

Axillary F loop Latency (AFLL) : Proximal Conduction Time of a Peripheral Nerve

Wathanadilokul U, MD.
Kovindha A, MD.

Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai.

Wathanadilokul U, Kovindha A : Axillary F loop latency (AFLL). Proximal conduction time of a peripheral nerve. J Thai rehabil 1995;5(1):33-38

Abstract

F wave latency has been widely used for evaluating the proximal part of a peripheral nerve. However, the prolonged F wave latency can be caused by the lesions at any sites along the peripheral nerve, or even in the spinal cord. This study advocates and describes a simple method that is specific to measure only the proximal central conduction time between the axilla and the spinal cord. This covers a horizontal distance of 25 cm. twice, defined as the axillary F loop latency (AFLL). The mean calculated AFLL ($AFLL = F + Mw - 2 Max$) of the ulnar in normal subjects (98 limbs) was 9.27 msec (SD = 0.93) and of the median nerve (39 limbs) was 9.03 msec (SD = 0.88). The ulnar AFLL of more than 10.2 msec (mean + SD) and median AFLL of greater than 9.9 msec (mean + SD) suggest an abnormality (specificity = 88% and 85% respectively). These abnormalities were found in some patients with brachial plexus lesion, Guillain-Barre syndrome, syringomyelia and cervical radiculopathy. On the contrary, the AFLL is not a sensitive test for thoracic outlet syndrome. Therefore, the abnormalities of AFLL in patients suspecting proximal lesions in the peripheral nerves of the upper limb do confirm the proximal pathologies. However, if there is no abnormality found, minimal lesion or pathology involving only sensory pathway may not be ruled out.

KEY WORDS : Nerve conduction, peripheral nerve, F wave, AFLL

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค่าปกติของเวลาที่ใช้การชักนำกระแสประสาทสั่งการในช่วงต้นของเส้นประสาทส่วนปลาย ตั้งแต่บริเวณรักแร้ถึงไขสันหลังและวกกลับมาที่รักแร้อีกครั้งหนึ่ง ที่เรียกว่า axillary F loop latency (AFLL) พบว่า ค่าเฉลี่ยดังกล่าวของเส้นประสาท ulnar ในคนปกติจำนวน 98 แขน มีค่าเท่ากับ 9.27 มิลลิวินาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.93) และของเส้นประสาท median จำนวน 39 แขนมีค่าเท่ากับ 9.03 มิลลิวินาที (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.88) ถ้าค่าดังกล่าวมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า ผลรวมของค่าเฉลี่ยกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน นั่นคือ 10.2 มิลลิวินาทีสำหรับเส้นประสาท ulnar และ 9.9 มิลลิวินาทีสำหรับเส้นประสาท median ให้ถือว่ามีความผิดปกติ โดยมีความจำเพาะ 88% และ 85% ตามลำดับ และจากการศึกษาผู้ป่วยที่มีพยาธิวิทยาสภาพที่เส้นประสาทส่วนต้นหรือที่ไขสันหลัง พบความผิดปกติของค่า AFLL ในผู้ป่วยบางรายที่มี central cord lesion, syringomyelia, Guillain-Barre's syndrome (GBS) และ cer-

บทนำ

การตรวจความเร็วของการชักนำกระแสประสาทสั่งการ motor nerve conduction (MNC) เป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้บ่อยในการตรวจหาความผิดปกติของเส้นประสาทส่วนปลาย โดยการตรวจจะกระตุ้นที่จุด 2 จุดที่ห่างกันบนเส้นประสาท แล้วบันทึกกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการ

หดตัวของกล้ามเนื้อ compound muscle action potential (CMAP) ที่เลี้ยงโดยส่วนปลายของเส้นประสาทนั้น แต่วิธีการนี้จะตรวจได้แต่เฉพาะความผิดปกติของส่วนปลายประสาทเท่านั้น จึงมีการศึกษา F wave เพื่อตรวจหาพยาธิสภาพที่ส่วนต้นของเส้นประสาท อันได้แก่ พยาธิสภาพที่เซลล์ประสาทสั่งการในไขสันหลังและเส้นประสาทสั่งการ

