

# The Effect of Interelectrode Distances on Sensory Nerve Action Potential

Suwattananon W., M.D.\*

Riewpaiboon W., M.D.\*\*

Tosayanondha O., M.D.\*

\*Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital

\*\*Sirindhorn National Medical Rehabilitation Center, Medical Department of Medical Services, Ministry of Public Health.

Suwattananon W., Riewpaiboon W., Tosayanondha O. The effect of interelectrode distances on sensory nerve action potential. J Thai Rehabil 1994;4(2): 20-28

## Abstract

Sensory conduction studies of the median and ulnar nerves were performed in 50 normal medical students, ages ranged between 18 and 22 years, 19 males, 31 females. The objectives of the study was to observe the effect of various interelectrode distances from 1, 2, 3, 4, 5 centimeters on the sensory nerve action potential of the median and ulnar nerves in the initial latency, peak latency and peak to peak amplitude.

The studies showed that there were no statistically significant difference among the initial latencies of both median ( $p > 0.05$ ) and ulnar ( $p > 0.05$ ) nerves. The peak latencies and peak to peak amplitudes were statistically significant different among median ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ ) and ulnar ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ ) nerves. The highest amplitudes of both nerves were observed at 4 centimeter site.

## บทคัดย่อ

ได้ศึกษาการนำกระแสประสาทรับความรู้สึกของเส้นประสาทมีเดียน (median) และอัลนาร์ (ulnar) ในนักศึกษาแพทย์ที่มีสุขภาพปกติ จำนวน 50 คน เป็นชาย 19 คน หญิง 31 คน โดยจะสังเกตผลของความแตกต่างของระยะระหว่างขั้วไฟฟ้าบันทึก (active electrode) กับขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (reference electrode) ที่ระยะ 1, 2, 3, 4 และ 5 เซนติเมตร ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระยะชักนำกระแสประสาทรับความรู้สึกที่จุดต้น (initial latency), จุดสูงสุด (peak latency) และความสูงของสัญญาณที่ได้รับ โดยวัดจากจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุด (peak to peak amplitude)

จากการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะชักนำกระแสประสาทที่จุดต้นของทั้งเส้นประสาทมีเดียน ( $p > 0.05$ ) และอัลนาร์ ( $p > 0.05$ ) ส่วนระยะชักนำกระแสประสาทรับความรู้สึกที่จุดสูงสุด และค่าความสูงของสัญญาณมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของทั้งเส้นประสาทมีเดียน ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ ) และอัลนาร์ ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ ) โดยตำแหน่งที่ให้ค่าความสูงของสัญญาณมากที่สุดคือระยะห่างประมาณ 4 เซนติเมตร

## บทนำ

ในการศึกษาการนำกระแสประสาทรับความรู้สึก (sensory nerve conduction) นั้น การวัดระยะเวลาชักนำกระแสประสาท (latency) และความสูงของสัญญาณ

ที่ได้รับ (amplitude) มีความสำคัญต่อการแปลผล เพราะระยะเวลาชักนำกระแสประสาทรับความรู้สึกที่จุดต้นนั้น (initial latency) แสดงถึงการนำกระแสประสาทของใยประสาทที่มีความเร็วสูงสุด (fastest fiber) และที่จุดสูงสุด-

(peak latency) แสดงถึงการนำกระแสประสาทของใยประสาทที่มีความเร็วปานกลาง (medium range fiber) ส่วนความสูงของสัญญาณ (amplitude) แสดงถึงจำนวนและขนาดของใยประสาท (axon)<sup>(1)</sup>

ปัจจุบันการตรวจการนำกระแสประสาทรับความรู้สึกที่ทำกันบ่อยคือเส้นประสาทมีเดียน (median) และอัลนาร์ (ulnar) ใช้ตัวรับสัญญาณแบบวงแหวน (ring electrode) โดยวิธีกระตุ้นย้อนทาง (antidromic technique) นั้น ยังไม่ได้มีการกำหนดระยะห่างที่แน่นอนระหว่างขั้วไฟฟ้าบันทึกและขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (active-reference electrode) Michael J. Aminoff ได้แนะนำให้วางขั้วไฟฟ้าบันทึกที่จุดใกล้เส้นประสาทมากที่สุดและขั้วไฟฟ้าอ้างอิงที่จุดไกลออกไปมากที่สุด<sup>(2)</sup> Joseph Goodgold ให้วางขั้วไฟฟ้าบันทึกที่โคนนิ้ว และขั้วไฟฟ้าอ้างอิงที่กึ่งกลางนิ้ว<sup>(3)</sup> Ernest W. Johnson แนะนำว่าระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองควรจะประมาณ 3 เซนติเมตร<sup>(4)</sup> และ Jun Kimura แนะนำให้วางขั้วไฟฟ้าบันทึกที่ข้อนิ้วมือข้อใกล้ (proximal interphalangeal joint) และขั้วไฟฟ้าอ้างอิงที่ข้อนิ้วมือข้อไกล (distal interphalangeal joint)<sup>(5)</sup> ของนิ้วนั้นๆ และ Peter James Cycle และคณะได้แนะนำว่าควรวางขั้วไฟฟ้าบันทึกและขั้วไฟฟ้าอ้างอิงห่างกันประมาณ 3-4 เซนติเมตร

