

## การพัฒนาเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า Development of Electrical Stimulator Instrument by Electric Signal

กัลยกร ขุนเอียด<sup>1</sup> เณริณ ขุนเอียด<sup>2</sup>

<sup>1</sup> คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

7/1 ถนนนพบุรี 1 ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000 โทรศัพท์: 02 9691369-74 E-mail: gunyakorn@hotmail.com

<sup>2</sup> คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

7/1 ถนนนพบุรี 1 ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000 โทรศัพท์: 02 9691369-74 E-mail: tun\_pct@hotmail.com

### บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการพัฒนาเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า นำเครื่องที่สร้างไปทดสอบใช้งานจริง ร่วมกับแผนกกายภาพบำบัดของโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า และนำผลการวิจัย ไปใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง วิธีการวิจัยเป็นการสร้างเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า และตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องที่สร้างขึ้น จากนั้นจึงขออนุญาตโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า เพื่อใช้จริงกับกลุ่มผู้ป่วยในแผนกกายภาพบำบัดของโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า และสอบถามความคิดเห็นจากนักกายภาพบำบัดด้วยแบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ ประเมินผลโดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และสอบถามผู้ป่วยด้วยแบบสอบถามปลายเปิดถึงความรู้สึกพึงพอใจจากการใช้เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า

ผลการวิจัยพบว่า เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้าที่สร้างสามารถใช้งานในการกระตุ้นกล้ามเนื้อผู้ป่วยสองจุดในเวลาเดียวกัน มีราคาถูกกว่าท้องตลาด นักกายภาพบำบัดมีระดับความพึงพอใจในระดับดี และผู้ป่วยที่ทดลองใช้มีความรู้สึกพึงพอใจและมีความเห็นว่ามันแตกต่างกับเครื่องฯ ที่เคยใช้

**คำสำคัญ:** เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อ, สัญญาณไฟฟ้า

### Abstract

This research project is the development of Muscle stimulus instrument by electric signal. The purpose of this project is to implement and test the efficiency of muscle stimulus with electrical signal. To bring this instrument to test in real situation with the division of Orthopaedic Phanangklaio Hospital. To bring this project to be useful in practice.

This project is the experimental research project. The methodology of research is to construct the muscle stimulus with electrical signal and to test the efficiency of it. After that, to make allowance with Phanangklaio Hospital. To

use in real situation with patients in division of Orthopaedic in Phanangklaio Hospital. To request for the satisfaction of patients about this instrument. The satisfaction form has 5 level of satisfaction. The result is evaluated by average of percentage. Request the patients to give the score to satisfaction open end form which scores in the form of percentage of satisfaction.

It is found from research result that muscle stimulus by electrical signal can be used to stimulate muscle of patients two time simultaneously. It is cheaper than the market price. Physiotherapist have good satisfaction with this instrument. Patients who used this instrument have good satisfaction and they comment that it is not different with traditional muscle stimulus which they ever used.

**Keywords:** Electrical Stimulator Instrument, Electric signal.

### 1. บทนำ

มนุษย์เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และมีพลังยิ่งใหญ่ ที่จะสร้าง ผลักดัน หรือทำลาย ดังนั้นหากเจ็บป่วย หรือมีความบกพร่องทางกาย ก็จะเป็นการสูญเสียกำลังขับเคลื่อนอันสำคัญ หรือถึงแม้ความเจ็บป่วยนั้น จะเกิดขึ้นกับวัยเด็กหรือวัยชรา เนื่องจากจะต้องมีผู้ดูแลอย่างใกล้ชิด ดังนั้นการดูแลรักษาผู้ป่วยให้กลับมาปกติดังเดิม หรือใกล้เคียงดังเดิม จึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง

