วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

การศึกษาความสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและระดับความปวดหลัง

The Study of Correlation between Electromyography and Back-Pain Levels

กุลธวัช สายรัตน์[1] วิษรุจน์ สุวรรณ์[1] ณัฐวุฒิ สุวรรณทา[2] นิวัตร์ อังควิศิษฐพันธ์[3] และ วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล[3*]

[1]นักศึกษา [2]อาจารย์ [3]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระดับความปวดหลัง ระดับแรงดันและคาบเวลาของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ของผู้ป่วยที่ปวดหลังและเข้ารับบริการในโรงพยาบาลยโสธร จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องตรวจติดตามการทำงานของหัวใจ (EKG monitor) ใช้วัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ t-test และ f-test ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้คือ ผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลัง ส่วนใหญ่มีระดับความปวดหลังอยู่ในระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 35.5 ระดับแรงดันสัญญาณ EMG ของผู้ป่วยที่มีระดับความปวดหลัง 1 ถึง 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.11 0.12 0.21 0.25 และ 0.20 มิลลิโวลต์ ตามลำดับ ขณะที่คาบเวลามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 0.86 0.86 0.62 และ 0.68 วินาที ระดับแรงดันสัญญาณ EMG ของผู้ป่วยที่มีระดับความปวดหลังอยู่ในระดับ 1 และ 2 แตกต่างจากระดับ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ .05 ขณะที่คาบเวลาของสัญญาณ EMG ของผู้ป่วยที่มีระดับความปวดหลังอยู่ในระดับ 4 แตกต่างจากระดับ 1 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ .05

Abstract

The study aimed to investigate and compare the back-pain level, peak-to-peak voltage and period time of Electromyography (EMG). The sample of this study was 31 patients of Yasothon Hospital. The instrument consisted of an electrocardiography (EKG monitor). For statistical analysis, t-test and f-test were employed. The findings revealed that mean is The Back-Pain level of most patients was 2 (35.5 %). The peak-to-peak voltage of Back-Pain levels (1-5) were 0.11 0.12 0.21 0.25 and 0.20 mV. While period time of Back-Pain levels (1-5) were 0.85 0.86 0.86 0.62 and 0.68 s. respectively. The peak-to-peak voltage of Back-Pain levels (1 and 2) were different levels (3 and 4) at .05 level of significant. In addition, the period time of Back-Pain level (4) was different levels (1 2 and 3) at .05 level of significant

คำสำคัญ : คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ระดับความปวดหลัง

Keywords : Electromyography, Back-Pain Level

[*]*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ wor_nui@yahoo.com โทร. 08 6851 4433*

1.บทนำ

อาการปวดหลัง (Back Pain) เป็นอาการที่พบได้บ่อยในชีวิตประจำวัน จากสถิติ พบว่า ร้อยละ 80 ของบุคคลทั่วไปเคยมีประสบการณ์การปวดหลัง-ปวดเอว และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน ระดับอาการปวดหลังถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะบอกให้รู้ว่าผู้ที่ปวดหลังมีอาการปวดหลังอยู่ในระดับใดหรือมีอาการปวดหลังมากน้อยเพียงใด ซึ่งเป็นเหมือนกับตัวบ่งชี้ว่าผู้ที่ปวดหลังควรได้รับการรักษาด้วยวิธีการใดและจะรักษาอย่างไรให้ทันท่วงที ผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังจึงจะมีอาการดีขึ้น ซึ่งหน้าที่เหล่านี้เป็นหน้าที่ของแพทย์ผู้วินิจฉัยโรคปวดหลังโดยตรง ซึ่งวิธีในการวัดระดับอาการปวดหลังนั้น มีหลากหลายวิธี เช่น ระดับความปวดของ Johnson เป็นแบบวัดความรู้สึกเจ็บปวดว่ามีมากน้อยเพียงใด ผู้ป่วยสามารถประเมินเองได้ไม่ยุ่งยาก แบ่งความปวดออกเป็น 2 ด้าน คือ ความปวด (Sensation) และความรู้สึกทุกข์ทรมาน (Distress) ใช้มาตรวัดแบบอันตรภาค โดยใช้เส้นตรงยาว 10 เซนติเมตร แทนความต่อเนื่องของคะแนนความรู้สึกปวดและความรู้สึกทุกข์ทรมาน มีค่าตั้งแต่ 0-100 คะแนน ซึ่งคะแนน 0 หมายถึง ไม่รู้สึกปวดเลยหรือไม่รู้สึกทุกข์ทรมานเลย คะแนน 100 หมายถึง รู้สึกปวดมากที่สุดหรือทรมานมาก โดยให้ผู้ป่วยกากบาทลงบนเส้นตรงที่ตำแหน่งใดก็ได้ที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของผู้ป่วย เป็นต้น