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อหาความแตกต่างของเวลาชักนำกระแสประสาทรับความรู้สึกที่จุดต้น และจุดสูงสุด และค่าความสูงของสัญญาณที่ได้รับ เมื่อวางขั้วไฟฟ้าทั้ง 2 ขั้วในระยะแตกต่างกัน โดยให้ขั้วไฟฟ้าบันทึกอยู่ในตำแหน่งที่คงที่ เปลี่ยนตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอ้างอิง โดยให้ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองเป็น 1, 2, 3, 4 และ 5 เซนติเมตรตามลำดับ

**วัตถุประสงค์และวิธีการ**

ทำการศึกษาในนักศึกษาแพทย์ของคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีประวัติเจ็บป่วยเกี่ยวข้องกับระบบประสาทจำนวน 50 คน อายุ

ระหว่าง 18-22 ปี โดยใช้เครื่องตรวจกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าชนิด medelec รุ่น MS 60 ทำในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ตรวจเส้นประสาทรับความรู้สึกทั้งเส้นประสาทมีเดียน และอัลนาร์ในมือทั้งสองข้างโดยวิธีกระตุ้นย้อนทาง (antidromic stimulation) ใช้ขั้วไฟฟ้านิวคองแหวน (ring electrode) โดยใส่ขั้วไฟฟ้าบันทึกที่โคนนิ้วชี้ในการตรวจเส้นประสาทมีเดียนและนิ้วก้อย สำหรับการตรวจเส้นประสาทอัลนาร์ ขั้วไฟฟ้าบันทึกจะวางอยู่ชิดโคนนิ้วที่ตำแหน่งของ metacarpophalangeal joint ของนิ้วทั้งสอง ส่วนขั้วไฟฟ้าอ้างอิงจะอยู่ที่ตำแหน่งห่างออกไป 1 เซนติเมตร ติดสายดิน (ground electrode) ที่บริเวณข้อมือระหว่างตัวกระตุ้นและขั้วไฟฟ้าบันทึก ทำการกระตุ้นเส้นประสาททั้งสองที่บริเวณข้อมือห่างจากขั้วไฟฟ้าบันทึก 13 เซนติเมตร ใช้ไฟขนาดที่ทำให้เกิดการหดตัวเล็กน้อย (minimal contraction) ของกล้ามเนื้อ abductor pollicis brevis ในการตรวจเส้นประสาทมีเดียน และกล้ามเนื้อ abductor digiti minimi ในการตรวจเส้นประสาทอัลนาร์ หลังจากนั้นเลื่อนตำแหน่งของขั้วไฟฟ้าอ้างอิงให้ห่างออกไปทีละ 1 เซนติเมตร (เส้นประสาทมีเดียนได้ระยะห่าง 1, 2, 3, 4 และ 5 เซนติเมตร และเส้นประสาทอัลนาร์ได้ระยะห่าง 1, 2, 3 และ 4 เซนติเมตร) (รูปที่ 1)

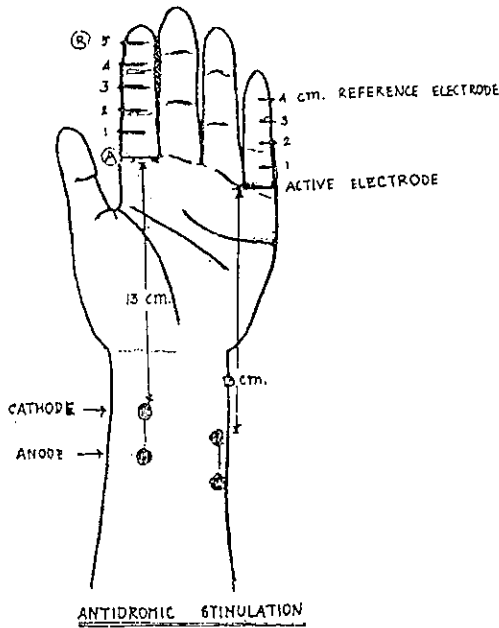
**บันทึกตัวแปรดังนี้**

1. ระยะเวลาชักนำกระแสประสาทรับความรู้สึกที่ตำแหน่งต้น
2. ระยะเวลาชักนำกระแสประสาทรับความรู้สึกที่ตำแหน่งสูงสุด
3. ความสูงของสัญญาณวัดจากจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุด

