



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้กระแสไฟฟ้าจาก
กล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง

The self made EMG biofeedback

โดย

นางสาวหฤทัย เพ็ชรวิเศษ

ดร. วิศรุต บุตรากาศ

นางสาวอัมพา พุ่มโพธิ์

นายวัชร สร้อยคำ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2556

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. รัชนี สรรเสริญ คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะกรรมการวิจัยของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ตลอดจน คณะกรรมการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงทุกท่านที่ ให้คำปรึกษาจนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ร่วมวิจัย อาจารย์ ดร.วิศรุต บุตรากาศ อาจารย์อัมพา พุ่มโพธิ์ และนายวัชร สร้อยคำที่ร่วมกันทำงานวิจัยให้สมบูรณ์

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงที่ให้โอกาส และทุนวิจัยจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้วิจัย



บทสรุปผู้บริหาร

การพัฒนาเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้กระแสไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ (EMG biofeedback) แบบประดิษฐ์เองเป็นการพัฒนาอุปกรณ์ทางการแพทย์เพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ นอกเหนือจากนี้ยังทำให้ประชาชนที่อยู่ในเชียงรายได้มีเข้าถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัยสอดคล้องกับปณิธานของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงที่บุคลากรของแม่ฟ้าหลวงต้องแสวงหาองค์ความรู้ใหม่เพื่อพัฒนาเมืองเชียงรายและบ้านเมืองให้เจริญก้าวหน้าต่อไป EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองเครื่องนี้สามารถแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยแสดงเป็นกราฟ และมีสัญญาณเสียงและสัญญาณแสงเตือนเมื่อมีการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ไม่ได้อยู่ในช่วงที่ต้องการ เป็นข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง นอกจากนี้ เครื่องมือนี้ยังสามารถนำข้อมูลตลอดการหดตัวของกล้ามเนื้อแสดงเป็นตารางเอกเซลได้โดยเมื่อทำการทดสอบความเที่ยงตรงและความแม่นยำของ EMG biofeedback ที่ประดิษฐ์เองจากการทดสอบสัญญาณเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองและเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า พบว่า เครื่องมือ EMG biofeedback ช่องที่ 1 และช่องที่ 2 มีความถูกต้องเฉลี่ย 95.34% และ 95.47% ตามลำดับและมีค่า ICC เท่ากับ 0.99 ทั้งสองช่องสัญญาณ และเมื่อนำค่าการวัดสัญญาณของทั้งสองช่องมาหาความสัมพันธ์กันโดยใช้สถิติเพียร์สันนั้นพบว่า ทั้งสองช่องสัญญาณมีความสัมพันธ์กันอยู่ที่ระดับ 0.99, $p=0.00$ ซึ่งอยู่ในระดับสูง และจากทดสอบการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Rectus Femoris (RF) ของผู้เข้าร่วมทดลองเพศชาย จำนวน 10 คนในขณะพัก เทียบกับเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) (biopac) ค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับการวัดสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า คือมีความถูกต้องมากกว่า 95% และมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง และ EMG (biopac) พบว่า มีค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ($r=0.80$, $p=0.00$) เมื่อนำเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง มาทดสอบสัญญาณจากกล้ามเนื้อ RF ในขณะออกแรงสูงสุด เปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน เครื่องมือ EMG (biopac) พบว่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง และ EMG (biopac) พบว่า มีค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ($r=0.82$, $p=0.00$) ดังผลการทดสอบของ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองมีความเที่ยงตรงและมีความน่าเชื่อถือ เมื่อนำไปใช้เป็นอุปกรณ์วัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อในโครงการพิเศษของนักศึกษา เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อได้ และต่อไปในอนาคตควรศึกษาผลของการใช้เครื่องมือในการฝึกกล้ามเนื้อของคนใช้ในระบบประสาท และนักกีฬาที่ต้องการการฟื้นฟูกล้ามเนื้อต่อไป

