline)至負相(negative phase)頂點的高度，間期值是由波形起始點至波形回復主基線的時間，起始潛期為刺激至負相開始所需之時間，表面積值則計算波形負相的面積。記錄在不同的記錄電極距離下所得之腓腸神經感覺電位之振幅值，間期值，表面積值及起始潛期值，各組並與4 cm組作paired t test，比較其間的不同。

結 果

(1) 兩記錄電極相距1至8公分，每隔1 cm為一組作右腓腸神經的感覺神經傳導測試，所得之SNAP的振幅平均值分別為 9.00 ± 8.74 uV, 21.95 ± 9.22 uV, 24.60 ± 9.39 uV, 25.11 ± 9.17 uV, 23.51 ± 8.05 uV, 23.78 ± 8.68 uV, 22.66 ± 8.66 uV, 22.43 ± 7.60 uV (Table 1)。可發現在記錄電極距離4 cm組所得之振幅值最大，其餘各組與前者作paired t test，可得1

- cm, 2 cm, 7 cm及8 cm組之振幅值均比4 cm組有明顯的降低，尤其1 cm組最為顯著，振幅值約僅有4 cm組的1/3。兩記錄電極距離3 cm, 5 cm及6 cm組所得之振幅值雖比4 cm組低，但無統計學上之差異。
- (2) 在SNAP的表面積值方面，1至8公分組平均值分別為 6.24 ± 9.07 uV · ms, 15.82 ± 12.15 uV · ms, 18.79 ± 8.57 uV · ms, 20.76 ± 10.13 uV · ms, 21.19 ± 12.77 uV · ms, 23.03 ± 14.30 uV · ms, 24.10 ± 17.14 uV · ms, 21.71 ± 12.64 uV · ms (Table 1)。1 cm組及2 cm組與4 cm組相比較有顯著的降低。1 cm組的表面積值也與振幅值相似，僅約有4 cm組的三分之一。3公分，5公分，6公分，7公分及8公分組與4 cm組相比較則無差別。
- (3) SNAP的間期平均值依記錄電極距離依次為 1.04 ± 0.17 msec, 1.33 ± 0.18 msec, 1.40 ± 0.12 msec, 1.52 ± 0.20 msec, 1.70 ± 0.24 msec, 1.80 ± 0.34 msec, 1.83 ± 0.43 msec, 1.83 ± 0.45 msec，間期值隨著記錄電極距離的增加有延長的趨勢，4 cm組之間期值與其餘各組比較均有明顯的差別(Table 2)。
- (4) SNAP的起始潛期依記錄電極距離1至8公分依次為 2.75 ± 0.24 msec, 2.83 ± 0.22 msec, 2.83 ± 0.23 msec, 2.84 ± 0.22 msec, 2.86 ± 0.24 msec, 2.87 ± 0.25 msec, 2.90 ± 0.25 msec, 2.89 ± 0.27 msec, (Table 3)。以1公分組的起始潛期最短而2 cm, 3 cm, 5 cm, 6 cm, 7 cm及8 cm組與4 cm組相比較，就沒有太大的差異。



圖一、受試者記錄電極置放方式 “x”表主記錄電極置放點 “.”表參考電極置放點
距主記錄電極近端14 cm處 “.”點為刺激點。

Table 1. Amplitude and Surface Area

Reference	Amplitude (uv)		Surface Area (uv · msec)	
	Mean	SD	Mean	SD
1 cm	9.00	8.74*	6.24	9.07*
2 cm	21.95	9.22*	15.82	12.15*
3 cm	24.60	9.39	18.79	8.57
4 cm	25.11	9.17	20.76	10.13
5 cm	23.51	8.05	21.19	12.77
6 cm	23.78	8.68	23.03	14.30
7 cm	22.66	8.66*	24.10	17.14
8 cm	22.43	7.60*	21.71	12.64

* P<0.05

Table 2. Duration

Reference	Duration (msec)	
	Mean	SD
1 cm	1.04	0.17*
2 cm	1.33	0.18*
3 cm	1.40	0.12*
4 cm	1.52	0.20
5 cm	1.70	0.24*
6 cm	1.80	0.34*
7 cm	1.83	0.43*
8 cm	1.83	0.45*

* P<0.05

Table 3. Onset Latency

Reference	Onset (msec)	
	Mean	SD
1 cm	2.75	0.24*
2 cm	2.83	0.22
3 cm	2.83	0.23
4 cm	2.84	0.22
5 cm	2.86	0.24
6 cm	2.87	0.25
7 cm	2.90	0.25
8 cm	2.89	0.27