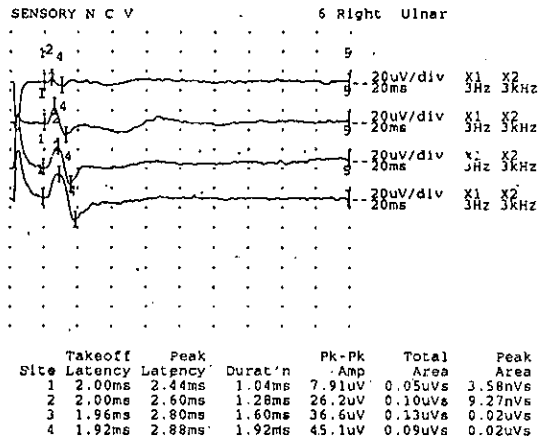
**การวิเคราะห์ทางสถิติ**

1. descriptive analysis
2. Kendall coefficient of concordance
3. paired-t test

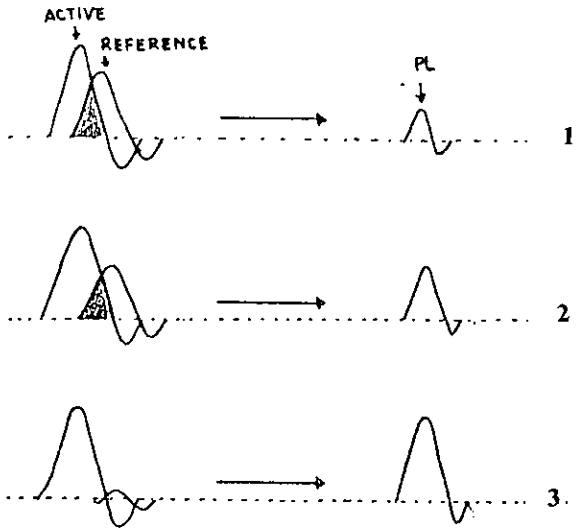
รูปที่ 1. แสดงวิธีการศึกษา



รูปที่ 3. Tracing ของ ulnar nerve



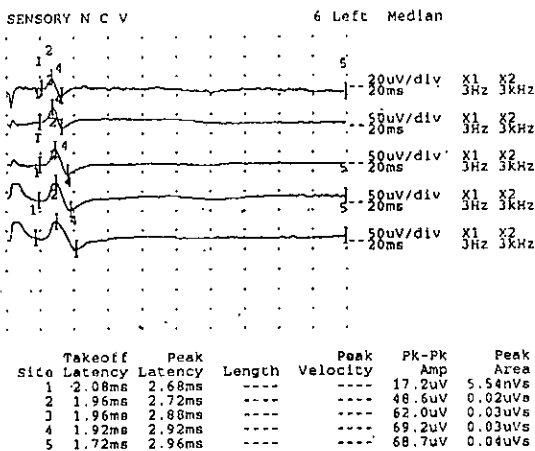
ลักษณะสัญญาณของเส้นประสาทอัลนาร์)



รูปที่ 4. Phase cancellation

สัญญาณที่ทำการบันทึกนั้นเป็นผลต่างของสัญญาณที่ได้จากขั้วไฟฟ้าทั้งสอง โดยมีการหักล้าง (phase cancellation) จากรูป 4.1 ขั้วไฟฟ้าทั้งสองชิดกันมาก จะเกิดการหักล้างของสัญญาณค่อนข้างมาก ทำให้สัญญาณที่บันทึกได้จริงมีความสูงน้อย เมื่อเลื่อนขั้วไฟฟ้าอ้างอิงออกไปตามรูป 4.2 เกิดการหักล้างน้อยลง สัญญาณที่บันทึกได้จริงมีความสูงมากขึ้น และเมื่อเลื่อนไปที่ตำแหน่ง 4 เซนติเมตร ซึ่งเป็นตำแหน่งปลอดสัญญาณไฟฟ้า จึงบันทึกได้ชัดเจนที่สุด ตามรูปที่ 4.3

รูปที่ 2. Tracing ของ median nerve



ลักษณะสัญญาณของเส้นประสาทมีเดียน

**ตารางที่ 1.** ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาชักนำกระแสประสาท ที่ตำแหน่งต้น ตำแหน่งสูงสุด และความสูงของสัญญาณ ของเส้นประสาทมีเดียน และอัลนาร์ เมื่อวางขั้วไฟฟ้าทั้งสองห่างกัน 1, 2, 3, 4 และ 5 เซ็นติเมตร

| Parameter    | 1 cm. |       | 2 cm. |       | 3 cm. |       | 4 cm. |       | 5 cm. |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | X     | S.D.  | X     | S.D.  | X     | S.D.  | X     | S.D.  | X     | S.D.  |
| MED-IL (ms)  | 2.10  | 0.26  | 2.11  | 0.26  | 2.14  | 0.26  | 2.13  | 0.24  | 2.12  | 0.23  |
| MED-PL (ms)  | 2.18  | 0.24  | 2.88  | 0.23  | 2.97  | 0.23  | 3.04  | 0.27  | 3.06  | 0.29  |
| MED-AMP (us) | 19.68 | 12.93 | 38.50 | 20.64 | 52.60 | 21.03 | 57.71 | 22.30 | 54.51 | 22.93 |
| ULN-IL (ms)  | 2.09  | 0.30  | 2.12  | 0.30  | 2.11  | 0.29  | 2.12  | 0.29  |       |       |
| ULN-PL (ms)  | 2.74  | 0.29  | 2.88  | 0.31  | 2.98  | 0.32  | 3.04  | 0.33  |       |       |
| ULN-AMP (us) | 15.63 | 7.86  | 33.10 | 15.51 | 45.72 | 16.78 | 47.75 | 19.72 |       |       |

หมายเหตุ MED = Median, ULN = Ulnar, IL = Initial latency, PL = Peak latency, AMP = Amplitude

พบว่าค่าเฉลี่ยของระยะชักนำที่จุดต้นของเส้นประสาทมีเดียน เมื่อวางขั้วไฟฟ้าห่างกัน 1 เซ็นติเมตร จนถึง 5 เซ็นติเมตร มีค่าค่อนข้างคงที่ ส่วนค่าเฉลี่ยของระยะชักนำที่จุดสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองที่เพิ่มขึ้น และค่าความสูงของสัญญาณที่ได้รับก็มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เช่นกัน จนถึง 4 เซ็นติเมตร แต่ลดลงเล็กน้อยที่ 5 เซ็นติเมตร ในการศึกษาเส้นประสาทอัลนาร์ ให้ผลเช่นเดียวกับเส้นประสาทมีเดียน