ซึ่งวิธีการวัดระดับอาการปวดหลังที่น่าสนใจวิธีหนึ่งคือ การวัดปัจจัยของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG) บริเวณกล้ามเนื้อหลังที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดหลัง ซึ่งเป็นวิธีการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยใช้ตัวเครื่องวัดที่ประกอบด้วย ส่วนขยายสัญญาณ ส่วนแสดงผลและบันทึกผล, อิเล็กโทรด 2 ชนิด คือ อิเล็กโทรดสำหรับกระตุ้น และอิเล็กโทรดสำหรับบันทึก ซึ่งวิธีการวัดระดับอาการปวดหลังด้วยการวัดปัจจัยของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อหลังนี้ เป็นวิธีการวัดที่ไม่ต้องอาศัยความรู้สึกของผู้ที่มีอาการปวดหลัง แต่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อหลังกับอาการปวดหลังในระดับที่ต่างกัน ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จึงมีความผิดพลาดน้อยลงและมีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้นกว่าการวัดระดับอาการปวดหลังด้วยแบบวัดระดับความปวด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับอาการปวดหลังและปัจจัยของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อหลังของผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลัง

2. วิธีการทดลอง

2.1 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) เพื่อศึกษาผลของปัจจัยของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อหลังที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดหลัง

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังแล้วมารักษาตัวที่โรงพยาบาลยโสธร จังหวัดยโสธร จำนวน 31 คน ซึ่งได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคปวดหลัง

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยตัวแปรต้น (Independent variable) คือ ปัจจัยของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อหลัง และตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ระดับอาการปวดหลัง