บทคัดย่อ

การใช้เครื่องมือป้องกันกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ (EMG biofeedback) และการทำกายภาพบำบัดนั้นส่งเสริมการฟื้นฟูของกล้ามเนื้อของคนไข้ ทางผู้วิจัยจึงสนใจสร้างและพัฒนา EMG biofeedback และทดสอบความเที่ยงตรงและความแม่นยำของ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง จากการทดสอบสัญญาณเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองและเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า พบว่าเครื่องมือ EMG biofeedback ช่องที่ 1 และช่องที่ 2 มีความถูกต้องเฉลี่ย 95.34% และ 95.47% ตามลำดับและมีค่า ICC เท่ากับ 0.99 ทั้งสองช่องสัญญาณ และเมื่อนำค่าการวัดสัญญาณของทั้งสองช่องมาหาความสัมพันธ์กันโดยใช้สถิติเพียร์สันนั้นพบว่า ทั้งสองช่องสัญญาณมีความสัมพันธ์กันอยู่ที่ระดับ 0.99 $p=0.00$ ซึ่งอยู่ในระดับสูง และจากทดสอบการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Rectus Femoris (RF) ของผู้เข้าร่วมทดลองเพศชาย จำนวน 10 คน ในขณะที่พัก เทียบกับเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) (biopac) พบว่าค่าที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับการวัดสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า คือมีความถูกต้อง 98.70% และมีความคลาดเคลื่อน 1.30% และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง และ EMG (biopac) พบว่า มีค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ($r=0.80$, $p=0.00$) เมื่อนำเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง มาทดสอบสัญญาณจากกล้ามเนื้อ RF ในขณะที่ออกแรงสูงสุด เปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน เครื่องมือ EMG (biopac) พบว่ามีความถูกต้อง 95.48% และมีความคลาดเคลื่อน 4.52% และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง และ EMG (biopac) พบว่า มีค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ($r=0.82$, $p=0.00$) สามารถสรุปได้ว่าเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองมีความเที่ยงตรงและมีความน่าเชื่อถือ สามารถใช้ได้ในการฟื้นฟูคนไข้ และใช้ในการวิจัย และการเรียนการสอนได้

คำสำคัญ: เครื่องมือป้องกันกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ

Abstract

EMG biofeedback is an instrument in physical therapy treatment that can facilitate the progression of the patient during rehabilitation. Therefore, it is interested to develop the self made EMG biofeedback and test the accuracy and reliability of the instrument. The testing of the measurement of self made electromyography biofeedback (EMG biofeedback) by the signal simulation found that the EMG biofeedback channel 1 and channel 2 has 95.34% and 95.47% of accuracy and ICC = 0.99 in both EMG biofeedback channels. The correlation between 2 channel tested by pearson's correlation was strong correlation ($r=0.99$, $p\text{-value}=0.00$). The testing of the measurement of self made EMG biofeedback by Rectus Femoris (RF) muscle from 10 males at rest compared to the EMG (biopac) found that the self made EMG biofeedback has 98.70% of accuracy, 1.30 % error. The correlation between the self made EMG biofeedback and EMG (biopac) was strong correlation ($r=0.83$, $p\text{-value}=0.03$). The testing of the measurement of EMG biofeedback by RF muscle from 10 males at maximal contraction compared to the EMG (biopac) found that the self made EMG biofeedback had 95.48% of accuracy, 4.52 % error. The correlation between EMG biofeedback and EMG (biopac) was strong correlation ($r=0.82$, $p\text{-value}=0.04$). The result of the testing could be concluded that the self made had high accuracy and reliable that could be used as the instrument in rehabilitation or in research project and for student learning.



