

การศึกษาความเที่ยงตรงของการตรวจCMAPเมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจ needle EMG
พบspontaneous activity ของภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือในโรงพยาบาลชลบุรี

ณัฐนี อินทิวร พ.บ.

โรงพยาบาลชลบุรี

บทคัดย่อ

ที่มาของปัญหา: การส่งตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัยในผู้ป่วยภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือสามารถช่วยยืนยันและบอกระดับความรุนแรงของโรคได้ และเกณฑ์การตรวจมีทั้งแบบใช้และไม่ใช้ผลneedle EMG การตรวจโดยใช้needle EMGเพื่อประเมินภาวะเส้นประสาทถูกทำลาย (axonopathy) หากตรวจพบspontaneous activity แต่การตรวจต้องใช้เข็มแทงกล้ามเนื้อบริเวณมือซึ่งทำให้เกิดความเจ็บ และมีเรื่องค่าใช้จ่ายจากเข็มที่ใช้ตรวจ การตรวจด้วยวิธีชักนำประสาทโดยใช้ CMAP น่าจะใช้พยากรณ์ภาวะเส้นประสาทถูกทำลายได้

วิธีการศึกษา: การศึกษาแบบเก็บข้อมูลย้อนหลัง สืบค้นข้อมูลจากเวชระเบียนการตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัยที่สรุปผลการตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัยพบภาวะเส้นประสาทถูกกดทับบริเวณข้อมือ และได้รับการตรวจทั้งการชักนำประสาทและการตรวจแบบ needle EMG แผนกเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลชลบุรี ช่วงปี 2562 - 2566

ผลการศึกษา: ผู้ป่วยทั้งหมด 54 ราย อยู่ในเกณฑ์คัดออก 4 ราย ดังนั้นผู้ป่วยที่ผ่านเกณฑ์มีทั้งหมด 50 ราย ผลการตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัยแบ่งเป็นผู้ป่วยที่มีผลการตรวจ CMAP < 5 mv และตรวจพบ spontaneous activity จำนวน 26 ราย ผู้ป่วยที่มีผลการตรวจ CMAP < 5 mv และตรวจไม่พบ spontaneous activity จำนวน 6 ราย ผู้ป่วยที่มีผลการตรวจ CMAP ≥ 5 mv และตรวจพบspontaneous activity จำนวน 3 ราย และผู้ป่วยที่มีผลการตรวจCMAP ≥ 5 mv และตรวจไม่พบspontaneous activity จำนวน 15 ราย

นำมาคำนวณค่า sensitivity ได้ 90% ค่าspecificity ได้ 71% และ accuracy 82% เมื่อใช้ Logistic regression ทำกราฟจากผล CMAP พบจุดตัดที่ 3.7 mv และมีค่า specificityเพิ่มขึ้นเป็น 86%

สรุป: การตรวจไฟฟ้าวินิจฉัยในผู้ที่มีภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือสามารถใช้ CMAP พยากรณ์โอกาสตรวจพบspontaneous activity ใน needle EMG ได้

คำสำคัญ : ภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือ, การตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัย, การตรวจแบบชักนำกระแสประสาท, การตรวจneedle EMG, การพยากรณ์

The non-invasive potential: CMAP as a valid test in comparison to invasive needle EMG in Carpal Tunnel Syndrome evaluation at Chonburi hospital

Natinee Inteeworn,M.D.
Chonburi Hospital

Abstract

Background : Electrodiagnosis can confirm the presence and severity of carpal tunnel syndrome. The criteria for diagnosing CTS vary; some include only nerve conduction studies, while others also incorporate needle EMG studies to confirm severe axonopathy. A disadvantage of needle EMG studies is the pain and cost associated with the needles. CMAP represents the function of the axon. Therefore, CMAP may represent spontaneous activity in needle EMG.

Methods : A retrospective cohort study was conducted on 105 patients scheduled for concluding CTS based on electrodiagnostic reports from 2019 to 2023 at Chonburi Hospital. Fifty patients underwent both nerve conduction studies and needle EMG, and they did not meet the exclusion criteria.