* P<0.05

討 論

本實驗可以看出參考電極與主記錄電極的距離的確會影響SNAP的參數值。EDUARDO [10]曾指出SNAP的波形不單獨由主記錄電極的位置來決定，參考電極與前者之間的距離也有很大的關係。他的研究指出兩記錄電極相距4公分是一恰當的距離，若小於4公分則會影響SNAP的波形，但並未繼續實驗若距離大於4公分時，對SNAP會造成何種程度的影響。本實驗將兩記錄電極距離由1公分至8公分，每隔1公分為一組，發現當距離縮短至1公分及2公分時，SNAP的振幅值及表面積值均較4公分組為低。推測其成因，可能是因為兩記錄電極距離較近，有較多的共同信號

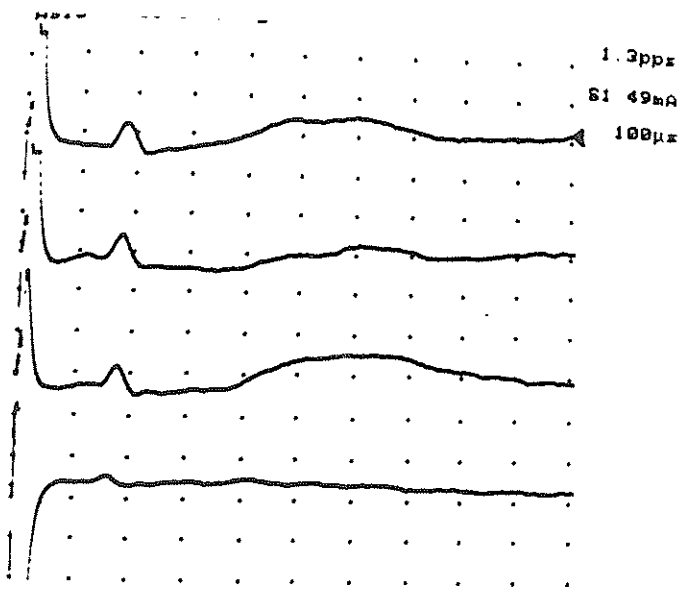
排斥作用(common mode rejection)，使得SNAP的振幅及表面積值下降，尤其相距1公分組降低的更為顯著。

在神經傳導的途徑中，慢速神經纖維(slow fiber)的傳導速度遠低於快速神經纖維(fast fiber)，所以如果刺激電極與記錄電極距離增加，會使得記錄波形的振幅下降，間期延長，稱此現象為duration dependent phase cancellation [11,12]。在本實驗中，參考電極離主記錄電極愈遠，即距刺激點愈遠，則參考電極所記錄的波形與主記錄電極可能因為上述的phase cancellation的作用而產生不一致的波形，使得彼此之間的common mode rejection變少，而得到較長間期的SNAP，所以隨著記錄電極兩者距離增加，SNAP的間

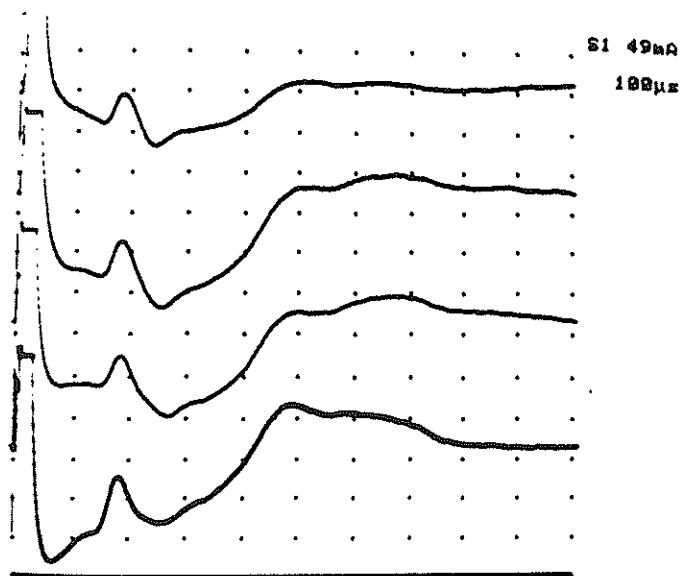
期也隨之延長。同理也可解釋兩記錄電極相距至7公分及8公分時，SNAP的振幅值可能也因phase cancellation的效應而比4公分組來得低，但由於間期也隨之延長，所以計算表面積值時，就與4公分組沒有太大的不同。