KEY WORD: SELF MADE EMG BIOFEEDBACK

สารบัญ

หน้า

1) ส่วนนำ

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทสรุปผู้บริหาร	ข
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ค
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ซ

2) ส่วนเนื้อหา ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	18
บทที่ 4 ผลการวิจัย	23
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	36

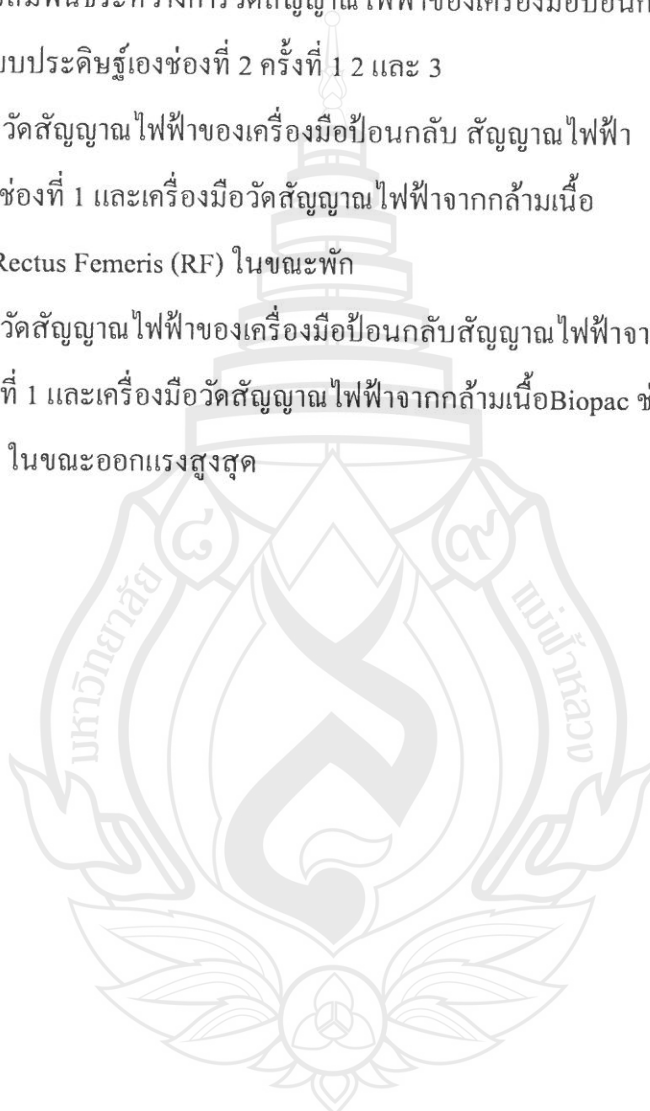
3) ส่วนท้าย ประกอบด้วย

เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	41
ประวัตินักวิจัย	44

สารบัญตาราง

หน้า

1. ตารางที่ 4-1 ตารางแสดงการทดสอบกำลังขาของวงจร	30
2. ตารางที่ 4-2 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการวัดสัญญาณไฟฟ้าของเครื่องมือป้อนกลับสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เองช่องที่ 1 ครั้งที่ 1 2 และ 3	31
3. ตารางที่ 4-3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการวัดสัญญาณไฟฟ้าของเครื่องมือป้อนกลับสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เองช่องที่ 2 ครั้งที่ 1 2 และ 3	32
4. ตารางที่ 4-4 ตารางแสดงการวัดสัญญาณไฟฟ้าของเครื่องมือป้อนกลับ สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เองช่องที่ 1 และเครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ Biopac ช่องที่1 ของกล้ามเนื้อ Rectus Femoris (RF) ในขณะที่พัก	33
6. ตารางที่ 4-5 ตารางแสดงการวัดสัญญาณไฟฟ้าของเครื่องมือป้อนกลับสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เองช่องที่ 1 และเครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ Biopac ช่องที่ 1 ของกล้ามเนื้อ Rectus Femoris (RF) ในขณะที่ออกแรงสูงสุด	34



สารบัญภาพ

หน้า

1. รูปที่ 2-1 รูปแสดงประเภทของเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพที่ใช้ในการฟื้นฟูสภาพผู้ป่วย	8
2. รูปที่ 2-2 รูปแสดงการขยายสัญญาณ	12
3. รูปที่ 2-3 รูปแสดงกราฟข้อมูลของ EMG (a) raw EMG, (b) Rectified, (c) Smoothed and (d) integrated	13
4. รูปที่ 4-1 รูปแสดง Block diagram	23
5. รูปที่ 4-2 รูปแสดงวงจรภายในเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง	24
6. รูปที่ 4-3 รูปแสดงเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง	25
7. รูปที่ 4-4 รูปแสดงสายเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง	26
8. รูปที่ 4-5 รูปแสดงการทำงาน Lab View	28
9. รูปที่ 4-6 รูปแสดงโปรแกรมป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง	23