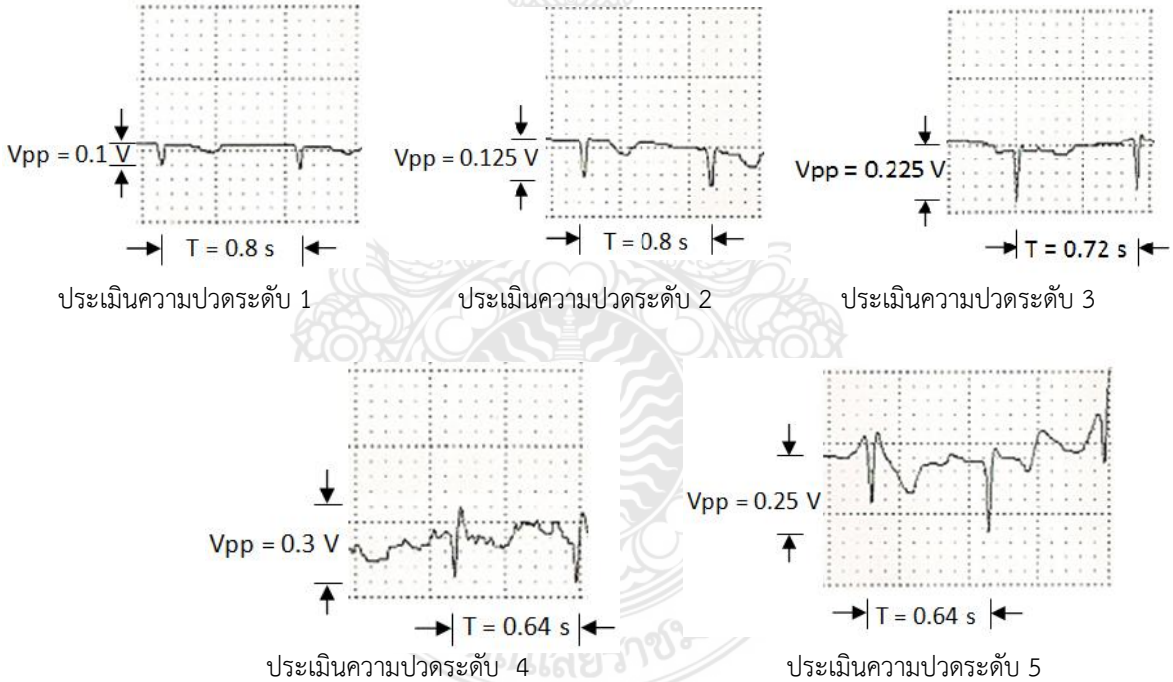
2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย เครื่องตรวจติดตามการทำงานของหัวใจ (EKG Monitor) รุ่น SureSigns VM 8 ของบริษัทฟิลิปส์ที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบสัญญาณ ANSI/AAMI-EC13 วัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ผ่านอิเล็คโทรดชนิดติดผิวหนัง ของบริษัท 3M ดังแสดงในภาพประกอบ 1 เพื่อวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

รูปที่ 1 เครื่องตรวจติดตามการทำงานของหัวใจและแสดงตำแหน่งในการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อผู้ป่วย

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล วัดค่าระดับแรงดันของสัญญาณกล้ามเนื้อ และคาบเวลาของสัญญาณกล้ามเนื้อ ดังตัวอย่างค่าที่อ่านได้แต่ละระดับของภาวะปวดหลังในภาพประกอบ 2



ประเมินความปวดระดับ 1 ประเมินความปวดระดับ 2 ประเมินความปวดระดับ 3

ประเมินความปวดระดับ 4 ประเมินความปวดระดับ 5

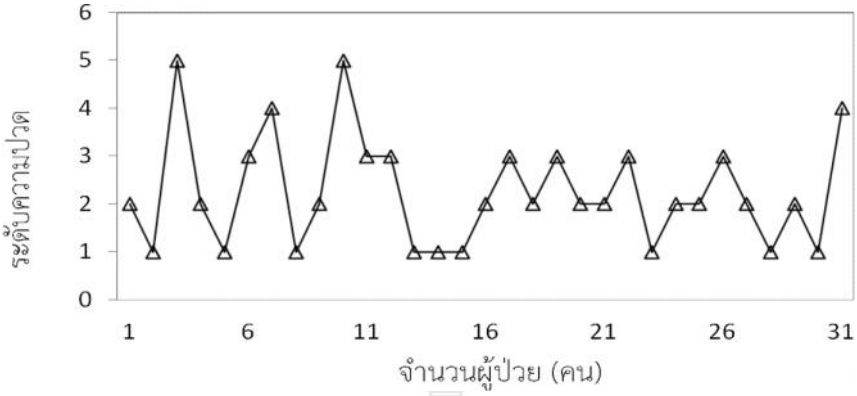
รูปที่ 2 สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ของผู้ป่วยรายที่มีอาการปวดหลัง