**ตารางที่ 2.** แสดงค่าความสัมพันธ์ (W) ระหว่างระยะเวลาชักนำกระแสประสาทที่ตำแหน่งต้น, ตำแหน่งสูงสุด และความสูงของสัญญาณ กับระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า 1-5 เซ็นติเมตร ของเส้นประสาทมีเดียน และอัลนาร์

| Variables           | W     | Chi-Square | Significant |
|---------------------|-------|------------|-------------|
| MED-IL1 - MED-IL5   | .0112 | 4.4718     | 0.3459      |
| MED-PL1 - MED-PL5   | .6438 | 221.4629   | .0000       |
| MED-AMP1 - MED-AMP5 | .6285 | 251.3917   | .0000       |
| ULN-IL1 - ULN-IL4   | .0033 | .9924      | .8031       |
| ULN-PL1 - ULN-PL4   | .7990 | 239.6994   | .0000       |
| ULN-AMP1 - ULN-AMP4 | .6854 | 205.6246   | .0000       |

p = significant at  $< .05$ , = 0.01

w = Kendall Coefficient of Concordance

จากตารางจะพบว่าค่าระยะชักนำที่จุดต้นที่ระยะห่างต่าง ๆ ของทั้งเส้นประสาทมีเดียน และอัลนาร์ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าระยะชักนำที่จุดสูงสุดที่ระยะห่างต่าง ๆ ของทั้งเส้นประสาทมีเดียนและอัลนาร์มีความสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ ) และค่าความสูงของสัญญาณของทั้งเส้นประสาทมีเดียนและอัลนาร์ก็มีความสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองเช่นเดียวกัน ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ )

ตารางที่ 3. แสดง paired-t test ของ Median nerve (initial latency)

| Variables | MED-IL 1 |       | MED-IL 2 |       | MED-IL 3 |       | MED-IL 4 |       |
|-----------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
|           | t-val    | p-val | t-val    | p-val | t-val    | p-val | t-val    | p-val |
| MED-IL 2  | -0.27    | .790  |          |       |          |       |          |       |
| MED-IL 3  | -1.14    | .149  | -1.62    | .109  |          |       |          |       |
| MED-IL 4  | -1.18    | .242  | -1.18    | .239  | 0.59     | .558  |          |       |
| MED-IL 5  | -0.70    | .483  | -0.56    | .577  | 0.95     | .343  | 0.67     | .504  |

p-significant at  $<, = 0.01$

แสดงค่า paired-t test ของระยะเวลาชักนำจุดต้นของเส้นประสาทมีเดียน ที่ระยะห่างกัน 1 เซนติเมตร พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า  $p \geq 0.01$

ตารางที่ 4. แสดงค่า paired-t test ของ Median nerve (peak latency)

| Variables | MED-PL 1 |       | MED-PL 2 |       | MED-PL 3 |       | MED-PL 4 |       |
|-----------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
|           | t-val    | p-val | t-val    | p-val | t-val    | p-val | t-val    | p-val |
| MED-PL 2  | -5.99    | .000  |          |       |          |       |          |       |
| MED-PL 3  | -9.46    | .000  | -7.40    | .000  |          |       |          |       |
| MED-PL 4  | -13.6    | .000  | -12.0    | .000  | -5.55    | .000  |          |       |
| MED-PL 5  | -12.2    | .000  | -10.8    | .000  | -5.70    | .000  | -1.38    | .171  |

p-significant at  $<, = 0.01$

แสดงค่า paired-t test ของระยะเวลาชักนำที่จุดสูงสุดของเส้นประสาทมีเดียน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า  $p \leq 0.01$  ยกเว้นที่ตำแหน่ง 4 เซนติเมตร เทียบกับ 5 เซนติเมตร

ตารางที่ 5. แสดงค่า paired-t test ของ Median nerve (amplitude)

| Variables | MED-AMP1 |       | MED-AMP2 |       | MED-AMP3 |       | MED-AMP4 |       |
|-----------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
|           | t-val    | p-val | t-val    | p-val | t-val    | p-val | t-val    | p-val |
| MED-AMP2  | -12.8    | .000  |          |       |          |       |          |       |
| MED-AMP3  | -16.4    | .000  | -9.43    | .000  |          |       |          |       |
| MED-AMP4  | -18.5    | .000  | -11.4    | .000  | -3.58    | .001  |          |       |
| MED-AMP5  | -16.4    | .000  | -8.37    | .000  | -1.04    | .299  | 2.24     | .028  |

p-significant at  $, = 0.01$

แสดงค่า paired-t test ของความสูงของสัญญาณเส้นประสาทมีเดียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า  $p \leq 0.01$  ยกเว้นตำแหน่ง 3 เซนติเมตร เทียบกับ 5 เซนติเมตร และ 4 เซนติเมตร เทียบกับ 5 เซนติเมตร

ตารางที่ 6. แสดงค่า paired-t test ของ Ulnar nerve (initial latency)

| Variables | ULN-IL 1 |       | ULN-IL 2 |       | ULN-IL 3 |       |
|-----------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
|           | t-val    | p-val | t-val    | p-val | t-val    | p-val |
| ULN-IL 2  | -1.34    | .184  |          |       |          |       |
| ULN-IL 3  | -1.15    | .252  | 0.05     | .957  |          |       |
| ULN-IL 4  | -1.64    | .104  | -0.48    | .635  | -0.53    | .598  |

p-significant at  $<, = 0.01$

แสดงค่า paired-t test ของระยะเวลาชักนำจุดต้นของเส้นประสาทอัลนาร์ พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า  $p \geq 0.01$