การหดตัวและการคลายตัวของกล้ามเนื้อ มีความสำคัญต่อการใช้ชีวิตประจำวัน ถึงแม้ว่าจะมีกระดูกและข้อต่อประกอบเป็นระบบโครงร่างของร่างกายเพื่อให้มีการเคลื่อนไหวได้ แต่การเคลื่อนไหวที่แท้จริงอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อ ในร่างกายของเราสามารถแบ่งกล้ามเนื้อออกเป็น 3 ชนิดคือ กล้ามเนื้อลาย (skeletal muscle or striated muscle), กล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle), กล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle) โดยที่กล้ามเนื้อลายนั้นถูกควบคุมอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจหรือรีเฟล็กซ์ ส่วนกล้ามเนื้อเรียบและกล้ามเนื้อหัวใจทำงานนอกอำนาจจิตใจ จากคุณสมบัติของกล้ามเนื้อ 4 ประการ คือ ความสามารถในการหดตัว (contractility), มีความไวต่อการกระตุ้น (excitability), ความสามารถในการยืด (extensibility), ความสามารถในการยืดหยุ่น (elasticity) ทำให้กล้ามเนื้อสามารถทำหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการควบคุม การเคลื่อนไหว (movement) ของร่างกาย, รักษา

รูปร่าง ท่าทาง (posture), การสร้างความร้อน (heat production) กล้ามเนื้อโครงร่าง หรือ กล้ามเนื้อลาย (skeletal muscle or striated muscle) ในผู้หญิงมี skeletal muscle ประมาณ 36 % ของ น้ำหนักตัว และผู้ชายมี skeletal muscle ประมาณ 42 % ของ น้ำหนักตัว

สาเหตุที่ทำให้กล้ามเนื้อขาดเส้นประสาทมาเลี้ยง เกิดจาก ตัวโรคที่ทำให้เซลล์ประสาทตาย เช่น โรคของ motor neurone disease เช่น Progressive muscular atrophy พยาธิสภาพเกิดขึ้นที่ ตัวเซลล์ประสาท Amyotrophic lateral sclerosis Syringomyelia Peripheral neuropathies Neuritis ได้แก่ poliomyelitis, Guillain-barré syndrome เกิดจาก injury ได้แก่ การบาดเจ็บของ เส้นประสาท การรักษาทางกายภาพบำบัดในกล้ามเนื้อที่ขาด เส้นประสาทมาเลี้ยง ได้แก่ การกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าความถี่ต่ำ ซึ่ง ผลที่ได้จากการกระตุ้นคือ Reterdation of degeneration of muscle ชะลอการสลายของกล้ามเนื้อ พบว่าการกระตุ้นไฟฟ้าอย่าง เหมาะสม มีส่วนช่วยชะลอการทำลาย glycogen ในกล้ามเนื้อ Decrease venous and lymphatic stasis หรือเพิ่มการไหลเวียน เลือด จากการหดตัวและการคลายตัวของกล้ามเนื้อ Maintain muscle extensibility การกระตุ้นด้วยไฟฟ้า ทำให้กล้ามเนื้อไม่เสีย ความยืดหยุ่น ไม่เกิดการยึดติดของเอ็นและข้อ

ข้อมูล จากแผนกกายภาพบำบัดโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า พบว่าปัจจุบันมีผู้ป่วยที่มีอาการทางกล้ามเนื้อ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อ การเคลื่อนไหว ทั้งมือ แขน ขา เท้า ลำตัว หัวเข่า เป็นต้น ได้ยากลำบาก หรือแทบไม่ได้เลย แต่หากแพทย์วินิจฉัยว่ายังสามารถรักษาด้วยวิธี เหล่านั้น ให้สามารถกลับมาทำงานได้เป็นปกติ หรือเกือบปกติ โดยวิธี ทางกายภาพบำบัดได้ก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ในการรักษาอาการ ดังกล่าวมีเครื่องมือหนึ่งที่นักกายภาพบำบัดนิยมใช้ นั่นคือ เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งผู้ป่วยที่ใช้เครื่องดังกล่าว บำบัดอย่างต่อเนื่อง ก็สามารถทำให้กล้ามเนื้อกลับมาใช้งานได้ดังเดิม เนื่องจากผู้ป่วยต้องใช้รักษาอย่างต่อเนื่อง จึงต้องเดินทางมา โรงพยาบาลตามแพทย์นัด ซึ่งปัจจุบันค่าใช้จ่ายในการเดินทางสูงขึ้น เครื่องมือดังกล่าวมีจำนวนน้อย และราคาแพง แผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า จึงมีความคิดว่า หากมีเครื่องมือดังกล่าวให้ ผู้ป่วยได้ยืมไปใช้ที่บ้าน โดยที่เครื่องดังกล่าวใช้ง่าย ราคาไม่แพงโดยมา พบแพทย์เพื่อดูผลการรักษาตามนัดบางคราว และเครื่องดังกล่าวจะ สามารถใช้งานพร้อมๆกันในการกระตุ้นกล้ามเนื้อผู้ป่วยสองจุดในเวลา เดียวกัน ก็จะเกิดผลดียิ่งขึ้นทั้งกับผู้ป่วยที่จะรักษาได้อย่างต่อเนื่อง ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทางมายังโรงพยาบาลและแผนก กายภาพบำบัดเองก็ลดความแออัดของผู้ป่วยลง