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

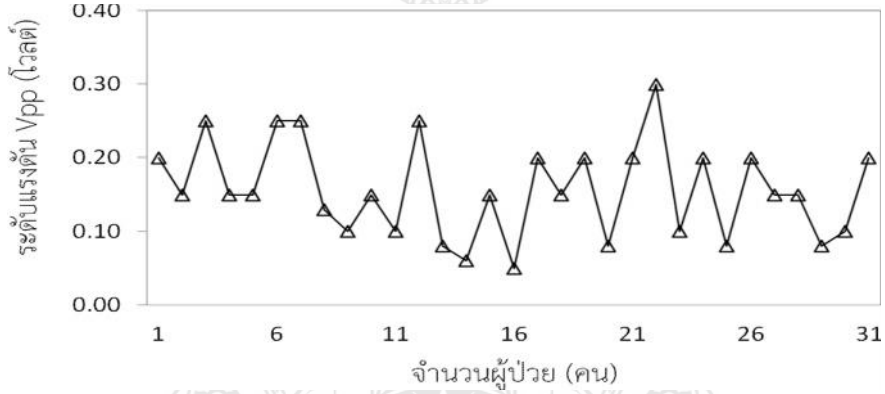
คำนวณค่าสถิติพื้นฐาน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ การวิเคราะห์เปรียบเทียบ f-test

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

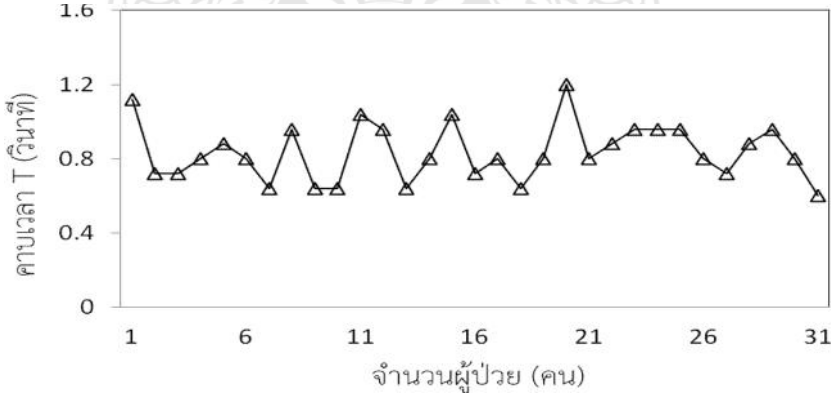
1. ผลการศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อระดับแรงดันและคาบเวลาของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ของระดับความปวดหลังของผู้ป่วย จากข้อมูลของผู้ป่วยจำนวน 31 คน สามารถสรุป ดังภาพประกอบ 3, 4 และ5



รูปที่ 3 ผลการประเมินระดับอาการปวดหลังของผู้ป่วย



รูปที่ 4 ผลการวัดระดับแรงดัน Vpp ของผู้ป่วย



รูปที่ 5 ผลการวัดคาบเวลา T ของผู้ป่วย

ดังนั้นค่าสถิติพื้นฐานของระดับแรงดันและคาบเวลาของสัญญาณกล้ามเนื้อ สามารถอธิบายระดับแรงดันของสัญญาณกล้ามเนื้อเทียบกับความปวดในแต่ละระดับดังค่าสถิติพื้นฐานในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของระดับแรงดันและคาบเวลาของสัญญาณกล้ามเนื้อ

ความปวดระดับ	จำนวน (ราย)	ระดับแรงดันของสัญญาณกล้ามเนื้อ (V.)				คาบเวลาของสัญญาณกล้ามเนื้อ (Sec.)			
		สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	SD.	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	SD.
1	9	0.15	0.06	0.11	0.03	1.04	0.64	0.85	0.12
2	11	0.20	0.05	0.12	0.05	1.20	0.64	0.86	0.18
3	7	0.30	0.10	0.21	0.06	1.04	0.80	0.86	0.09
4	2	0.30	0.20	0.25	0.07	0.64	0.60	0.62	0.02
5	2	0.25	0.15	0.20	0.07	0.72	0.64	0.68	0.05