ตารางที่ 7. แสดงค่า paired-t test ของ Ulnar nerve (peak latency)

| Variables | ULN-PL 1 |       | ULN-PL 2 |       | ULN-PL 3 |       |
|-----------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
|           | t-val    | p-val | t-val    | p-val | t-val    | p-val |
| ULN-PL 3  | -9.77    | .000  |          |       |          |       |
| ULN-PL 3  | -14.4    | .000  | -8.82    | .000  |          |       |
| ULN-PL 4  | -13.8    | .000  | -9.16    | .000  | -4.68    | .000  |

p-significant at  $<, = 0.01$

แสดงค่า paired-t test ของระยะเวลาชักนำที่จุดสูงสุดของเส้นประสาทอัลนาร์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า  $p \leq 0.01$

ตารางที่ 8. แสดงค่า paired-t test ของ Ulnar nerve (peak to peak amplitude)

| Variables | ULN-AMP 1 |       | ULN-AMP 2 |       | ULN-AMP 3 |       |
|-----------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|           | t-val     | p-val | t-val     | p-val | t-val     | p-val |
| ULN-AMP 2 | -14.2     | .000  |           |       |           |       |
| ULN-AMP 3 | -19.7     | .000  | -8.63     | .000  |           |       |
| ULN-AMP 4 | -17.5     | .000  | -7.90     | .000  | -4.68     | .000  |

p-significant at  $<, = 0.01$

แสดงค่า paired-t test ของความสูงของสัญญาณเส้นประสาทอัลนาร์ มีค่าแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า  $p \leq 0.01$

**ผลการศึกษา**

ได้ลักษณะของสัญญาณจากเส้นประสาทมีเดีย นดังรูปที่ 2 และจากเส้นประสาทอัลนาร์ ดังรูปที่ 3

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่าง ๆ ที่บันทึกได้แสดงในตารางที่ 1

เมื่อหาความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยของตัวแปรแต่ละกลุ่มกับระยะระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองที่เปลี่ยนแปลงไป จะได้ผลดังตารางที่ 2

และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มตัวแปร โดยใช้ paired-t test จะได้ผลตามตารางที่ 3 ถึง 8

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละตำแหน่งของตัวแปรแต่ละกลุ่มโดยใช้ paired-t test พบว่าค่าระยะชักนำที่จุดต้นของทั้งเส้นประสาทมีเดีย (ตารางที่ 3) และเส้นประสาทอัลนาร์ (ตารางที่ 6) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha > 0.01, p > 0.01$ )

แต่ค่าเฉลี่ยระยะชักนำที่ตำแหน่งสูงสุดของทั้งเส้นประสาทมีเดีย (ตารางที่ 4) และเส้นประสาทอัลนาร์ (ตารางที่ 7) มีความแตกต่างกันในแต่ละจุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01, p < 0.01$ ) ยกเว้นค่าเฉลี่ยระยะชักนำที่ตำแหน่งสูงสุดของเส้นประสาทมีเดียที่ตำแหน่ง 4 เซ็นติเมตร เทียบกับ 5 เซ็นติเมตร

ส่วนค่าเฉลี่ยของความสูงของสัญญาณทั้งเส้นประสาทมีเดีย (ตารางที่ 5) และเส้นประสาทอัลนาร์ (ตารางที่ 8) ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01, p < 0.01$ ) เช่นกันยกเว้นที่ตำแหน่ง 3 เซ็นติเมตร เทียบกับ 5 เซ็นติเมตร และ 4 เซ็นติเมตร เทียบกับ 5 เซ็นติเมตร ในเส้นประสาทมีเดีย และที่ตำแหน่ง 3 เซ็นติเมตร เทียบกับ 4 เซ็นติเมตร ในเส้นประสาทอัลนาร์

**บทวิจารณ์**

Stolov ได้เคยทำการศึกษาไว้ และพบว่าค่า action potential duration ในการนำกระแสประสาทโดยทั่วไปมีค่าเป็น 0.8 ms. ดังนั้นความเร็วในการนำกระแสประสาท

ถ้าโดยเฉลี่ยเป็น 50 m/s แล้วจะพบว่าในแต่ละช่วงของเส้นประสาทที่มีความยาว ( $0.8 \times 50 =$ ) 4 เซ็นติเมตร ย่อมมีปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าที่แตกต่างกันไปในช่วง 4 เซ็นติเมตรนี้ และที่ตำแหน่ง 4 เซ็นติเมตร จะเป็นจุดที่ปลดปล่อยสัญญาณไฟฟ้า

เมื่อติดขั้วไฟฟ้าบันทึกและขั้วไฟฟ้าอ้างอิงห่างกันน้อยกว่า 4 เซ็นติเมตรแล้วจะพบว่าขั้วไฟฟ้าทั้งคู่สามารถบันทึกสัญญาณไฟได้เช่นเดียวกัน แต่สัญญาณที่ขั้วไฟฟ้าอ้างอิงรับได้จะมีการกระจายมากกว่า (temporal dispersion) ที่ขั้วไฟฟ้าบันทึก เนื่องจากอยู่ในตำแหน่งที่ไกลออกไป และสัญญาณที่ทำการบันทึกได้จริง ๆ นั้นเป็นผลต่างของสัญญาณที่ได้จากขั้วไฟฟ้าทั้งสอง โดยมีการหักล้าง (phase cancellation) ในส่วนที่มีปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าสัมพันธ์กัน