Results : There were 26 patients with CMAP < 5 mV and spontaneous activity found in the needle EMG study. Additionally, 6 patients had CMAP < 5 mV with no spontaneous activity detected in the needle EMG study. Furthermore, 3 patients had CMAP $\geq$ 5 mV with spontaneous activity found in the needle EMG study. Lastly, 15 patients had CMAP $\geq$ 5 mV with no spontaneous activity detected

in the needle EMG study. The sensitivity was 90%, specificity was 71%, and accuracy was 82%. From logistic regression of CMAP, there is the cutoff value for CMAP was found to be 3.7 mV. In logistic regression analysis of CMAP, the cutoff value for CMAP was found to be 3.7 mV, with a specificity of 86%.

Conclusion : In electrodiagnosis for CTS, CMAP $\leq$ 3.7 mV can predict the presence of spontaneous activities in needle EMG studies.

Keywords : Carpal tunnel syndrome, Electrodiagnostic study, CMAP, spontaneous activity, prediction

บทนำ

ภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือ หรือ Carpal tunnel syndrome(CTS) เป็นโรคที่พบบ่อย โดยสาเหตุการเกิดภาวะนี้มีความสัมพันธ์กับการใช้งานข้อมือ^(1,2) และพบได้บ่อยที่สุดในกลุ่มเส้นประสาทถูกกดทับแบบเฉพาะที่ (focal peripheral neuropathy)⁽³⁾ ทำให้ผู้ป่วยมีอาการชา ปวด และอ่อนแรงเมื่อใช้งานมือ⁽⁴⁾ นอกจากการซักประวัติ และตรวจร่างกายเพื่อนำไปสู่การวินิจฉัยโรค ยังมีการส่งตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัย (Electrodiagnostic study) เพื่อช่วยยืนยันและบอกระดับความรุนแรงของโรคได้ โดยเกณฑ์การบอกระดับความรุนแรงของภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทมีหลายเกณฑ์ ของAAEM⁽⁵⁾ ใช้การตรวจแบบชักนำประสาท (Nerve Conduction study) อย่างเดียวในการแบ่งระดับ และ AANEM⁽⁶⁾ ใช้การตรวจแบบชักนำกระแสประสาท ร่วมกับการตรวจโดยใช้เข็ม (Electromyography) เป็นเกณฑ์ของระดับรุนแรง ซึ่งการเลือกใช้เกณฑ์เพื่อบอกระดับความรุนแรงขึ้นกับความถนัดของแพทย์ผู้ตรวจแต่ละบุคคล

การตรวจโดยใช้เข็ม (Electromyography) เพื่อประเมินภาวะเส้นประสาทถูกทำลาย (axonopathy) จะช่วยยืนยันภาวะ axonopathy หากตรวจพบ spontaneous activity⁽⁵⁻⁷⁾ โดยการตรวจต้องใช้เข็มแทงกล้ามเนื้อบริเวณมือ (Abductor pollicis brevis) ซึ่งทำให้เกิดความเจ็บ และมีเรื่องค่าใช้จ่ายจากเข็มที่ใช้ตรวจ การตรวจแบบชักนำประสาทมีค่าพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนของ axon ประสาทสั่งการ (motor nerve fiber) คือ compound motor action potential (CMAP) ดังนั้นการตรวจด้วยวิธีชักนำประสาทโดยใช้พารามิเตอร์ CMAP มีแนวโน้มพยากรณ์ภาวะเส้นประสาทถูกทำลาย(axonopathy) ได้⁽⁸⁾ แต่มีผลการศึกษาก่อนหน้านี้แสดงถึงความไม่สัมพันธ์กันระหว่างค่าพารามิเตอร์ต่างๆจากการตรวจชักนำกระแสประสาทและ