ผู้วิจัย จึงได้ศึกษาการทำงานเบื้องต้นของเครื่องมือดังกล่าว พบว่าเป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการผลิตและพัฒนาเครื่องมือดังกล่าว จึงมีความตั้งใจ ที่จะศึกษาและพัฒนาเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า อันจะเป็น ประโยชน์กับผู้ป่วย โรงพยาบาล และเป็นชื่อเสียงกับมหาวิทยาลัย ฯ ซึ่งนำไปสู่ความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยฯและโรงพยาบาลฯ ใน โอกาสต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

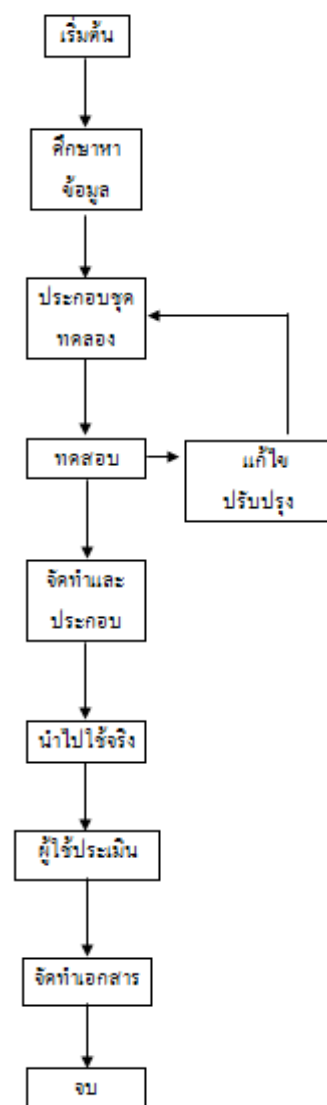
เพื่อสร้างและตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องกระตุ้น กล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า

เพื่อนำเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า ไป ทดสอบใช้งานจริงร่วมกับแผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า เพื่อนำผลวิจัยเสนอผู้อำนวยการโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า เพื่อนำไปสู่ความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิและโรงพยาบาลพระนั่งเกล้าต่อไป

## 3. แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิดการวิจัย และ ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี)

เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า ที่สร้างได้มีราคา ถูกกว่าท้องตลาด มีคู่มือสำหรับผู้ใช้งานเพื่อความสะดวกในการ ใช้งาน และมีระดับความพึงพอใจจากผู้ใช้งานอยู่ในเกณฑ์ดี

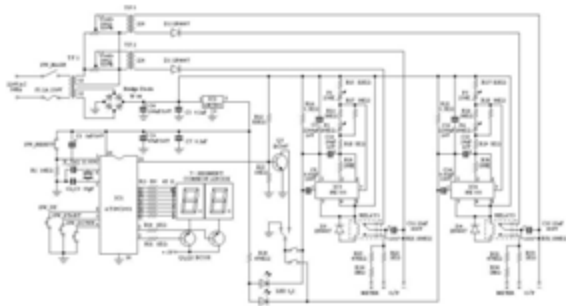
## 4. วิธีดำเนินงาน



ภาพที่ 1 โฟลว์ชาร์ตขั้นตอนการศึกษาวิจัย

จากโฟลว์ชาร์ตจะเห็นได้ว่าขั้นตอนการทำงานแรก เริ่มต้น ด้วยการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับรายละเอียดของโครงสร้างของเครื่องฯ และอุปกรณ์ต่างๆ จากนั้นทำการออกแบบชุดเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อ