ในรากประสาท โดยการหาเวลาที่ใช้ในการชักนำ (latency) ของ F wave จากจุดกระตุ้นที่ข้อมือ ขึ้นไปตามเส้นประสาทสั่งการ จนถึงเซลล์ประสาทสั่งการที่ไขสันหลังและวกกลับมาตามเส้นประสาทสั่งการ มากระตุ้นที่กล้ามเนื้อที่ถูกเลี้ยงด้วยเส้นประสาทดังกล่าว แต่ระยะเวลาดังกล่าวเปลี่ยนแปลงตามความสูงหรือความยาวแขน จึงต้องมีการนำค่าที่ได้จากการศึกษาแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกับค่าปกติที่ได้จากผู้ที่มีความสูงหรือความยาวแขนเท่ากันเสียก่อน⁽¹⁾ ถ้าค่าระยะเวลาที่ใช้ในการชักนำ F wave ช้ากว่าปกติ อาจเกิดจากการมีพยาธิสภาพที่ช่วงไหนของเส้นประสาทก็ได้⁽²⁾ แม้เปลี่ยนจุดกระตุ้นมาเป็นในส่วนต้นของเส้นประสาท เช่น ที่รักแร้ เพื่อหาระยะเวลาในการชักนำของ F wave ก็ไม่สามารถแยกตำแหน่งของพยาธิสภาพที่ทำให้เกิดความผิดปกติได้ อีกทั้ง F wave ที่ปรากฏ มักซ้อนทับกับ CMAP ทำให้เกิดความสับสนในการแปลผลที่ได้ จึงมีผู้ที่พยายามหาวิธีการที่ดีกว่าเพื่อตรวจและสามารถแยกพยาธิสภาพที่ช่วงต้นหรือช่วงปลายออกจากกัน Maclean⁽³⁾ เสนอให้ใช้เข็มกระตุ้นที่ spinal nerve โดยตรง ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถตรวจความผิดปกติที่ข้างต้นได้ค่อนข้างแม่นยำ แต่เทคนิคการทำยุ่งยาก และทำให้ผู้ป่วยเจ็บปวด ส่วน Eisen และคณะ⁽⁴⁾ เสนอการคำนวณหา F/Mratio ในขณะที่ Kimura⁽⁵⁾ เสนอวิธีการกระตุ้นแบบ collision, การคำนวณหา F ratio [(F-M-1)/M] และ F wave conduction velocity ซึ่งทั้ง 2 วิธีหลังนี้ ค่าต่างๆ ที่นำมาใช้ในการคำนวณ ยังคงเป็นระยะเวลาที่ผ่านช่วงต้นและช่วงปลายของเส้นประสาทอยู่ และค่าที่ได้ก็ยังไม่เปลี่ยนแปลงตามความยาวแขนหรือความสูง

ในปี คศ. 1976 Wu และ Stratigos⁽⁶⁾ ได้เสนอวิธีการวัดระยะเวลาที่ใช้ในการชักนำกระแสประสาทในช่วงต้นของเส้นประสาทส่วนปลาย จากบริเวณรักแร้ไปยังไขสันหลังและกลับมาที่รักแร้ และเรียก ค่าของระยะเวลาที่ใช้ในการชักนำของกระแสประสาทว่า axillary F loop latency (AFLL) ด้วยวิธีนี้ จะสามารถตรวจหาความผิดปกติเฉพาะช่วงต้นของเส้นประสาทได้ และค่านี้ไม่เปลี่ยนแปลงตามความยาวแขน ผู้วิจัยจึงได้ทำการหาค่าเฉลี่ยและค่าที่ปั้งซึ่งมีความผิดปกติของ AFLL ของเส้นประ-

สาท median และ ulnar ในกลุ่มคนปกติ และนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับของคนที่มีความผิดปกติของเส้นประสาทส่วนปลาย หรือที่ไขสันหลัง เพื่อดูว่า การศึกษา AFLL จะมีประโยชน์ในการบ่งชี้ หรือยืนยันตำแหน่งของความผิดปกติได้มากน้อยเพียงใด

วัตถุประสงค์และวิธีการ

1. ประชากร

- กลุ่มคนปกติ ได้แก่ ในกลุ่มคนที่ได้รับการถามประวัติและตรวจร่างกาย แล้วไม่พบความผิดปกติทางระบบประสาทของคอ แขน และมือ ไม่มีประวัติเบาหวานหรือดื่มสุราเป็นประจำ