อักษรย่อและสัญลักษณ์

EMG = Electromyography

EMG biofeedback = Electromyography biofeedback

RF = Rectus Femeris



บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวิจัย

ในปัจจุบันประเทศไทยใช้จ่ายเงินในด้านการดูแลสุขภาพของประเทศเป็นจำนวนมาก พบว่าในปี 2545 – 2551 ประเทศไทยใช้จ่ายเงินในเรื่องยาและเครื่องมือทางการแพทย์เป็นจำนวน 570,000 บาท โดยค่าใช้จ่ายในด้านนี้คิดเป็น 4% ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (ปรีชา พันธุ์ดี เวช, 2011) และภาครัฐเข้ามามีส่วนสำคัญในการดูแลสุขภาพของประชาชนมากขึ้นประกอบกับนโยบายรัฐในการส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการแพทย์แห่งเอเชีย (Medical Hub of Asia) ส่งผลให้ประเทศไทยมีตลาดใหญ่เป็นลำดับที่ 8 ในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนานำเข้าเครื่องมือแพทย์ คิดเป็นมูลค่ากว่า 20,000 ล้านบาทต่อปี ข้อมูลจากขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) พบว่า ประเทศไทยนำเข้าเครื่องมือจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นอันดับหนึ่ง และจีนเป็นอันดับสองรองลงมาและพบว่าค่าใช้จ่ายดังกล่าวมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ทิศทางการนำเข้าเครื่องมือแพทย์ในปี ค.ศ. 2015 สู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN. Economic Community: AEC) มีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้น การผลิตเองภายในประเทศจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งในการลดการนำเข้า และภาครัฐควรสนับสนุนส่งเสริม และเอื้อต่อการผลิตในประเทศ (มนตรี จุฬวัฒน์ทล, 2011)

จากการรายงานการเกิดโรคและอุบัติเหตุของประเทศไทยของกระทรวงสาธารณสุขปี 2004 พบว่า ประเทศไทยมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุและการเกิดโรคหลอดเลือดสมองเป็นอันดับ 2 และอันดับ 3 ตามลำดับ (*Report of thailand's burden of disease, Injuries, and risk factors in 2004, 2009*) ซึ่งคนไข้ที่กล่าวมานี้จำเป็นต้องได้รับการฟื้นฟูหลังจากการเกิดอุบัติเหตุและการเกิดโรค ซึ่งในการฟื้นฟูคนไข้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยบุคลากรที่เชี่ยวชาญและเครื่องมือที่ทันสมัย งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อให้ผลประโยชน์ที่ดีกับคนไข้ที่จำเป็นต้องได้รับการฟื้นฟูของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะอย่างยิ่งคนไข้ที่มีการบาดเจ็บของกระดูกไขสันหลัง โดยพบว่าคนไข้บาดเจ็บกระดูกไขสันหลังมีการทำงานของกล้ามเนื้อที่ดีขึ้น (Brucker & Bulacva, 1996; Brudny, et al., 1976; Seymour & Bassler, 1977) นอกจากนี้ยังสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของการทรงตัวในคนไข้บาดเจ็บกระดูกไขสันหลังได้อีกด้วย (Liechti, Muller, Lam, & Curt, 2008) นอกจากคนไข้ที่ได้รับการบาดเจ็บของกระดูกไขสัน