ด้วยไฟฟ้าความถี่ต่ำ และทำการทดสอบการทำงานของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าความถี่ต่ำ ถ้ายังไม่ผ่านการทดสอบ จึงทำการแก้ไขปรับปรุง เมื่อผ่านการทดสอบการทำงานของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าความถี่ต่ำ จึงจัดทำเอกสารโครงการเพื่อนำเสนอต่อไป



ภาพที่ 2 วงจรการทำงานของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า

### หลักการการทำงานจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

#### วงจรกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า

หลักการเบื้องต้น โดยการใช้ IC 555 สร้างรูปคลื่นพัลส์สี่เหลี่ยมขึ้นมาแล้วไปกำหนดการทำงานของ Relay ให้ Relay เป็นสวิทช์ในการ Charge และ Discharge ของ Capacitor ที่ทำหน้าที่เป็นตัวจ่ายกระแสและแรงดันที่จะนำมากระตุ้น โดยหลักการในการทำงานมีดังนี้

1. ในช่วงแรก C10 จะทำการเก็บประจุจากแหล่งจ่าย Vcc ผ่าน VR2 และ VR3 ส่งผลให้ Output ของ Comparator1 และ Comparator2 มีสถานะเป็น Logic “1” ทำให้ Output ของ NANDGATE แสดง Logic “0” ส่งผลให้ Input ของ FlipFlop มีสถานะ Logic “0”, “1” และ Output ของ FlipFlop มีสถานะ Logic “1”, “0” ดังนั้นในสถานะนี้ Relay จะยังไม่ทำงาน ส่งผลให้ C11 ทำการเก็บประจุจาก TR2 ต่อไป

2. ในช่วงที่สองเมื่อ C10 มีค่าแรงดันตกคร่อมประมาณ  $V_{cc}/3$  จะส่งผลให้ Comparator1 มีสถานะเป็น Logic “1” และ Comparator2 มีสถานะเป็น Logic “0” ทำให้ Output ของ NANDgate แสดง Logic “0” ส่งผลให้ Input ของ FlipFlop มีสถานะ Logic “0”, “0” และ Output ของ FlipFlop มีสถานะเดิมคือ Logic “1”, “0” ดังนั้นในสถานะนี้ Relay จะยังไม่ทำงาน ส่งผลให้ C11 ทำการเก็บประจุจาก TR2 ต่อไป

3. ในช่วงที่สามเมื่อ C10 มีค่าแรงดันตกคร่อมประมาณ  $2V_{cc}/3$  จะส่งผลให้ Comparator1 และ Comparator2 มีสถานะเป็น Logic “0” ทำให้ Output ของ NANDgate แสดง Logic “1” ส่งผลให้ Input ของ FlipFlop มีสถานะ Logic “1”, “0” และ Output ของ FlipFlop มีสถานะ Logic “0”, “1” ดังนั้นในสถานะนี้ Relay จะทำงาน ส่งผลให้ C11 ทำการคายประจุออกจากทาง Output ของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า

4. ในช่วงที่สี่เมื่อ C10 ทำการคายประจุ ทำให้มีค่าแรงดันตกคร่อมในตัวเองลดลงเรื่อยๆ จนถึง  $V_{cc}/3$  จะส่งผลให้ Comparator1 มีสถานะเป็น Logic “1” และ Comparator2 มีสถานะเป็น Logic “0” ทำให้ Output ของ NANDgate แสดง Logic “0” ส่งผลให้ Input ของ FlipFlop มีสถานะเป็น Logic “

0”, “0” และ Output ของ FlipFlop มีสถานะเดิมคือ Logic “0”, “1” ดังนั้นในสถานะนี้ Relay จะทำงาน ส่งผลให้ C11 ทำการคายประจุออกจากทาง Output ของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า