- กลุ่มที่มีพยาธิสภาพ ได้แก่ กลุ่มคนที่มีอาการและอาการแสดงของโรค thoracic outlet syndrome (TOS), central cervical cord injury, syringomyelia (ที่ระดับ cervical cord), cervical spondylosis, Guillain-Barre's syndrome (GBS), carpal tunnel syndrome (CTS) และ Guyon's canal syndrome

2. อุปกรณ์ การศึกษานี้ใช้เครื่องตรวจ Disa neuromatic 2000 C โดยตั้งตัวแปรต่างๆ ของเครื่องดังนี้

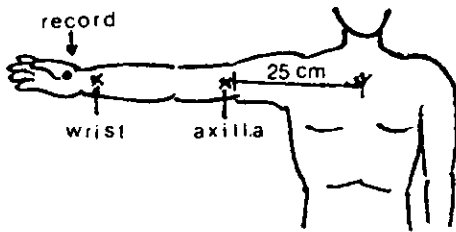
	MNC study	F wave study
sweep speed	2 msec/D	5 msec/D
upper filter	2 KHz	2 KHz
lower filter	20 Hz	20 Hz
sensitivity	5 mv/D	0.1 mV/D

และกำหนดอุณหภูมิห้องไว้ระหว่าง 25-27 องศาเซลเซียส

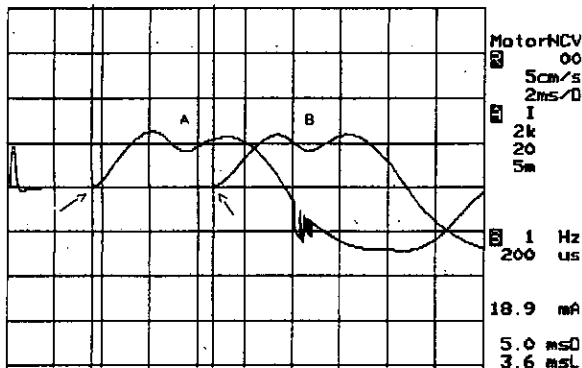
3. วิธีการ

3.1 ศึกษาการชักนำของกระแสประสาทสั่งการวาง surface recording electrode ที่ motor point ของกล้ามเนื้อ abductor pollicis brevis เมื่อกระตุ้นเส้นประสาท median และที่กล้ามเนื้อ abductor digiti minimi สำหรับเส้นประสาท ulnar ส่วนจุดอ้างอิง วาง electrode ตามแนวเอ็นของกล้ามเนื้อห่างไปทางปลายประมาณ 4 เซนติเมตร กระตุ้นที่ข้อมือห่างจากจุดบันทึก

8 เซ็นติเมตร โดยวัดตามแนวของเส้นประสาท เพื่อให้ได้ CMAP ที่เกิดจากการกระตุ้นที่ข้อมือ วัดค่าระยะเวลาที่ใช้ในการชักนำกระแสประสาทดังกล่าว (Mw) และกระตุ้นที่ท้องแขนในตำแหน่งที่ห่างจากจุดกึ่งกลางของกระดูกอก 25 เซ็นติเมตร ในท่าไหล่กาง 90 องศา ตามแบบของ Wu(6) และ Hong(7) เพื่อให้ได้ CMAP ที่เกิดจากการกระตุ้นบริเวณใกล้รักแร้ แล้ววัดค่าระยะเวลาที่ใช้ในการชักนำกระแสประสาทที่ได้ (Max) (รูปที่ 1 และ 2)

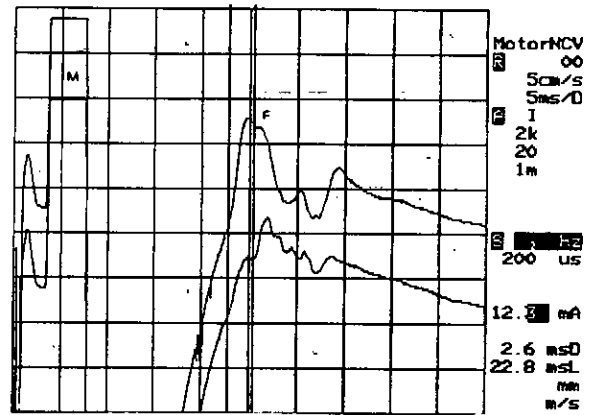


รูปที่ 1. แสดงตำแหน่งจุดบันทึกที่กล้ามเนื้อ abductor pollicis brevis จุดกระตุ้นที่ข้อมือ (wrist) ห่างจากจุดบันทึก 8 เซ็นติเมตร ตามแนวของเส้นประสาท, จุดกระตุ้นที่บริเวณรักแร้ (axilla) อยู่ที่ท้องแขน ห่างจากจุดกึ่งกลางของกระดูกอก 25 เซ็นติเมตร