Spontaneous activity^(9,10) และสรุปผลการวิจัยว่าค่าพารามิเตอร์จากการตรวจชักนำประสาทไม่สามารถใช้พยากรณ์การเกิด spontaneous activities ในภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือได้แต่ในปัจจุบันเริ่มมีการศึกษาเพิ่มเติม พบว่า ค่าพารามิเตอร์ทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กัน และสามารถใช้เพื่อประเมินการเกิด axonopathy ได้การศึกษาของ Chia-Wei Chang และคณะ⁽¹¹⁾ พบว่า การลดลงของ CMAP สามารถใช้พยากรณ์การตรวจเจอ spontaneous activity จากการตรวจด้วยเข็มได้ ทำการศึกษาผู้ป่วยที่มีอาการ และตรวจร่างกายสงสัยภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือจำนวน 229 คน ตรวจยืนยันด้วยไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัย และนำผลตรวจมาเปรียบเทียบค่าปกติกับกลุ่มควบคุม โดยวัดผลค่าพารามิเตอร์ต่างๆเทียบกัน พบว่าพารามิเตอร์ CMAP สามารถใช้พยากรณ์โรคได้ ถ้า CMAP ระดับน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.1 mv จะมีโอกาสตรวจ needle EMG พบ spontaneous activity 95% และถ้า CMAP มีระดับที่มากกว่า 4.9 mv โอกาสตรวจ needle EMG ไม่พบ spontaneous activity 94% ต่อมาผู้ศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้ผู้ร่วมวิจัยทั้งหมด 100 คน ที่สงสัยภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาท นำมาตรวจเพื่อยืนยันการวินิจฉัยด้วยเครื่องตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัยทั้งแบบชักนำประสาทและแบบตรวจด้วยเข็ม แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่พบ spontaneous activity และไม่พบ spontaneous activity นำ 2 กลุ่มนี้มาเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่างๆพบว่า ถ้า CMAPน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5.3 mv จะมีโอกาสตรวจพบ spontaneous activities 95% แต่ถ้า CMAP มากกว่าหรือเท่ากับ 7.7 mv จะมีโอกาสตรวจไม่พบ spontaneous activity 80%⁽¹²⁾

อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าวเป็นการศึกษาที่ต่างประเทศ ใช้เครื่องตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัยระบบต่างกัน ลักษณะประชากรที่แตกต่าง และรูปแบบการตรวจรวมทั้งค่าปกติที่ใช้อ้างอิงก็มีความแตกต่างกัน

วัตถุประสงค์

เพื่อหาความความแม่นยำ ความไว และความจำเพาะเจาะจงของCMAPในการใช้พยากรณ์การตรวจ needle EMG พบspontaneous activity ในผู้ป่วย CT โรงพยาบาลชลบุรี

สมมติฐานงานวิจัย

การตรวจไฟฟ้าวินิจฉัยในผู้ที่มีภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือ (CTS) สามารถใช้ CMAP เป็นตัวพยากรณ์โอกาสตรวจพบ spontaneous activity ใน needle EMG ได้

วิธีการศึกษา

รูปแบบงานวิจัย

Retrospective cohort study (การศึกษาแบบเก็บข้อมูลย้อนหลัง)

ขั้นตอนและวิธีในการวิจัย

กลุ่มประชากรที่ศึกษา

กลุ่มประชากรและการคำนวณขนาดตัวอย่างใช้สูตรคำนวณดังนี้

โดยกำหนดให้ $\alpha = 0.05$ (two-side), $\text{power} = 0.8$ และ $\text{alternate } p = 0.65$

$$n = \left[\frac{z_{1-\alpha/2} \{p_0(1-p_0)\}^{1/2} + z_{1-\beta} \{p_A(1-p_A)\}^{1/2}}{p_A - p_0} \right]^2$$

คำนวณประชากรได้ 47 ราย

เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion and exclusion criteria)

เกณฑ์การคัดเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria) เวชระเบียนของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจไฟฟ้าวินิจฉัย โดยได้รับการตรวจทั้งแบบชักนำประสาท (nerve conduction study) และตรวจ needle EMG และสรุปผลการตรวจพบภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือ

เกณฑ์การคัดออกจากโครงการวิจัย (Exclusion criteria)

พบการสรุปผลโรคร่วม เช่น ปลายประสาทเสื่อม (polyneuropathy) โรค motor neuron disease กลุ่มโรคทางระบบกล้ามเนื้อ (myositis, myopathy) หรือเส้นประสาทได้รับบาดเจ็บ