5. ในช่วงที่ห้าเมื่อ C10 ทำการคายประจุจนมีค่าแรงดันตกคร่อมน้อยกว่า  $V_{cc}/3$  จะส่งผลให้ Comparator1 มีสถานะเป็น Logic “1” และ Comparator2 มีสถานะเป็น Logic “1” ทำให้ Output ของ NANDgate แสดง Logic “0” ส่งผลให้ Input ของ FlipFlop มีสถานะ Logic “0”, “1” และ Output ของ FlipFlop มีสถานะเป็น Logic “1”, “0” ดังนั้นในสถานะนี้ Relay จะหยุดทำงาน ส่งผลให้ C11 ทำการเก็บประจุจาก TR2 ต่อไป และ C10 เริ่มทำการเก็บประจุใหม่อีกครั้ง

#### วงจรตั้งเวลา 0-99 นาที

ในการทำงานจะเป็นแบบโพลค่าข้อมูลใหม่ในการเริ่มนับหรือตั้งเวลาอัตโนมัติ ในการใช้งานจะแยกรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ออกเป็น 2 ตัว ซึ่งมีขนาดตัวละ 8 บิต การเก็บค่าเริ่มต้นการนับจะกำหนดให้อยู่ในข้อมูลของรีจิสเตอร์ THx ค่าของการนับสูงสุดคือ 256 ครั้ง ( $THx = 00$ ) ในขณะที่ไทม์เมอร์ทำงาน รีจิสเตอร์ TLx ก็จะทำหน้าที่เป็นตัวนับข้อมูลซึ่งมีขนาด 8 บิต โดยนำค่าเริ่มต้นที่จะนับมาจากค่าข้อมูลในรีจิสเตอร์ THx ดังนั้นค่าข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์ TLx จะถูกเพิ่มขึ้นทุกแพซซิงไซเคิลจนมีค่าถึง FF เมื่อนับต่ออีก 1 แพซซิงไซเคิล ก็จะวนกลับไป 00 อีกครั้ง ซึ่งค่านับเกินนั้นเองทำให้แฟล็ก TF0 หรือ TF1 ถูกเซตเป็นลอจิก 1 และหลังจากนั้นค่าข้อมูลเดิมที่อยู่ในรีจิสเตอร์ THx ก็จะถูกนำไปกำหนดให้กับข้อมูลในรีจิสเตอร์ TLx ใหม่อีกครั้ง เพื่อเป็นค่าเริ่มต้นของการนับในรอบต่อไปอีกครั้ง การทำงานจะเป็นเช่นนี้ตลอดไป ส่วนของแฟล็ก TKx จะถูกเคลียร์โดยอัตโนมัติเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์กระโดดไปทำโปรแกรมตอบสนองอินเตอร์รัพต์ ของไทม์เมอร์แต่ละรอบ

การแสดงผลจะแสดงผลแบบ มัลติเพล็กซ์ โดยให้ 7-segment ติดที่หลัก จะควบคุมส่วนที่เป็นขาคอมมอน ของ 7-segment แต่ละตัวให้ทำงาน การแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์แต่ละหลัก จะต้องใช้ความเร็วในการสลับหลัก โดยที่ไม่สามารถมองเห็นการดับของ 7-segment แต่ละหลักได้ทัน ทำให้ดูเหมือนว่า 7-segment แสดงผลทุกหลักติดพร้อมๆกัน

ทั้งนี้ วงจรได้ถูกออกแบบมาโดยมีการเพิ่มการตั้งเวลาปิดอัตโนมัติ เพื่อความสะดวกแก่การใช้งานโดยนำวงจรตั้งเวลา Timer 00 – 99 ที่ใช้ภาษาแอสเซมบลีใน IC AT89C2051 มาประยุกต์ให้เข้ากับวงจรเครื่องกระตุ้นได้โดยการกำหนดให้เอาต์พุตที่ขา 11 ทำหน้าที่จ่ายกระแสให้ขา เบส ของ Q3 BC547 เพื่อทำหน้าที่เป็นสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมการทำงานของวงจรกระตุ้น ทั้งสองช่องการทำงาน อีกทั้งยังเพิ่มสวิทช์เพื่อใช้ในการกำหนดการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ เพื่อความพึงพอใจในการใช้งาน