รูปที่ 2. แสดงลักษณะ compound muscle action potentials (CMAP) ที่ได้จากการกระตุ้นเส้นประสาท ulnar ที่ข้อมือ (A) และที่รักแร้ (B)

3.2 สำหรับการศึกษาค่า F wave กระตุ้นที่ข้อมือ แต่หันขั้วลบไปด้านต้นแขนใช้ไฟกระตุ้นระดับ supra-maximum จน F wave ปรากฏ วัดค่าระยะเวลาในการชักนำกระแสประสาทที่น้อยที่สุดจากการกระตุ้น 8 ครั้ง (รูปที่ 3)



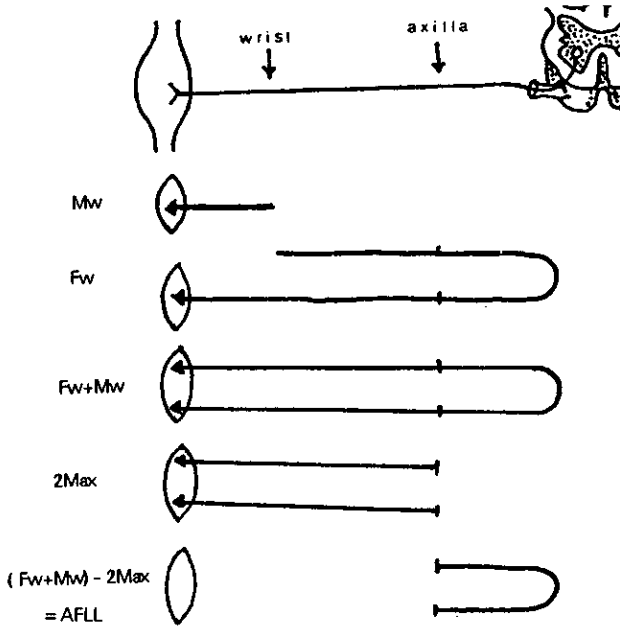
รูปที่ 3. แสดงลักษณะ F wave ที่ได้จากการกระตุ้นที่ข้อมือ

3.3 นำค่าที่ได้จากข้อ 3.1 และ 3.2 มาคำนวณเพื่อหาค่าระยะเวลาที่ใช้ในการชักนำกระแสประสาท AFLL ดังสูตรต่อไปนี้ $AFLL = F + Mw - 2 Max$ (รูปที่ 4)

ผลการศึกษา

ในกลุ่มคนปกติได้ศึกษาเส้นประสาท median จาก 39 แขน ในกลุ่มคนที่มีอายุเฉลี่ย 37.7 ปี (20-65 ปี) และตรวจเส้นประสาท ulnar 98 แขน ในกลุ่มคนที่มีอายุเฉลี่ย 40.6 ปี (25-70 ปี)

ผลการตรวจในคนปกติแสดงได้ค่า AFLL ของเส้นประสาท median และของเส้นประสาท ulnar เท่ากับ 9.26 และ 9.03 มิลลิวินาที ตามลำดับ และเมื่อกำหนดให้ค่าความผิดปกติเท่ากับ ค่าเฉลี่ยบวกค่าความเบี่ยงเบน นั่นคือ 10.2 และ 9.9 มิลลิวินาที ตามลำดับ พบว่าค่าดังกล่าวมีความจำเพาะคิดเป็นร้อยละ 88 และ 85 สำหรับเส้นประสาท median และ ulnar ตามลำดับ (ตารางที่ 1)