จากค่าสถิติพื้นฐานในตารางที่ 1 สามารถอธิบายระดับแรงดันของสัญญาณกล้ามเนื้อเทียบกับความปวด ค่าระดับแรงดันของสัญญาณกล้ามเนื้อเฉลี่ยที่ความปวดระดับ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.25 โวลต์ รองลงมา คือความปวดระดับ 3 มีค่าเฉลี่ย 0.21 โวลต์ ความปวดระดับ 5 มีค่าเฉลี่ย 0.20 โวลต์ ความปวดระดับ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.12 โวลต์ และความปวดระดับ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.11 โวลต์ คาบเวลาของสัญญาณกล้ามเนื้อเทียบกับความปวดในแต่ละระดับ ค่าคาบเวลาของสัญญาณกล้ามเนื้อเฉลี่ยที่ความปวดระดับ 2 และความปวดระดับ 3 มี ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.86 วินาที รองลงมา คือความปวดระดับ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.85 วินาที ความปวดระดับ 5 มีค่าเฉลี่ย 0.68 วินาที และความปวดระดับ 4 มีค่าเฉลี่ย 0.62 วินาที

2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่างระดับแรงดันและคาบเวลาของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ของระดับความปวดหลังของผู้ป่วย

เปรียบเทียบระดับความปวดและระดับแรงดันสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยการวัดผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังที่ระดับ 1 – 5 เพื่อหาค่าระดับแรงดันของสัญญาณไฟฟ้าพบว่า ระดับความปวดมีความแตกต่างจากระดับแรงดันของสัญญาณกล้ามเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญ 0.05 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ตัวแปร	ระดับความปวด	ระดับแรงดัน	คาบเวลา
ระดับความปวด	1.000	-0.579**	-0.324
ระดับแรงดัน		1.000	-0.152
คาบเวลา			1.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตาราง 2 พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 คือระดับความปวดและระดับแรงดัน ขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เป็นลบ คือ ระดับความปวดและระดับแรงดัน แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปร แปรผันผกผันตรงข้ามกัน กล่าวคือ หากระดับความปวดเพิ่มขึ้น-ระดับแรงดันที่ได้รับจะลดลง ทำนองเดียวกันหากระดับแรงดันลดลงระดับความปวดที่ได้รับจะเพิ่มขึ้น

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ (F-Test) ระดับแรงดันและคาบเวลาของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ของระดับความปวดหลังของผู้ป่วย พบว่า ระดับแรงดันเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกๆระดับความปวด ระดับความปวดที่มีผลต่อระดับของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากที่สุด คือ ความปวดระดับ 4 มีค่าเฉลี่ย 0.2500 โวลต์ รองลงมาคือ ความปวดระดับ 3 มีค่าเฉลี่ย 0.2143 โวลต์ ความปวดระดับ 5 มีค่าเฉลี่ย 0.2000 โวลต์ ความปวดระดับ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.1295 โวลต์ และความปวดระดับ 1 มีค่าเฉลี่ย 0.1178 โวลต์ ตามลำดับ ซึ่งมีระดับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อตามการจำแนกรายคู่ระดับความปวด

ระดับความปวดที่นำมาเปรียบเทียบ		MD	SE
ความปวดระดับ 1	ความปวดระดับ 3	-.09651*	.02722
	ความปวดระดับ 4	-.13222*	.04222
ความปวดระดับ 2	ความปวดระดับ 3	-.08474*	.02611
	ความปวดระดับ 4	-.12045*	.04152

*หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 3 พบว่า ระหว่างระดับแรงดันและคาบเวลาของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ของระดับความปวดหลังของผู้ป่วย เปรียบเทียบระดับความปวดและระดับแรงดันสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยการวัดผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังที่ระดับ 1 – 5 เพื่อหาค่าระดับแรงดันของสัญญาณไฟฟ้าพบว่า ระดับความปวดมีความแตกต่างจากระดับแรงดันของสัญญาณกล้ามเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญ 0.05