**ตารางที่ 9.** เปรียบเทียบผลการศึกษากับการศึกษาของ Dumitru และ Walsh กับการศึกษาครั้งนี้ (median nerve)

| Distance (cm.) | X Latency (ms.) |      |      |      | X Amplitude (uv) |       |
|----------------|-----------------|------|------|------|------------------|-------|
|                | onset           |      | peak |      | D                | W     |
|                | D               | W    | D    | W    |                  |       |
| 1 cm.          | 2.7             | 2.10 | 3.0  | 2.18 | 56               | 19.68 |
| 2 cm.          | 2.7             | 2.11 | 3.1  | 2.88 | 72               | 35.80 |
| 3 cm.          | 2.7             | 2.14 | 3.3  | 2.97 | 77               | 52.60 |
| 4 cm.          | 2.7             | 2.13 | 3.3  | 3.03 | 86               | 57.71 |
| 5 cm.          | 2.7             | 2.12 | 3.3  | 3.06 | 86               | 54.10 |

D = Dumitru and Walsh  
W = Wannee

จะพบว่าค่า onset latency มีผลใกล้เคียงกันจากการศึกษาทั้งสองคือค่อนข้างคงที่ แต่ peak latency จากการศึกษานี้ของ Dumitru และ Walsh จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจาก 1-5 เซ็นติเมตร และ peak to peak amplitude จากการศึกษานี้ของ Dumitru และ Walsh พบว่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 4 เซ็นติเมตร และคงที่ที่ 5 เซ็นติเมตร แต่จากการศึกษานี้พบว่าเพิ่มขึ้นจนถึง 4 เซ็นติเมตร และลดลงที่ 5 เซ็นติเมตร แต่ไม่ต่างจาก 4 เซ็นติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นถ้าวางขั้วไฟฟ้าทั้งสองที่ระยะห่างต่าง ๆ กัน จะได้ผลดังรูปที่ 4 จากรูปที่ 4.1 จะพบว่าขั้วไฟฟ้าทั้งสองชิดกันมาก จะเกิดการหักล้างของสัญญาณค่อนข้างมาก ทำให้สัญญาณที่บันทึกได้จริงมีความสูงของสัญญาณ (amplitude) น้อย และเป็นสัญญาณที่เกิดก่อนกำหนด (immature action potential) ทำให้ค่าระยะชักนำสูงสุดที่วัดได้เป็นค่าที่เกิดก่อนกำหนดเช่นกัน (immature peak latency)

เมื่อเลื่อนขั้วไฟฟ้าข้างอิงออกไป จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าการเกิดการหักล้างจะน้อยลง สัญญาณที่รับได้จึงชัดเจนขึ้น มีความสูงของสัญญาณมากขึ้น ระยะชักนำกระแสประสาทมีค่าเพิ่มขึ้นเช่น และเมื่อเลื่อนไปที่ตำแหน่งประมาณ 4 เซนติเมตรซึ่งเป็นตำแหน่งปลอดสัญญาณไฟฟ้า (silent electrical area) จะพบว่าสัญญาณเกิดการหักล้างน้อยที่สุดจึงสามารถบันทึกได้ชัดเจนที่สุดและความสูงของสัญญาณมากที่สุด

จากผลข้างต้นนี้ สามารถนำมาอธิบายผลได้ดังนี้

1. ค่าระยะชักนำกระแสประสาทที่จุดต้น เป็นการวัดความเร็วของใยประสาทที่มีความเร็วในการชักนำสูงที่สุดทำให้ค่าที่วัดได้คงที่เสมอไม่ว่าจะเลื่อนขั้วไฟฟ้าข้างอิงให้ห่างจากขั้วไฟฟ้าบันทึกเท่าใดก็ตาม

2. ค่าระยะชักนำที่จุดสูงสุด เป็นผลจากการหักล้างสัญญาณที่ได้จากขั้วไฟฟ้าบันทึก และขั้วไฟฟ้าข้างอิง ซึ่งจะเพิ่มขึ้นเพราะ 2 สาเหตุคือ

2.1 ขั้วไฟฟ้าข้างอิง ที่วางห่างออกไปจะทำให้เกิดการหักล้างของสัญญาณน้อยลง ระยะชักนำที่จุดสูงสุดชัดเจนขึ้น

2.2 ขั้วไฟฟ้าข้างอิงที่ไกลออกไป ทำให้สัญญาณที่จุดข้างอิงมีการกระจายมากขึ้น สัญญาณที่บันทึกได้จึงมีการกระจายมากขึ้นเช่นเดียวกัน

3. ค่าความสูงของสัญญาณที่ได้รับมีความสูงขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าข้างอิงที่ไกลออกไป ทำให้เกิดการหักล้างลดน้อยลงและจะสูงสุดที่ 4 เซน-

ติเมตร เนื่องจากจุดนี้จะมีสัญญาณไฟฟ้าน้อยมากหรือแทบไม่มีเลย การหักล้างของสัญญาณจึงเกิดน้อยที่สุด และที่จุดไกลออกไปกว่านี้อาจจะนับได้ว่าที่ขั้วไฟฟ้าข้างอิงอยู่ในระยะไกลดังนั้นสัญญาณที่จุดนั้นจะมีน้อยเช่นกัน สัญญาณรวมจึงอาจจะคงที่หรือลดลงได้

ก่อนหน้านี้ได้เคยมีผู้ทำการศึกษาในลักษณะคล้ายคลึงกัน และได้ผลใกล้เคียงกับการศึกษานี้ เช่นการศึกษาของ Dumitru และ Walsh ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษานี้

**บทสรุป**

จากการศึกษานี้สรุปได้ว่า

1. เมื่อวางขั้วไฟฟ้าบันทึกและขั้วไฟฟ้าข้างอิงให้มีระยะห่างแตกต่างกันจาก 1-5 เซนติเมตร พบว่า