รูปที่ 4. แสดงการคำนวณค่า axillary F loop latency (AFLL)

$$AFLL = (Fw + Mw) - 2Max$$

Mw = ระยะเวลาชักนำของเส้นประสาทสั่งการที่จุดกระตุ้นที่ข้อมือ (wrist)

Max = ระยะเวลาชักนำของเส้นประสาทสั่งการที่จุดกระตุ้นที่บริเวณรักแร้ (axilla)

Fw = ระยะเวลาชักนำของ F wave ที่ได้จากการกระตุ้นที่ข้อมือ

ตารางที่ 1. แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ F wave latency และ axillary F loop latency (AFLL) ของเส้นประสาท ulnar และ median

	Ulnar nerve	Median nerve
N (limbs)	98	39
mean age (yr)	40.6 (25-70)	37.7 (20-65)
F latency (ms)	24.9 (SD = 1.85)	25.34 (SD = 1.8)
M wrist latency (ms)	3.27 (SD = 0.45)	3.87 (SD = 0.48)
AFLL (ms)	9.26 (SD = 0.93)	9.03 (SD = 0.88)
AFLL difference (ms)	0.75 (SD = 0.58)	0.79 (SD = 0.5)
Specificity	88%	85%

ตารางที่ 2. แสดงจำนวนการตรวจพบความผิดปกติของ AFLL ในผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพที่ไขสันหลัง หรือที่เส้นประสาทส่วนปลายในตำแหน่งต่างๆ

	Abnormal AFLL	
	Ulnar	Median
1. Central cervical cord injury (C6, 7, 8)	7 (14)	2 (4)
2. Guillain-Barre's syndrome	1 (2)	-
3. Syringomyelia (extend to C-level)	2 (4)	2 (2)
4. Thoracic outlet syndrome (TOS)	0 (4)	-
5. Cervical radiculopathy C6-7	-	2 (2)
6. Brachial plexitis	2 (2)	2 (2)
7. Guyon's canal syndrome	0 (5)	-
8. Carpal tunnel syndrome	-	5 (21)

หมายเหตุ () = จำนวนที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 3. แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที่ถือว่าผิดปกติของ axillary F loop latency ของเส้นประสาท ulnar และ median ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ และจากการศึกษาของ Wu และ Hong

	CMU	Hong	Wu
Ulnar AFLL	9.17 ± 0.81	11.2 ± 0.8	9.26 ± 0.93
Abnormal	11 ms (X ± 2SD)	13.6 (X ± 3SD)	10.2 (X + SD)
Median AFLL	-	11.2 ± 0.8	9.03 ± 0.88
Abnormal	-	13.6	9.9 (X + SD)
Age (mean)	26.5	51	38
temp (C)	24	22-25	25-27

AFLL ในผู้ป่วย cervical radiculopathy และผู้ป่วย brachial plexitis คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนผู้ป่วย syringomyelia พบความผิดปกติร้อยละ 67 และผู้ป่วย central cord lesion และ GBS คิดเป็นร้อยละ 50 ในขณะที่ผู้ป่วย TOS, CTS และ Guyon's canal syndrome ไม่พบว่ามีความผิดปกติของ AFLL (ตารางที่ 2)

บทวิจารณ์

เนื่องจาก AFLL เป็นการวัดระยะเวลาที่ใช้ในชักนำกระแสประสาท จากบริเวณรักแร้หรือท้องแขนไปยังไขสันหลัง แล้ววกกลับมายังจุดกระตุ้นอีกครั้งหนึ่ง รวม

เมื่อนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผู้ป่วยโรคต่างๆ ที่มีพยาธิสภาพที่ข้อมือต่างๆ ของเส้นประสาท และที่ไขสันหลังระดับคอ พบว่า ความผิดปกติของ

เป็นระยะทาง 50 เซ็นติเมตร จึงถือว่าเป็นการตรวจส่วนต้นของเส้นประสาท โดยไม่นำช่วงปลายของเส้นประสาทมาเกี่ยวข้อง และไม่ต้องคำนึงถึงความยาวแขน ทำให้เป็นข้อได้เปรียบของวิธีนี้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ ที่ได้กล่าวข้างต้น(4,5) อีกทั้งวิธีการนี้ไม่ทำให้ผู้ที่รับการตรวจมีความรู้สึกเจ็บปวดตึงเช่นวิธีการกระตุ้นที่รากประสาท(4)