綜言之，感覺神經傳導檢查時，若二記錄電極距離在3至6公分之間時，可以得到理想的SNAP之振幅值，表面積值，間期值及起始潛期值，特別是記錄電極相距4公分時可得到最大的振幅值。當主記錄電極與參考電極間的距離小於3公分或大於6公分時，

SNAP的振幅值會明顯的下降，若距離短至1公分，更使得振幅值大幅變小而起始潛期也變短。此外當兩記錄電極距離在6公分以上時，波形的基線不夠穩定[fig. 2, 3]，影響吾人對SNAP各項參數值的判讀。由本實驗結果，建議兩記錄電極間距離若能維持在3至6公分之間，對SNAP的各項參數值較無重大的影響。每一實驗室雖然需要有固定之記錄電極間距以避免判讀上的差誤，但若病人在常規貼置記錄電極處有皮膚病變或外傷、癩痕等，參考電極與主記錄電極的相隔距離可較有彈性，不必非要固定於某間隔長度，約莫相距



圖二、不同記錄電極間距所得之SNAP平均波形(波形由上至下依次為4 cm組，3 cm組，2 cm組及1 cm組，橫軸每一格2 msec，縱軸每一格為50 uV)。



圖三、不同記錄電極間距所得之SNAP平均波形(波形由上至下依次為5 cm組，6 cm組，7 cm組及8 cm組，橫軸每一格為2 msec，縱軸每一格為50 uV)。

3至6公分內均可得到理想的記錄值。

參考文獻

1. Dawson GD: Relative excitability and conduction velocity of sensory and motor nerve fibers in man. *J Physio (Lond)* 131:436-51, 1956.
2. Buchthal F, Rosenfalck A: Evoked action potentials and conduction velocity in human sensory nerves. *Brain Res* 3:1:1-122, 1966.
3. Gary Chodoroff: Orthodromic vs antidromic sensory nerve latencies in healthy persons. *Arch Phys Med Rehabil* 66:589-591, Sept, 1985.
4. Melvin JL: Sensory and motor conduction velocities in the ulnar and median nerves. *Arch Phys Med Rehabil* 47:511-519, 1966.
5. Murai Y: Comparison of latencies of orthodromic and antidromic sensory potentials. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 38:1187-1189, 1975.
6. Kimura J: Far-field recording of the junctional potential generated by median nerve volleys at the wrist. *Neurology* 36:1451-1457, 1986.
7. Levin K: Superficial peroneal nerve conduction studies for electromyographic diagnosis. *Muscle Nerve* 9:322-326, 1986.
8. Kjeld Andersen: Surface recording of orthodromic

sensory nerve action potentials in median and ulnar nerves in normal subjects. *Muscle Nerve* 8:402-408, 1985.

9. George Varghese: Influence of inter-electrode distance on antidromic sensory potentials. *Electromyogr clin Neurophysiol* 23:297-301, 1983.
10. Emmanuel Eduardo: The optimal recording electrode

configuration for compound sensory action potentials. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 51:684-687, 1988.

11. Kimura J: Effect of desynchronized inputs on peripheral versus central evoked potentials. 1988 AAEE/AEEGS Joint Symposium: 7-11.
12. Kimura J: Pathophysiology in demyelinating neuropathy. 1991 AAEM Course B: 7-11.

The Optimal Interelectrode Distance for Sensory Nerve Action Potential

Yu-Lien Chou, Sheau-Ping Helen Pan*

The value of sensory nerve action potential depends on a well-defined interelectrode distance, although there is no uniformity about the optimal recording montage in the published literature. The purpose of this investigation was to quantify the effect of different interelectrode distance upon amplitude, duration, surface area, and onset latency of the sensory nerve action potential (SNAP) obtained by the antidromic method. In 30 healthy subjects, the sensory nerve action potentials from the sural nerve of right lower limb were recorded with the active recording electrode posterior to the lateral malleolus and the reference electrode placed 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm, 7 cm, and 8 cm

distally and longitudinally. With various interelectrode distances, there were significant differences in the amplitude, duration, surface area, onset latency, and the shape of sensory nerve action potentials. The duration of SNAPs was prolonged when the interelectrode distance was increased by centimeter. The surface area, amplitude, onset latency of SNAP were the smallest with the reference electrode placed 1 cm distal to the active recording electrode. The appropriate range of the interelectrode distance was between 3 and 6 cm. The largest amplitude was obtained with the 4 cm interelectrode separation.

Taipei Medical College Hospital

* Taipei Municipal Ho-ping Hospital