ขั้นตอนการวิจัย

เริ่มศึกษาหลังผ่านการรับรองโครงร่างงานวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลชลบุรี หมายเลข 119/66/S/h3 เมื่อพฤศจิกายน 2566 สืบค้นข้อมูลจากเวชระเบียนผู้ป่วยตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัยที่สรุปผลการตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัยพบ ภาวะเส้นประสาทถูกกดทับบริเวณข้อมือ และได้รับการตรวจทั้งการชักนำประสาท (nerve conduction study) และการตรวจแบบ needle EMG แผนกเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลชลบุรี ช่วงระยะเวลาปี 2562 - 2566 รวบรวมข้อมูล ทบทวนประวัติรายบุคคลและบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึก โดยใช้เป็นรหัสแทนการใช้ ชื่อ-นามสกุล เลขประจำตัวผู้ป่วย (hospital number) หรือข้อมูลที่จะนำไปสู่การระบุตัวตนผู้ป่วยได้ แบ่งผู้ป่วยออกเป็น 2 กลุ่มโดยใช้เกณฑ์ค่าอ้างอิงของ CMAP ใช้ระดับน้อยกว่า 5 mv หมายถึงค่าผิดปกติ และมากกว่าหรือเท่ากับ 5 mv หมายถึงค่าปกติ⁽¹³⁾ เปรียบเทียบกับการตรวจด้วย needle EMG พบและไม่พบ spontaneous activity ทั้ง 2 กลุ่ม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมด จะถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยอายุ เพศ มือข้างที่มีอาการ ผลการตรวจไฟฟ้าวินิจฉัยและโรคประจำตัว แสดงผลเป็นจำนวนและร้อยละ

การศึกษาผลตรวจไฟฟ้าวินิจฉัยค่า CMAP ใช้พยากรณ์การพบ spontaneous activity โดยคำนวณ sensitivity, specificity และ accuracy

ทดสอบประสิทธิภาพของค่า CMAP โดยใช้กราฟ Receiver operating characteristic (ROC) และนำผล CMAP ซึ่งเป็นข้อมูลต่อเนื่องมาหาจุดตัดที่มีโอกาสพบ spontaneous activity มากที่สุด โดยใช้กราฟ Logistic Regression

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยเข้ารับการตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัย ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2562 - 2566 มีทั้งหมด 452 ราย ผู้ป่วยที่ผลตรวจสรุปมีภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือ (CTS) ทั้งหมด 105 ราย มีผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจทั้ง ได้รับการตรวจทั้งแบบชักนำประสาท (nerve conduction study) และตรวจ needle EMG ทั้งหมด 54 ราย มีผู้ป่วยที่อยู่ในเกณฑ์คัดออก 4 ราย เนื่องจากผลการตรวจไฟฟ้า วินิจฉัยมีโรคอื่นร่วม เช่น ulnar neuropathy และ Polyneuropathy เป็นต้น ดังนั้นผู้ป่วยที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้ามี ทั้งหมด 50 ราย มีอายุเฉลี่ย 55 ปี เพศชาย 13 ราย เพศ หญิง 37 ราย มือข้างขวาที่เป็น CTS 31 ราย มือข้างซ้ายที่เป็น CTS 19 ราย ไม่มีโรคประจำตัว 54% มีโรคประจำตัว เป็นเบาหวาน 6% มีโรคประจำตัวเป็นความดันโลหิตสูง 34% มีโรคประจำตัวไขมันในเลือดสูง 16% และมีโรค ประจำตัวอื่นๆ 14% (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐาน (N=50)

	จำนวน(ร้อยละ)
อายุเฉลี่ย(ปี)	55
เพศ	
เพศชาย	13(26)
เพศหญิง	37(74)
มือข้างที่เป็น CTS	
ข้างขวา	31(62)
ข้างซ้าย	19(38)
โรคประจำตัว	
ไม่มีโรคประจำตัว	27(54)

	จำนวน(ร้อยละ)
โรคเบาหวาน	3(6)
โรคความดันโลหิตสูง	17(34)
โรคไขมันในเลือดสูง	8(16)
โรคอื่นๆ	7(14)

ข้อมูลผลการตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัยแบ่งเป็น ผู้ป่วยที่มีผลการตรวจ CMAP < 5 mv และตรวจ needle EMG พบ spontaneous activity จำนวน 26 ราย ผู้ป่วยที่มีผลการตรวจ CMAP < 5 mv และตรวจ needle EMG ไม่พบ spontaneous activity จำนวน 6 ราย ผู้ป่วยที่มีผลการตรวจ CMAP ≥ 5 mv และตรวจ needle EMG พบ spontaneous activity จำนวน 3 ราย และผู้ป่วยที่มีผลการตรวจ CMAP ≥ 5 mv และตรวจ needle EMG ไม่พบ spontaneous activity จำนวน 15 ราย (ตารางที่ 2)