การศึกษานี้เลือกใช้ระยะทางที่ 25 เซ็นติเมตร จากจุดกึ่งกลางกระดูกอก ในท่าไหล่กาง 90 องศา เช่นเดียวกับการศึกษาของ Wu และ Hong แม้ว่าจะไม่ใช่ความยาวที่แท้จริงของเส้นประสาทจากจุดกระตุ้นไปยังไขสันหลังซึ่ง Livingstone(8) ได้ทำการศึกษาในศพโดยใช้ caliper วัดระยะทางจาก spinous process ของกระดูกคอระดับที่ 7 มายังต้นแขน พบว่าระยะทาง 35 เซ็นติเมตร ในขณะที่ไหล่กาง 60 องศา หมุนเข้าใน 45 องศา และศอกงอ 65 องศา จะเป็นค่าใกล้เคียงกับความยาวจริงของเส้นประสาท ulnar จากไขสันหลังมาถึงต้นแขน แต่เมื่อนำมาใช้กับคนไทย ระยะวัดนี้จะเลยพ้นข้อศอก จึงไม่ถูกนำมาใช้ในการศึกษาค้างนี้ อีกทั้งค่า AFLL ที่ได้เกิดจากการกระตุ้นที่ระยะทางที่คงที่ และระยะทางไม่ถูกนำมาคำนวณในสูตรดังกล่าวข้างต้น จึงไม่จำเป็นที่ต้องได้ค่าระยะความยาวที่แท้จริงของเส้นประสาท

เมื่อเปรียบเทียบการศึกษานี้กับการศึกษา AFLL ของ Hong(7) และ Wu(6) ที่เคยทำมาก่อน (ตารางที่ 3) พบว่าค่า ulnar AFLL ที่ได้ใกล้เคียงกับของ Hong แต่น้อยกว่าของ Wu ซึ่งอธิบายได้ดังนี้ 1) การศึกษาของ Wu ทำในกลุ่มประชากรที่มีอายุมากกว่า และควบคุมอุณหภูมิห้องไว้ต่ำกว่าในการศึกษาค้างนี้ 2) การตั้ง sensitivity ของเครื่องในขณะที่ศึกษาต่างกัน ทำให้ค่าระยะเวลาในการชักนำกระแสประสาทที่ได้ต่างกัน เมื่อค่า sensitivity สูง ค่าระยะเวลาในการชักนำจะสั้นกว่าเมื่อตั้งค่า sensitivity ไว้ต่ำ(9)

ค่าที่ถือว่าผิดปกติในการศึกษานี้กำหนดไว้เท่ากับค่าเฉลี่ยรวมกับค่าเบี่ยงเบน 1 เท่า คือ 10.2 มิลลิวินาที สำหรับเส้นประสาท ulnar และ 9.9 มิลลิวินาที สำหรับเส้นประสาท median ซึ่งมีความจำเพาะ 88% และ 85% ตามลำดับ แสดงว่า ถ้าค่า AFLL ที่ได้จากการตรวจมีค่า

มากกว่าหรือเท่ากับค่าดังกล่าว ย่อมบ่งชี้ว่า มีความผิดปกติของการชักนำกระแสประสาท เนื่องจากมีพยาธิสภาพที่ส่วนต้นของเส้นประสาท หรือที่ไขสันหลังจริง

แต่เนื่องจากจำนวนของผู้ป่วยที่ถูกนำมาศึกษาค้างนี้มีจำนวนน้อย จึงไม่สามารถหาค่าความไวของการตรวจได้ แต่ก็ประมาณว่า มีค่าความไวค่อนข้างต่ำ จึงไม่สามารถบ่งชี้ว่า มีความผิดปกติของการชักนำกระแสประสาทในกลุ่มที่มีพยาธิสภาพเพียงเล็กน้อยที่รากประสาทหรือใกล้เคียง เช่นในผู้ป่วยที่มีอาการของ cervical radiculopathy และ TOS เป็นต้น หรืออาจเป็นเพราะ กลุ่มผู้ป่วยดังกล่าวมีแต่พยาธิสภาพของเส้นประสาทรับความรู้สึก หรืออาการาเกิดจากการกดของหลอดเลือดเท่านั้น และอาการมักเกิดเป็นครั้งคราวเมื่อมีการกดในท่าใดท่าหนึ่งเท่านั้น จึงไม่อาจตรวจพบได้