### 5. ผลการศึกษา/การทดลอง

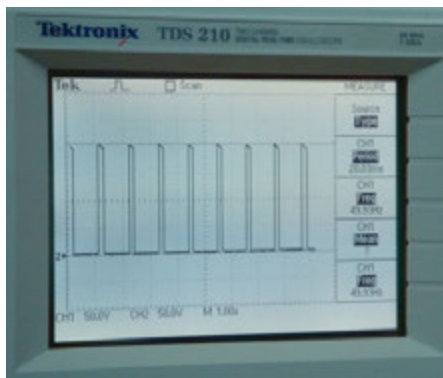
5.1 ผลการวัดรูปคลื่นเอาต์พุต ของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า

การวัดรูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า จะใช้เครื่องออสซิลโลสโคป Tektronix TDS 210 ดังภาพที่ 3

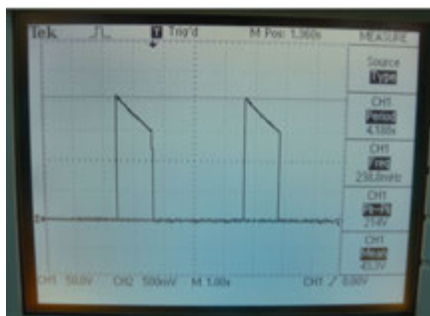


ภาพที่ 3 การต่อวัดรูปคลื่นเอาต์พุตของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อ

จากผลการวัดรูปคลื่นเอาต์พุตจะเห็นว่า รูปคลื่นที่ได้จากเครื่องเป็นพัลส์แบบสี่เหลี่ยม ที่มีแรงดันลดลงตามเวลา ภาพที่ 4 แสดงผลการวัดเอาต์พุตของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้าที่ปรับพัลส์แคบ (ดูเลขขึ้นน้อย) และภาพที่ 5 แสดงผลการวัดเอาต์พุตที่ปรับพัลส์แบบกว้าง (ดูเลขขึ้นมาก)



ภาพที่ 4 ผลการวัดเอาต์พุตปรับพัลส์แคบ



ภาพที่ 5 ผลการวัดเอาต์พุตปรับพัลส์กว้าง

5.2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากผู้ใช้งานเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า(นักกายภาพบำบัด)

จากการสอบถามระดับความพึงพอใจของ นักกายภาพบำบัด จากแผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลพระนั่งเกล้าจำนวน 4 คน ได้ผลดังนี้

ตอนที่ 1 สถานะภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตำแหน่ง หน้าที่ ในปัจจุบัน : นักกายภาพบำบัด 4 คน

เพศ : หญิง 4 คน

วุฒิการศึกษาสูงสุด : ปริญญาตรี 2 คน, ปริญญาโท 2 คน

ประสบการณ์ทำงาน : น้อยกว่า 5 ปี 2 คน, 5-10 ปี 1 คน, 15 ปี 1 คน

ตอนที่ 2 สอบถามระดับความพึงพอใจจากนักกายภาพบำบัด

ผลจากการสอบถามระดับความพึงพอใจ จากนักกายภาพบำบัดจากแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 4.1 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลมีดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49 แปลความว่า หมายถึง พอใจในระดับน้อยที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49 แปลความว่า หมายถึง พอใจในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49 แปลความว่า หมายถึง พอใจในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49 แปลความว่า หมายถึง พอใจในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แปลความว่า หมายถึง พอใจในระดับมากที่สุด

| รายการความคิดเห็น                               | ค่าเฉลี่ย | ระดับความพึงพอใจ |
|-------------------------------------------------|-----------|------------------|
| 1. ขนาดของเครื่องฯ                              | 3.5       | มาก              |
| 2. สีของเครื่องฯ                                | 4         | มาก              |
| 3. น้ำหนักของเครื่องฯ                           | 4         | มาก              |
| 4. ความเหมาะสมของปุ่มใช้งานด้านหน้าของเครื่องฯ  | 3         | ปานกลาง          |
| 5. ตำแหน่งสวิตช์ปิด/เปิดและปลั๊ก                | 3.8       | มาก              |
| 6. การตั้งเวลาของเครื่องฯ                       | 3.2       | ปานกลาง          |
| 7. ความแรงของแรงดันไฟฟ้าทางด้านขาออกของเครื่องฯ | 3.2       | ปานกลาง          |
| 8. ความถี่หรือช่วงเวลาในการบีบของเครื่องฯ       | 2         | น้อย             |