4. สรุป

จากการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ระดับแรงดัน (Vpp) ของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อหลัง (EMG) โดยใช้เครื่องวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) มีความสัมพันธ์กับระดับความปวดหลังของผู้ป่วย ซึ่งระดับอาการปวดหลังจะแปรผันผกผันตรงข้ามกับระดับแรงดัน ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่า เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) เกิดจากการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อและสัญญาณไฟฟ้ามาจากระบบประสาทส่วนกลาง (The Central Nervous System) โดยส่งผ่านทางเซลล์ประสาทควบคุมการเคลื่อนไหว (Moto neurons) ซึ่งจะกระตุ้นการทำงานของกลุ่มเส้นใยกล้ามเนื้อให้เป็นหน่วยการทำงานย่อยๆของกล้ามเนื้ออีกที เมื่อกล้ามเนื้อได้รับความเจ็บปวดเกิดการเกร็งตัวและเกิดการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อได้น้อยลงส่งผลต่อการส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังระบบประสาทส่วนกลางด้วยระดับแรงดันที่น้อย ซึ่งสอดคล้องกับสิริรัตน์ มิตรเจริญถาวรสาเหตุของการเกิดอาการปวดกล้ามเนื้อและพังผืด เกิดจากภาวะของการใช้งานกล้ามเนื้อที่หนักเกินไป การได้รับบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่รุนแรงจากอุบัติเหตุ การได้รับบาดเจ็บเพียงเล็กน้อยแต่ติดต่อกันเป็นเวลานานๆ ภาวะหลังการผ่าตัดแล้วก่อให้เกิดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อหรือการไม่เคลื่อนไหวบริเวณนั้น เช่นเดียวกับกนกวรรณ พันกับ ได้กล่าวว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นเวลานานจะทำให้เกิดความล้าและความเจ็บปวดแก่กล้ามเนื้อส่วนนั้นๆ กล้ามเนื้อไม่สามารถหดตัวได้ตลอดเวลาเนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้อจะทำให้ระบบการส่งเลือดเข้าสู่ภายในกล้ามเนื้อส่วนนั้นทำได้ยากหรือบางครั้งไม่สามารถทำได้ ในขณะที่ความต้องการเลือดเข้าสู่กล้ามเนื้อจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อเกิดการใช้งาน ดังนั้นการใช้งานกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานโดยไม่ผ่อนคลายจึงทำให้เกิดความปวด เพื่อลดอาการปวดของร่างกายกล้ามเนื้อจึงเกิดการคลายตัวสอดคล้องกับการศึกษาของจีระศักดิ์ รุ่งจินดารัตน์และคณะ ศึกษาเครื่องขยายคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ พบว่าทุกครั้งที่มีการเกร็งหรือคลายกล้ามเนื้อสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่วัดได้จะเปลี่ยนแปลงตามสภาวะการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยในสภาวะกล้ามเนื้อเกิดการเกร็งสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจะมีขนาดใหญ่ ส่วนในขณะที่กล้ามเนื้อเกิดการคลายตัว สัญญาณที่วัดได้จะมีขนาดเล็ก และสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อคนปกติเมื่อออกแรงมากจะเกิดการเกร็งสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากทำให้สัญญาณมีขนาดใหญ่ แต่หากคนที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อจะมีลักษณะตรงกันข้าม ซึ่งสัมพันธ์กับ Robinson AJ and Snyder-Mackler L ขนาดความสูงของคลื่นขึ้นกับขนาดความแรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ยิ่งออกแรงมากขนาดก็จะสูงมากและจำนวนตัวสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย และหากพบหน่วยยนต์ขับเคลื่อน (Motor Unit Potential : MUP) ที่มีรูปร่างปกติ อาจกล่าวได้ว่าทางเดินของการนำสัญญาณประสาทจากไขสันหลังมายังกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Pathway) ปกติ