หลัง เครื่องป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อยังให้ประโยชน์ที่ดีกับคนไข้โรคหลอดเลือดในสมองอีกด้วย กล่าวคือ เครื่องป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อสามารถทำให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อเกิดการเรียนรู้การเคลื่อนไหวได้ใหม่ในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก โดยพบว่าเมื่อฝึกคนไข้โดยเครื่องนี้เป็นเวลา 1 ชั่วโมงจะทำให้กล้ามเนื้อในส่วนรยางค์แขนมีการฟื้นฟูสภาพ และยังสามารถลดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อรยางค์แขนได้ส่งผลให้การทำงานของมือมีการทำงานได้ดีขึ้น(Dogan-Aslan, Nakipoglu-Yuzer, Dogan, Karabay, & Ozgirgin, 2012; Inglis, Donald, Monga, Sproule, & Young, 1984; Lourencao, Battistella, de Brito, Tsukimoto, & Miyazaki, 2008; Wolf, 1983; Wolf & Binder-MacLeod, 1983b) ส่วนในรยางค์ขาพบว่าการใช้เครื่องป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อนั้น พบว่าหลังจากการฝึกเดินโดยใช้เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ มีการพัฒนาของมุมการเคลื่อนไหวของข้อเข่าและข้อเท้าโดยสอดคล้องกับการมีสัญญาณไฟฟ้าจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่เพิ่มมากขึ้น(Wolf & Binder-MacLeod, 1983a)

ดังนั้นการใช้เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อและการทำกายภาพบำบัดนั้นส่งเสริมการฟื้นฟูของกล้ามเนื้อของคนไข้ แต่อย่างไรก็ตามระบบดูแลสุขภาพของไทยในปัจจุบันพบว่าความเจริญทางด้านเทคโนโลยีส่วนใหญ่จะอยู่ในเมืองใหญ่ตั้งเห็นได้จากในกรุงเทพมหานครมีโรงเรียนแพทย์อยู่ 7 แห่ง และอีก 5 แห่งในต่างจังหวัดซึ่งจะอยู่ในตัวเมืองเท่านั้นและในภาคเหนือตอนบนพบว่ามีโรงเรียนแพทย์อยู่แค่จังหวัดเดียวคือจังหวัดเชียงใหม่ ดังนั้นการเข้าถึงเครื่องมือที่ทันสมัยของประชาชนในจังหวัดเชียงรายยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงสนใจที่จะสร้างเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อเพื่อทดสอบความเที่ยงตรงและความแม่นยำเพื่อนำไปใช้ในการฟื้นฟูคนไข้ต่อไป และเป็นการพัฒนาอุปกรณ์ทางการแพทย์เพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ นอกเหนือจากนี้ยังทำให้ประชาชนที่อยู่ในเชียงรายได้มีเข้าถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัยสอดคล้องกับปณิธานของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงที่บุคลากรของแม่ฟ้าหลวงต้องแสวงหาองค์ความรู้ใหม่เพื่อพัฒนาเมืองเชียงรายและบ้านเมืองให้เจริญก้าวหน้าต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและพัฒนาเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ