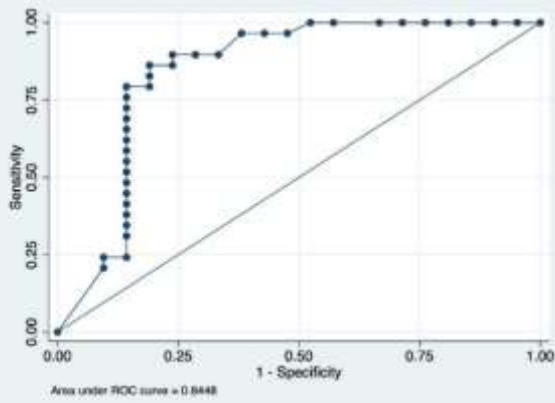
ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลผลการตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัย

	EMG	
	พบ spontaneous activity	ไม่พบ spontaneous activity
CMAP < 5 mv	26	6
CMAP ≥ 5 mv	3	15

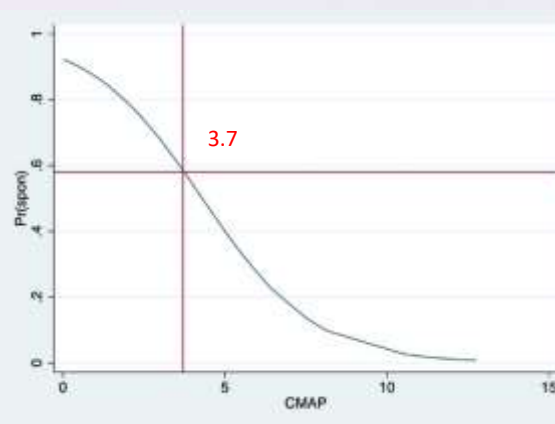
ทำการ Receiver operating characteristic (ROC) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของค่า CMAP ในการใช้เป็นตัวแทนพยากรณ์โอกาสการพบ spontaneous activity พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.8448 (ภาพที่ 1) แปลผลอยู่ในระดับดี ดังนั้นสามารถนำมาใช้อ้างอิงการตรวจพบ spontaneous activity ได้ นำข้อมูลมาคำนวณ sensitivity เป็น 90% (95%CI= 73-98%) ค่า specificity 71%(95%CI= 48-89%) และ accuracy 82%(95%CI= 69-91%) และนำข้อมูลต่อเนื่องผล CMAP มาทำนายโอกาสการพบ spontaneous activity โดยใช้ logistic regression พบจุด

ตัดค่า CMAP= 3.7 mv (ภาพที่ 2) เมื่อนำมาคำนวณ sensitivity จะได้ 76% (95%CI= 56-90%) ค่า specificity 86% (95%CI= 64-97%) และ Accuracy 80% (95%CI= 66-90%)

ภาพที่ 1 กราฟ Receiver operating characteristic curve (ROC)



ภาพที่ 2 ภาพแสดงจุดตัดของ CMAP



เปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Chia-Wei Chang ที่พบว่า การลดลงของ CMAP สามารถใช้พยากรณ์การตรวจเจอ spontaneous activity จากการตรวจด้วยเข็มได้ โดย $CMAP \leq 2.1$ mv จะมีโอกาสตรวจ needle EMG พบ spontaneous activity ได้ 95% งานวิจัยดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการศึกษานี้ เนื่องจากค่า CMAP มีความใกล้เคียงกัน คือ $CMAP < 5$ mv ที่ใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงค่าผิดปกติของการตรวจแบบชักนำประสาทระบบประสาทสั่ง-

การ (motor nerve conduction study) และ ≤ 3.7 mv ที่ได้จากกราฟ logistic regression