แตกต่างจากคาบเวลา (T) ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความปวด โดยคาบเวลาที่วัดได้จากระดับความปวด 1 – 5 คือ 0.6 – 1.20 วินาที ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กับความปวด ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่าขนาดความกว้างของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อหรือคาบเวลาขึ้นอยู่กับการหดตัวของกล้ามเนื้อ แต่หากกล้ามเนื้อได้รับบาดเจ็บทำให้กล้ามเนื้อหดตัวผิดปกติ ซึ่งส่งผลให้คาบเวลาที่ได้จากสัญญาณกล้ามเนื้อผิดปกติด้วย และความผิดปกตินี้ทำให้สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อไม่สัมพันธ์กันกับความปวดด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Robinson AJ and Snyder-Mackler L ลักษณะสำคัญของหน่วยยนต์ขับเคลื่อนนั้น ต้องเกิดขณะที่ออกแรงใช้กล้ามเนื้อ โดยสัญญาณไฟฟ้ามีลักษณะเป็นคลื่นสองหรือสามเฟส (Biphase or Triphasic) มียอดลบนำมาก่อน ความถี่ 5-20 ครั้ง/วินาที มีความสูงของคลื่นประมาณ 200 ไมโครโวลต์ – 5 มิลลิโวลต์ ซึ่ง ความกว้างประมาณ 5-15 มิลลิวินาที ซึ่งขนาดความสูงของคลื่นขึ้นกับขนาดความแรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ยิ่งออกแรงมากขนาดก็จะสูงมากและจำนวนตัวอีเอ็มจีก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งพบได้จากหน่วยยนต์ขับเคลื่อนที่มีรูปร่างปกติ และชูศักดิ์ เวชแพศย์ การวิเคราะห์ความผิดปกตินั้นพิจารณาจาก 1) คลื่นไฟฟ้าอีเอ็มจีที่ได้นั้นบันทึกในสภาวะใด เช่น Spontaneous Insertion หรือ Voluntary 2) ลักษณะของคลื่นไฟฟ้านั้นเป็นอย่างไร จากนั้นพิจารณาเปรียบเทียบความสูง (Amplitude) ความกว้าง (Duration) พร้อมทั้งรายละเอียดของลักษณะคลื่น เช่น Phase Initial Deflection และความถี่ (Frequency) เป็นต้น จากนั้นนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับลักษณะคลื่นอีเอ็มจีปกติ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลยโสธร จังหวัดยโสธร และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

6. เอกสารอ้างอิง

วิเชียร เลาหเจริญสมบัติ. 2549. **ปวดหลัง.** กรุงเทพฯ : โรงพยาบาลรามาธิบดี.

Stewart, M.L. 1977. Measurement of clinical pain. **A.K. Jacox (ed.) Pain A Resource book for nurses and other health professionals**. Boston, Little brown : 107-137.

สมชาย รัตนทองคำ. 2537. **คู่มือการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ ปฏิบัติการและการประยุกต์ใช้ทางคลินิก.** เอกสารประกอบการบรรยาย วิชา 471 231 ไฟฟ้าบำบัดและเครื่องมือกายภาพบำบัด นักศึกษากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2554-2555. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Philips. 2007. ECG Arrhythmia Supplemental Information as required by AAMI EC 13. **SureSigns VM Series Patient Monitors**. USA : 17-7 – 17-9.

สิริรัตน์ มิตรเจริญถาวร. 2548. **ผลของการนวดโดยการกดและคลึงกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวไหล่ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อหัวไหล่ส่วนบน.**วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กนกวรรณ พันกับ. 2551. **การปรับปรุงสถานทำงานเพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของผู้ปฏิบัติงานกลุ่มคนงานหญิงในงานหัตถกรรมการผลิตกระดาษสา**.วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จีระศักดิ์ รุ่งจินดารัตน์ และคณะ. 2547. **เครื่องขยายคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

Robinson AJ and Snyder-Mackler L. 2008. Clinical electrophysiology, electrotherapy and electrophysiology testing. **3rd edition. Philadelphia**. Lippincott. Williams & Wilkins.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์. 2523. **อีเล็คโทรมัยโอกราฟีย์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.