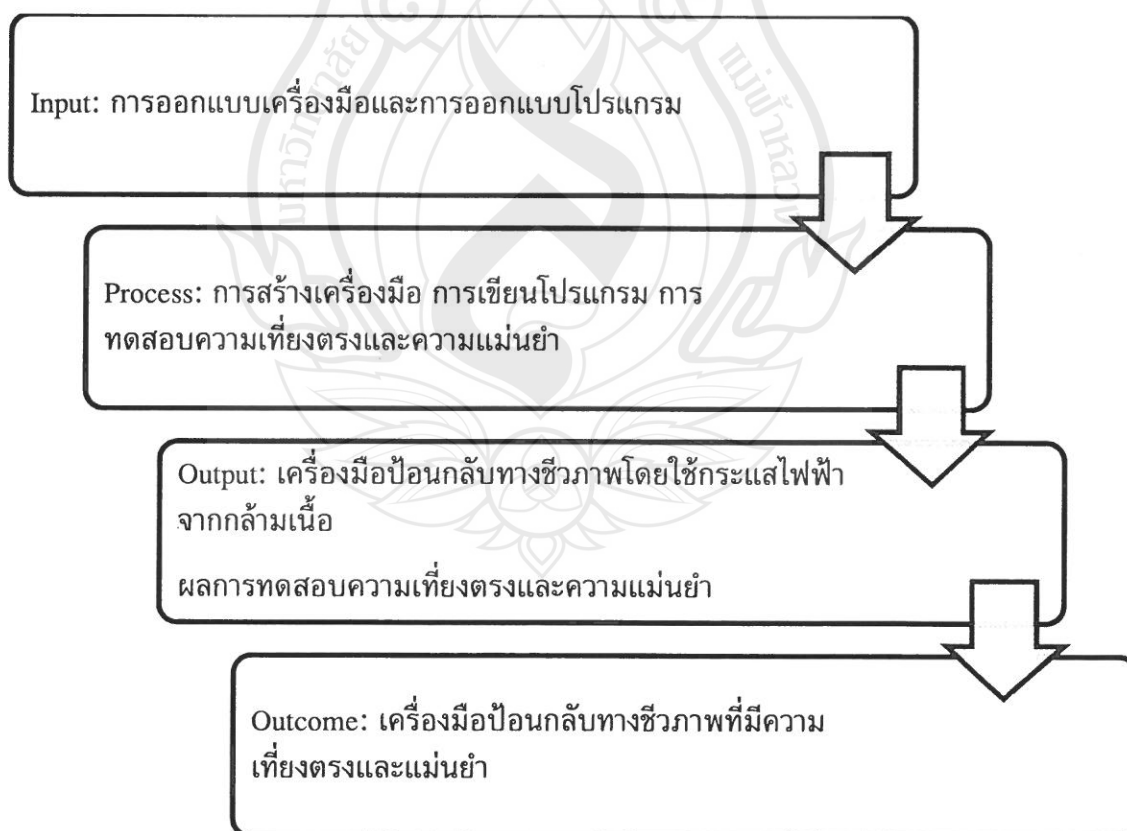
1.2.2 เพื่อทดสอบความเที่ยงตรงและความแม่นยำของเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อที่ผลิตเอง

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะสามารถสร้างเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อเพื่อทดสอบความเที่ยงตรงและความแม่นยำเพื่อนำไปใช้ในการฟื้นฟูคนไข้และนำไปสู่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟฟ้าในกล้ามเนื้อในลำดับต่อไป

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

กรอบแนวคิด



สมมุติฐาน (Hypothesis)

H_0 : เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อมีค่าสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ไม่แตกต่างจากเครื่องจำลองสัญญาณไฟฟ้าและเครื่องมือมาตรฐาน

H_1 : เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อมีค่าสัญญาณไฟฟ้าที่แตกต่างจากเครื่องจำลองสัญญาณไฟฟ้าและเครื่องมือมาตรฐาน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในรูปแบบการสร้างเครื่องมือและทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยเปรียบเทียบจากเครื่องมือที่ใช้วัดสัญญาณไฟฟ้าที่มีความแม่นยำและเที่ยงตรงตามมาตรฐานสากล ซึ่งการวัดสัญญาณไฟฟ้าในกล้ามเนื้อจะวัดโดยต่ออิเล็กโทรดของเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อเข้ากับ EMG stimulator โดยที่เครื่อง EMG stimulator จะทำการจำลองสัญญาณไฟฟ้าจำนวนที่แน่นอนเข้าสู่อิเล็กโทรด จากนั้นเพื่อทดสอบความแม่นยำและเที่ยงตรงของเครื่องมือจะประเมินโดยเครื่อง oscilloscope ซึ่งเป็นเครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า โดยจะใช้วัดสัญญาณจากเครื่อง EMG ที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลมาคิดว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีค่าความคลาดเคลื่อนจากเครื่อง oscilloscope โดยค่าที่ได้จะนำมาคำนวณเป็น ค่าความคลาดเคลื่อน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

การวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ (Electromyography)

การวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ (EMG) เป็นวิธีการทางคลินิกที่บันทึกสัญญาณไฟฟ้าจากการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งสามารถใช้เข็ม หรือแผ่นอิเล็กโทรดในการวัด โดยในงานวิจัยนี้ทำการวัดสัญญาณอิเล็กโทรดจะทำการติดบริเวณกล้ามเนื้อ rectus femoris (RF) โดยติดอิเล็กโทรดทั้ง 2 ขั้วติดไว้ที่แนวกึ่งกลางของกล้ามเนื้อ rectus femoris โดยที่อิเล็กโทรดทั้ง 2 ขั้วห่างกันประมาณ 2 มิลลิเมตร และติดอิเล็กโทรดไว้ที่ปุ่มกระดูกสะบ้า patella 1 ขั้วเพื่อเป็น ground electrode

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ (Electromyography Biofeedback)

เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อนั้นจะได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อโดยผ่านอิเล็กโทรดและจากนั้นเครื่องจะแยกสัญญาณจากสัญญาณอื่นที่มาจากผิวหนัง จากนั้นขยายสัญญาณและเปลี่ยนสัญญาณที่ได้เป็นข้อมูลให้แก่ผู้ใช้ โดยงานวิจัยนี้ การป้อนกลับทางชีวภาพจะอาศัย กระแสไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ โดยแสดงเป็นกราฟ และมีสัญญาณเสียงและสัญญาณแสงเตือนเมื่อมีการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ไม่ได้อยู่ในช่วงที่ต้องการ เป็นข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง นอกจากนี้ เครื่องมือนี้ยังสามารถนำข้อมูลตลอดการหดตัวของกล้ามเนื้อแสดงเป็นตารางเอกเซลได้



บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและครอบคลุมการทำวิจัย

2.1.1 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ (Prentice, 2011)

การวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ (EMG) เป็นวิธีการทางคลินิกที่บันทึกสัญญาณไฟฟ้าจากการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งสามารถใช้เข็ม หรือแผ่นอิเล็กโทรดในการวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวกับการหดตัวของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวของอวัยวะผ่านเยื่อผ่านทำให้เกิดการ depolarization ของเยื่อผ่าน เป็นผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของขั้วไฟฟ้าจากนั้นจะเกิดการ repolarization ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของเยื่อผ่านนี้จะทำให้เกิด สัญญาณไฟฟ้าแบบ triphasic ซึ่งสัญญาณไฟฟ้าจากการหดตัวของกล้ามเนื้อนั้นสามารถวัดได้ในหน่วยของ โวลต์ (volt) หรือ micro volt (1,000,000 uV)

2.1.2 การป้อนกลับทางชีวภาพ (Biofeedback)

การป้อนกลับทางชีวภาพคือเทคนิคการป้อนกลับทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพใช้เพื่อการสร้างการเรียนรู้แบบการควบคุมภายในอำนาจจิตใจของมนุษย์ของการตอบสนองทาง ซึ่งการใช้การป้อนกลับทางชีวภาพนี้สามารถใช้ในการฝึกคนใช้ในการออกกำลังกาย หรือการแนะนำการเคลื่อนไหวต่างๆที่ถูกต้อง (Burdeau et al., 1999) ซึ่งการป้อนกลับนั้นสามารถป้อนกลับข้อมูลได้หลายอย่างเช่น ข้อมูลด้านการเคลื่อนไหว ข้อมูลด้านการรับรู้ทางสายตา ข้อมูลจากทางผิวหนัง ข้อมูลจากการทรงตัว

2.1.3 เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพ (Biofeedback apparatus)

เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพนั้นออกแบบมาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และแปลผลเพื่อนำข้อมูลไปใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพที่เห็นได้ทั่วไปคือ เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้อุณหภูมิส่วนปลาย เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของการหดและขยายของหลอดเลือด เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยอาศัยการส่งผ่านของแสงจากปลายนิ้วมือ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรเลือด เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยอาศัยความต้านทานของผิวหนัง เพื่อดูการแห้งของเหงื่อกล่าวคือ เมื่อเหงื่อออกมากจะมีการนำไฟฟ้าได้ดีกว่าผิวหนังที่แห้งซึ่ง จะใช้มากในการติดตามผลของทางด้านจิตวิทยา โดย