1.1 ค่าระยะชักนำที่จุดต้นจะมีค่าคงที่

1.2 ค่าระยะชักนำที่จุดสูงสุดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และจะเริ่มแตกต่างกันน้อยลง เมื่อระยะห่างยังเพิ่มมากขึ้น

1.3 ค่าระยะความสูงของสัญญาณจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 4 เซนติเมตร และอาจจะคงที่หรือลดลงที่ 5 เซนติเมตร

2. ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าบันทึกและข้างอิงควรจะเป็น 4 เซนติเมตร ในการตรวจกระแสประสาทรับความรู้สึก ของเส้นประสาทมีเดียนและอัลนาร์ เนื่องจากเป็นระยะที่ขั้วไฟฟ้าข้างอิงอยู่ในตำแหน่งที่ปลอดสัญญาณไฟฟ้า ทำให้สัญญาณที่บันทึกได้ถูกหักล้างน้อยที่สุด และมีความชัดเจนของสัญญาณมากที่สุด

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบพระคุณ อาจารย์แพทย์หญิง กมลทิพย์ หาญผดุงกิจ อาจารย์นายแพทย์ อกาจ ผ่องอักษร อาจารย์ นายแพทย์ ประคัลภ์ จันทร์ทอง และอาจารย์ สุทธิพล อุดมพันธ์ุรักษ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และคำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จสมบูรณ์



**เอกสารอ้างอิง**

1. Aminoff MJ. *Electrodiagnosis in clinicus ne* 2<sup>nd</sup> ed. Melbourne: Churchill Livingstone, 1986 : 279-83.
  2. Johnson EW. *Practical electromyography* 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1988 : 149, 153.
  3. Goodgold J, Ebergtein A. *Electrodiagnosis of new disease* 3<sup>rd</sup> ed. London : Williams & Wilkins, 1983 : 111-15.
  4. Dumitru D., Walsh NE. Practical instrumentation and common source of error. *Am J Phys Med Rehabil* 1981; 44 : 407-13.
  5. Kimura J, Machinda 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.
  6. Robinson LR. Interelectrode distance: a method for fixing electrode separation, a commentary. *Am. J. Phys Med Rehabil* 1992; 71(2) : 122-123.
  7. Lee HJ., DeLisa JA., Bach JR. Physiologic considerations in the determination of optimal interelectrode distance for the antidromic recording of compound sensory nerve; action potential, commentary. *Am. J Phys Med Rehabil* 1993; 99-100.
  8. Eduardo E, Burke D. The optimal recording electrode configuration for compound sensory action potential. *J Neu Neusur-Psy.* 1988; (51) : 684-7.
-

# จดหมายจากผู้อ่าน

7 กรกฎาคม 2537

เขียน บรรณาธิการเวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร

ผมอยากจะขอแสดงความเห็นเกี่ยวกับเรื่องเวชศาสตร์ฟื้นฟูในผู้ป่วยบาดเจ็บประสาทแขน ดังนี้

1. คำว่า "เส้นประสาทแขน" ทำให้นึกถึง peripheral nerve ดีที่มีภาษาอังกฤษกำกับไว้ จึงไม่เข้าใจผิด ผมคิดว่าน่าจะใช้คำว่า "ร่างแหประสาทแขน" น่าจะใกล้เคียงกว่า หรือจะเป็นคำอื่นก็ได้ที่จะไม่ทำให้เข้าใจผิด

2. การใช้ความร้อนจะได้เพียง paraffin เนื่องจาก ความต้งจำเพาะของ paraffin ผมคิดว่าน่าจะผิด เพราะความต้งจำเพาะมาจากคำว่า specific gravity แต่ paraffin จะมี specific heat น้อยกว่าน้ำ ดังนั้นควรจะใช้คำว่า "ความร้อนจำเพาะ" มากกว่า

3. ชนิดของกายอุปกรณ์เสริม/ประคอง

3.1 น่าจะมีรูปให้ดูเพื่อจะได้เห็นลักษณะชัดเจน

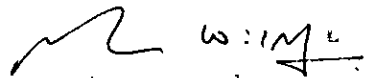
3.2 คำบรรยายในข้อ 1. อ่านแล้วเข้าใจยาก น่าจะเขียนเป็น

อุปกรณ์เสริมนี้จะประคองแขนส่วนบนและแขนส่วนล่าง โดยมีจุดเชื่อมต่อกันที่ข้อศอก ข้อนี้สามารถจะล็อกได้ 4-6 จังหวะมุม ดังนั้นจะสามารถงอศอกได้ตามจังหวะมุมต่าง ๆ ที่กำหนด.....

4. ในหัวข้อเรื่อง เพื่อลดความเจ็บปวด "การขาดเลือด (ischemia) และ adrenalin กับ nor-adrenalin ซึ่งจะมีการปล่อย" ควรจะ ทำให้มีการปล่อย

บทความนี้เป็นบทความพื้นวิชาที่น่าสนใจ เพราะนับวันจะมีผู้ป่วยประเภทนี้มากขึ้น ขอชมและขอให้กำลังใจน้อง ๆ ให้พยายามเขียนบทความที่มีประโยชน์เช่นนี้ต่อไป

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์เทอดชัย ชีวะเกตุ)

ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จ.เชียงใหม่ 50200

เขียน อาจารย์ณัฐยา ทีเคาฬ

ได้รับจดหมายแสดงความคิดเห็นเรื่องบทความแล้ว รู้สึกขอบพระคุณและดีใจ ที่มีผู้อ่านสนใจและติชมในการทำงาน จึงขออน้อมรับไว้เพื่อผลงานที่ดีต่อไปค่ะ