| รายการความคิดเห็น               | ค่าเฉลี่ย | ระดับความพึงพอใจ |
|---------------------------------|-----------|------------------|
| 9.ผลของการใช้งานจากเครื่องฯ     | 3.5       | มาก              |
| 10. ระดับความปลอดภัยของเครื่องฯ | 4         | มาก              |
| 11.คู่มือสำหรับผู้ใช้งาน        | 3.5       | มาก              |
| 12.ความคิดเห็นโดยรวมต่อเครื่องฯ | 3.5       | มาก              |

ตารางที่ 1 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า

จากตาราง พบว่าระดับความพึงพอใจผู้ใช้งานเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า ด้านต่างๆเป็นดังนี้ (1.) ขนาดของเครื่องฯ ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 (2) สีของเครื่องฯ ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 (3) น้ำหนักของเครื่องฯผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 (4) ความเหมาะสมของปุ่มใช้งานด้านหน้าของเครื่องฯ ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 (5)ตำแหน่งสวิตช์ปิด/เปิดและปลั๊กผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.8 (6) การตั้งเวลาของเครื่องผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.2 (7) ความแรงของแรงดันไฟฟ้าทางด้านขาออกของเครื่องฯผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.2. (8) ความถี่หรือช่วงเวลาในการบีบของเครื่องฯ ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจน้อย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 (9) ผลของการใช้งานจากเครื่องฯผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 (10) ระดับความปลอดภัยของเครื่อง ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 (11) คู่มือสำหรับผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 (12) ความคิดเห็นโดยรวมที่มีต่อเครื่อง ผู้ใช้งานมีระดับความพึงพอใจ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5

- ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นอื่นๆ
- ควรจะมีสัญญาณบอกเวลาเมื่อหมดเวลาการกระตุ้น
  - ปุ่มปรับต่างๆ ควรแบ่งสเกล หรือเป็นตัวเลข ให้ผู้ใช้งานสะดวกมากขึ้น
  - การตั้งเวลาของเครื่อง ไม่ควรต้องกดปุ่มรีเซ็ตก่อนทุกครั้งก่อนตั้งเวลา
  - การตั้งเวลาของเครื่อง ไม่ควรต้องกดปุ่มรีเซ็ตก่อนทุกครั้งก่อนตั้งเวลา
  - ขณะใช้พร้อมกัน 2 ช่องแรงไฟไม่เท่ากัน ไม่สม่ำเสมอ (ช่อง 2)
  - คู่มือ ยังมีพิมพ์คำตกหล่น

5.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากผู้ใช้งานเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า (ผู้ป่วย)

จากการนำเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้าไปใช้งานกับผู้ป่วย แผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า จำนวน 5 คน โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด สรุปได้ดังนี้

1. สถานภาพผู้ป่วย เป็นชาย 1 คน หญิง 4 คน
2. สถานะภาพการใช้เครื่อง ใช้ครั้งแรก 2 คน เคยใช้มาก่อน 3 คน
3. ความรู้สึกเมื่อใช้งาน ผู้ป่วยที่เคยใช้เครื่องฯของทางโรงพยาบาลมาก่อน (3 คน) รู้สึกไม่แตกต่าง
4. ความรู้สึกกับสัญญาณไฟที่ได้รับจากเครื่องฯ ผู้ป่วยทั้ง 5 คนรู้สึกเหมือนกัน คือสัญญาณไฟดี ไม่เจ็บ มีการกระตุ้นที่ดี



ภาพที่ 4 ผู้ป่วยที่ทดสอบการทำงานของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า

6. การอภิปรายผล
- โครงการวิจัยนี้ เป็นการวิจัยที่เน้นการสร้างเครื่องมือ คือเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า หลังจากที่ได้ทำการออกแบบโครงการออกแบบโครงสร้าง และทำการทดลอง สามารถสรุปออกเป็นส่วนๆดังต่อไปนี้
- 1.การจัดหา วัสดุ อุปกรณ์ ใช้เวลาค่อนข้างมาก
  - 2.อุปกรณ์ชำรุดเนื่องจากการทดลอง
  - 3.ขาดเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน
  - 4.ชิ้นงานที่ประกอบเสร็จแล้วทำการทดลองไม่เป็นไปตามผลที่ต้องการ