สำหรับกลุ่มที่มีพยาธิสภาพที่ไขสันหลังระดับคอ เช่น central cord syndrome หรือ syringomyelia ตรวจพบความผิดปกติของ AFLL ค่อนข้างชัดเจน จึงช่วยยืนยันว่ามีพยาธิสภาพอย่างแน่นอน แต่ถ้าไม่พบว่าผิดปกติ อาจเป็นเพราะมีพยาธิสภาพน้อย หรือไม่มีพยาธิสภาพที่ส่วนนั้น

ในทางตรงข้าม จากการศึกษาพบว่า ผู้ป่วย CTS บางราย มีความผิดปกติของ AFLL ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้ป่วยดังกล่าวมีพยาธิสภาพที่ช่วงต้นของเส้นประสาทส่วนปลายเช่น มี cervical radiculopathy ร่วมด้วย ดังนั้น AFLL จึงมีส่วนช่วยในการวินิจฉัยโรคที่อาจมีอาการใกล้เคียงกัน หรือ อาจพบร่วมกันได้

สรุป

การใช้ AFLL เพื่อตรวจหาพยาธิสภาพที่ช่วงต้นของเส้นประสาทจะมีความแม่นยำกว่าการใช้ ค่าระยะเวลาในการชักนำของกระแสประสาท F wave เพียงอย่างเดียว อีกทั้งเทคนิคการทำนั้น สามารถทำได้ง่าย เพียงเพิ่มการกระตุ้นที่ต้นแขนบริเวณใกล้รักแร้ เข้าไปในการตรวจ MNC และ F wave ตามปกติ แล้วนำมาคำนวณด้วยการบวกเลขง่าย ๆ เท่านั้น ถ้าค่า AFLL ผิดปกติ สามารถยืนยันได้ว่ามีพยาธิสภาพที่ช่วงต้นของเส้นประสาท หรือที่ไขสันหลังระดับคออย่างแน่นอน แต่ค่า AFLL ปกติ

เส้นประสาทช่วงต้นอาจมีพยาธิสภาพน้อย หรือไม่มีพยาธิสภาพก็ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณมณี สิทธิน้อย, พญศิรินิภา อินทรพานิชย์ และ คุณจินตามัย เมืองอินทร์ ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้การวิจัยสำเร็จด้วยดี

References

1. Lachman T, Shahani BT, Young RR. Late responses as aids to diagnosis in peripheral neuropathy. *J Neurol Neurosurg Psych* 1980; 43 : 156-62.
2. Young RR, Shahani BT. Clinical value and limitations of F-wave determination. *Muscle & Nerve* 1978; 1 : 248-50, Kimura J. Comment. *Muscle & Nerve* 1978; 1 : 250-2, Panayiotopoulos CP. Reply. *Muscle & Nerve* 1978; 1 : 252-3.
3. Maclean IC. Nerve root stimulation to evaluate conduction across the brachial and lumbrosacral plexuses. *Rec Adv Clin Electromyog AAEE* 1980; 51-5.
4. Eisen A, Schomer D, Melmed C. The application of F-wave measurements in the differentiation of proximal and distal upper limb entrapments. *Neurology* 1977; 27 : 662-8.
5. Kimura J. The F wave. In : Kimura J. *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle : principles and practice*. 2nd ed. Philadelphia : F.A. Davis Company, 1989 : 332-55.
6. Wu Y, Kunz JRM, Putnum TD, Stratigos JS. Axillary F central latency : simple electrodiagnostic technique for proximal neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil* 1983; 64 : 117-20.
7. Hong CZ, Joynt RL, Lin JC, Lufty S, Causin P, Meltzer RJ. Axillary F-loop latency of ulnar nerve in normal young adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1981; 62 : 565-9.
8. Livingstone EF, Delisa JA, Haler EM. Electrodiagnostic values through the thoracic outlet using C8 root needle studies, F waves, and cervical somatosensory evoked potentials. *Arch Phys Med Rehabil* 1984; 65 : 726-30.
9. Dumitru D, Walsh NEW. Practical instrumentation and common sources of error. *Am J Phys Med Rehabil* 1988; 67 : 55-65.