ขอแสดงความนับถือ

พญ. กัตติกา ภูมิพิทักษ์กุล

บรรณาธิการมีความยินดีที่ได้เห็นท่านผู้อ่านและผู้เขียนได้สื่อสารกันผ่านทางหนังสือ หวังว่าเราคงได้รับความร่วมมือจากผู้อ่าน และผู้เขียนตลอดไป

(ณัฐยา จิตประไพ)

บรรณาธิการ

# ข่าวสมาคม

## ปฏิทินการประชุมวิชาการ ในต่างประเทศซึ่งน่าสนใจ

1. 12<sup>th</sup> World Congress of IFPMR May 27-31, 1995 Sydney, Australia
2. Congress on Rehabilitation Medicine May 27-31, 1995 Istanbul, Turkey
3. 5<sup>th</sup> European Congress on Research in Rehabilitation May 29-June 1, 1995 Helsinki, Finland
4. The X International Congress of E.M.G and clinical Neuropathy October 9-15 1995 Kyoto, Japan
5. The First Medicine congress to physical Medicine & Rehabilitation May 12-16, 1996 Herzlia, Israel
6. 8<sup>th</sup> World Congress of the International Rehabilitation Medicine Association August 31-September 5, 1997 Kyoto, Japan

## การสมัครสอบเพื่อหนังสืออนุมัติบัตรและวุฒิบัตร สาขาเวชศาสตร์ฟื้นฟู

### ผู้มีสิทธิ์เข้าสอบ

1. ต้องมีคุณสมบัติ ตามข้อบังคับของแพทยสภา ว่าด้วยเกณฑ์การออกหนังสืออนุมัติบัตรและวุฒิบัตร เพื่อแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขาประเภทที่สาม พ.ศ. 2535 หมวด 2 ข้อ 4 หรือข้อ 5
2. ต้องผ่านการฝึกอบรมทางด้าน electriodiagnosis และกายอุปกรณ์เทียมและกายอุปกรณ์เสริมอย่างน้อย 6 เดือน
3. ต้องส่งผลงานการทำวิจัย อย่างน้อย 1 เรื่อง โดยมีใบรับรองจากอาจารย์ผู้คุมการวิจัย และหัวหน้าภาควิชา

### การสอบ

1. การสอบข้อเขียน ต้องได้คะแนนผ่านเกณฑ์จึงมีสิทธิ์สอบปฏิบัติและปากเปล่า

วิธีการสอบ ประกอบด้วย การสอบข้อเขียน 3 ชั่วโมง

2. การสอบปฏิบัติ ประกอบด้วย

1. การสอบ electriodiagnosis
2. การสอบกายอุปกรณ์เทียมและกายอุปกรณ์เสริม
3. OSCE

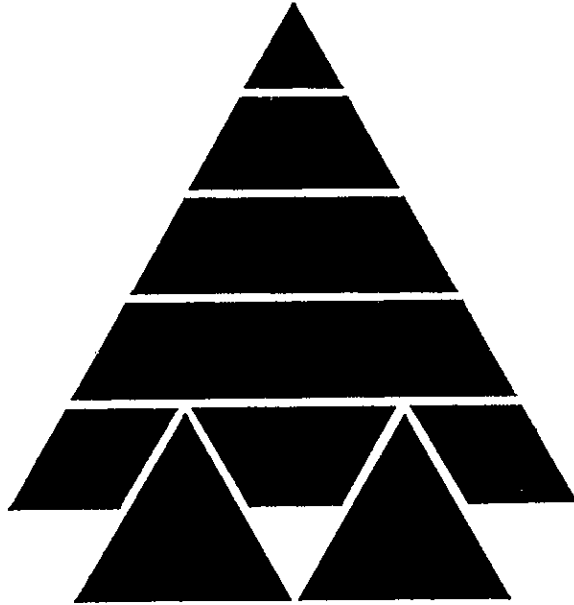
### วิธีการสอบ

1. ประกอบด้วย การสอบการประเมินผลทาง electriodiagnosis โดยสอบภาคปฏิบัติ โดยกรรมการจัดหาผู้ป่วยและการสอบ กรรมการ : ผู้สอบ = 2 : 1
2. ประกอบด้วย การสอบทางกายอุปกรณ์เทียมและกายอุปกรณ์เสริม โดยกรรมการจัดหาผู้ป่วย กรรมการ : ผู้สอบ 2 : 1

3. การสอบปากเปล่า

วิธีการสอบ กรรมการ:ผู้สอบ = 3:1 กรรมการมีสิทธิ์ถามได้ทุกเรื่อง ทุกแง่มุม การให้คะแนนพิจารณาความรู้พื้นฐาน ไหวพริบ กิริยามารยาทและวิทยาการก้าวหน้า

**การตัดสิน** การตัดสินของคณะกรรมการถือเป็นขั้นสุดท้าย



**แผนกเครื่องมือแพทย์**

**บริษัท เบอรัลล์ ยุคเกอร์ จำกัด (มหาชน)**

99 ซ.รุเบีย สุขุมวิท 42 กรุงเทพฯ

โทร. 367-1262-65 FAX 3671000

ผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางกายภาพบำบัด

ห้องผ่าตัด, ไอซียู และอื่น ๆ

**BOSCH**

**CHATTANOOGA**  
**GROUP, INC.**

**CVBEX**<sup>®</sup>

**MAGSTIM**

**Medelec**

**NORAXON**

**PARKER**

**Preston**

**uniphy**