7. สรุปและข้อเสนอแนะ
- สรุปผล
- นักกายภาพมีความคิดเห็นพึงพอใจในระดับมาก จำนวน 8 ข้อ ระดับปานกลาง 3 ข้อ และระดับน้อย 1 ข้อ โดยมีข้อเสนอให้ปรับปรุงฟังก์ชันการทำงานของเครื่องเช่นปุ่มรีเซ็ต และช่องการทำงานที่สองให้ทำงานได้ดีขึ้น และแบ่งสเกลหน้าปัดให้เป็นตัวเลขชัดเจน และปรับปรุงคู่มือการใช้งาน
- ผู้ป่วยมีความรู้สึก ว่า เหมือนกับใช้เครื่องฯของโรงพยาบาล และสัญญาณไฟกระตุ้นแรงเหมาะสมดี
- ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1 ควรมีการวิจัยพัฒนาเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้าให้สามารถใช้งานได้ทั้งสองช่อง เพื่อให้มีแรงดันไฟเท่ากัน และควรมีการวิจัยทดสอบประสิทธิภาพการรักษาจากเครื่องฯ



ดังกล่าว และเก็บผลการรักษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อดูประสิทธิภาพการรักษาจากเครื่องมือดังกล่าว

5.3.2 ควรมีการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อกับผู้ป่วยว่าสามารถรักษาผู้ป่วยได้จริง โดยการวิเคราะห์ผลทางสถิติกับกลุ่มตัวอย่างของผู้ป่วยจำนวนที่สามารถเชื่อถือได้

5.3.3 ควรมีนโยบายส่งเสริมให้มีการวิจัยพัฒนาเครื่องมือแพทย์และผลิตในสถาบันการศึกษาที่มีขีดความสามารถ เพื่อเป็นประโยชน์กับผู้ป่วยและโรงพยาบาลที่ขาดแคลน ในราคาไม่แพง เพื่อลดการนำเข้า และเป็นการพึ่งพาตนเอง

5.3.4 ควรมีการส่งเสริมการวิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาเครื่องมือแพทย์ เพื่อการพัฒนาที่ดียิ่งขึ้นไป

## 8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับแรงบันดาลใจจากคุณแม่ของผู้วิจัย ที่มีความจำเป็นในการใช้เครื่องมือแพทย์เพื่อรักษาโรคประจำตัว และได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากท่านผู้อำนวยการโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า, คุณรุ่งเพชร แสงจันทร์ นักกายภาพบำบัด ระดับชำนาญการพิเศษ (ด้านบริการทางวิชาการ) อาจารย์สุขใจ นองนา เจ้าหน้าที่ทุกคน ในแผนกกายภาพบำบัด โรงพยาบาลพระนั่งเกล้า ผู้วิจัยขอขอบคุณในความกรุณาของทุกท่าน และขอบคุณผู้ป่วยทุกท่าน ที่ให้ความ

อนุเคราะห์ในการทดสอบและตอบคำถามทุกคำถามด้วยความเต็มใจ และท้ายที่สุด ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่เห็นความสำคัญและมอบทุนวิจัยในครั้งนี้

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Berne RM & Levy MN. Physiology 3rd edition. Mosby – Year Book, Missori, 1993
- [2] Cameron MH. Physical agents in rehabilitation: from research to practice WB saunder. 1999
- [3] Robinson AJ & Mackler LS. Clinical Electrophysiology : Electrotherapy and Electrophysiology testing. 2nd edition, Williams & wilkins ; Maryland, 1995
- [4] กันยา ปาละวิวัฒน์: การรักษาด้วยเครื่องไฟฟ้าทางกายภาพบำบัด, 2530
- [5] ยิ่งลักษณ์ วิรุณรัตน์กิจ. การวินิจฉัยและการรักษาโรคด้วยไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 4: แผนกเอกสารและการพิมพ์ ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 2546
- [6] รัตรี สุดทรง. ประสาทวิทยา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535