สรุปผลการศึกษา

การตรวจไฟฟ้าวินิจฉัยในผู้ที่มีภาวะพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือ (CTS) สามารถใช้ CMAP เป็นพารามิเตอร์พยากรณ์โอกาสตรวจพบ spontaneous activity ใน needle EMG ได้ ถ้าผลตรวจการชักนำประสาท (nerve conduction study) มีค่า $CMAP < 5$ mv จะตรวจ needle EMG พบ spontaneous activity ได้ โดยมี sensitivity 90% และ specificity 71% และมีค่า accuracy 82% แต่ถ้าใช้เกณฑ์ $CMAP \leq 3.7$ mv จะเพิ่ม specificity ได้มากขึ้น แต่ sensitivity จะลดลง อย่างไรก็ตาม การใช้ผลการตรวจ CMAP เป็นการพยากรณ์โอกาสการตรวจพบ spontaneous activity มีโอกาสพบความผิดพลาดได้ เช่น ในกลุ่มที่ผลการตรวจ $CMAP \geq 5$ mv แต่ตรวจ needle EMG พบ spontaneous activity จัดอยู่ในกลุ่ม false positive สามารถพบได้ในกลุ่มโรค cervical nerve root และกลุ่มที่ผลการตรวจ $CMAP < 5$ mv แต่ตรวจ needle EMG ไม่พบ spontaneous activity จัดอยู่ในกลุ่ม false negative อาจพบในกลุ่มพังผืดกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือ (CTS) ที่มีอาการของกล้ามเนื้อฝ่อลีบแล้ว จะทำให้ผลการตรวจ needle EMG อาจไม่พบ MUAPs หรือ decreased recruitment ได้ หรือพบได้ในกลุ่มที่มีการสกัดกั้นการนำกระแสประสาท (Nerve conduction block) ที่ยังไม่พบพยาธิสภาพของ axon แต่กลุ่มนี้การตรวจร่างกายจะไม่พบอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้นควรใช้การซักประวัติและตรวจร่างกายประกอบการพิจารณาตรวจและแปลผล หรือถ้าตรวจเพื่อทดสอบโรคอื่นเพิ่มเติมยังแนะนำให้ใช้การตรวจ needle EMG ร่วมด้วยโดยขึ้นอยู่กับเกณฑ์การตรวจของโรคต่างๆ

ข้อเสนอแนะ

ผลการตรวจของแต่ละโรงพยาบาลอาจใช้เกณฑ์พารามิเตอร์ที่ต่างกัน วิธีการตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัย และเครื่องตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อวินิจฉัยที่ต่างกัน ดังนั้นการนำไปใช้อ้างอิงต้องพิจารณาตามความเหมาะสม และสามารถพัฒนาไปทำวิจัยรูปแบบการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม หรือศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้จำนวนประชากรที่มากขึ้น

.....

เอกสารอ้างอิง

- 1.Padua L, Coraci D, Erra C, et al. Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *Lancet Neurol.* 2016;15(12):1273-1284.
- 2.Luckhaupt SE, Dahlhamer JM, Ward BW, Sweeney MH, Sestito JP, Calvert GM. Prevalence and work-relatedness of carpal tunnel syndrome in the working population, United States, 2010 National Health Interview Survey. *Am J Ind Med.* 2013;56(6):615-624.
- 3.Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E, Ranstam J, Rosén I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA* 1999;282:153-158.
- 4.Padua L, Padua R, Lo Monaco M, Aprile I, Tonali P. Multiperspective assessment of carpal tunnel syndrome: a multicenter study. Italian CTS Study Group. *Neurology.* 1999;53:1654-9.
- 5.Jablecki CK, Andary MT, Floeter MK, Miller RG, Quartly CA, Vennix MJ, et al. American Association of Electrodiagnostic Medicine; American Academy of Neurology; American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Practice parameter : electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome. Report of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology.* 2002;58:1589-92.



- 6.Werner RA, Andary M. Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve 2011; 44:597–607.
- 7.Wang L.Electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. Phys Med Rehabil Clin N Am 2013; 24:67–77.
- 8.Preston, D. C. & Shapiro, B. E. Electromyography and neuromuscular disorders,Third Edition: Elsevier Inc; 2013:19-35.
- 9.Balbierz JM, Cottrell AC, Cottrell WD. Is needle examination always necessary in evaluation of carpal tunnel syndrome? Arch Phys Med Rehabil 1998;79:514–516.
- 10.Werner RA, Albers JW. Relation between needle electromyography and nerve conduction studies in patients with carpal tunnel syndrome. Arch Phys Med Rehabil 1995;76:246-9.
- 11.Chang CW, Lee WJ, Liao YC, Chang MH. Which nerve conduction parameters can predict spontaneous electromyographic activity in carpal tunnel syndrome? Clin Neurophysiol 2013; 124: 2264–2268.
- 12.El-Emary WS, Hassan MM. Needle electromyography in carpal tunnel syndrome: Is it valuable or predictable? Egypt Rheumatol Rehabil2016;43:41-6.
- 13.Dumitru D, Zwarts MJ, Amato AA. Electrodiagnostic medicine,Second Edition: Hanley and belfus Inc; 2002:196.