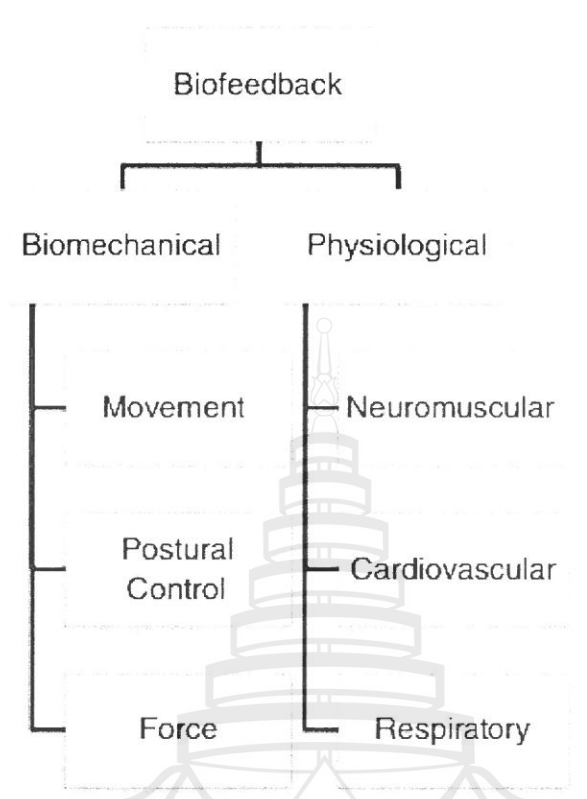
เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพนั้น สามารถประเมินตัวแปรจากร่างกายโดยอาศัย 2 กลยุทธ์หลักคือ (Giggins, Persson, & Caulfield, 2013)

2.1.3.1. การป้อนกลับโดยตรง กล่าวคือการแสดงค่าตัวแปรจากร่างกายโดยตรง เช่น แสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจบนจอแสดงผล

2.1.3.2 แปลงสัญญาณจากการประเมินตัวแปรจากร่างกายเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวโดยจะแสดงผลเป็นสัญญาณเสียง หรือสัญญาณภาพ หรือสัญญาณการรับรู้อื่นเช่นการรับรู้การสัมผัสเพื่อบอกเป็นข้อมูลป้อนกลับให้กับคนไข้

2.1.4 การใช้เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพในการฟื้นฟูสภาพผู้ป่วย (Biofeedback in rehabilitation) (Giggins, et al., 2013)

การใช้เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพในการฟื้นฟูสภาพผู้ป่วยสามารถทำให้ผู้ป่วยมีการควบคุมการตอบสนองทางกายได้ดีขึ้น โดยเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพในการฟื้นฟูสภาพผู้ป่วยสามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่ม(ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1) คือ 1. เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้หลักการทางชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหว 2. เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยอาศัยหลักการทางสรีรวิทยาของร่างกาย



แผนภูมิที่ 2-1 แสดง ประเภทของเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพที่ใช้ในการฟื้นฟูสภาพผู้ป่วย

2.1.4.1 เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยอาศัยการป้อนกลับทางชีวภาพ (Biofeedback) โดยอาศัยหลักการทาง ชีวกลศาสตร์ (Biomechanical)

การป้อนกลับทางชีวกลศาสตร์โดยอาศัยหลักการทางชีวกลศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนไหว การควบคุมการทรงท่าของร่างกาย และการผลิตแรงของร่างกาย โดยอาศัย ตัวรับ สัญญาณแรงเฉื่อย (Inertial sensors) แทนรับสัญญาณจากแรง (Force plates), ตัวรับสัญญาณการ เปลี่ยนแปลงของมุมการเคลื่อนไหวอิเล็กทรอนิกส์ (Electrogoniometers) การป้อนกลับทางชีวภาพ โดยใช้แรงกด และกล้อง (Pressure biofeedback units and camera based systems)

ตัวรับสัญญาณแรงเฉื่อย (Inertial sensors)

ตัวรับสัญญาณแรงเฉื่อย ใช้การรับสัญญาณจากเครื่องวัดอัตราเร็ว (Accelerometers) และเครื่องวัด ความเร็วเชิงมุม (Gyroscopes) เมื่อรับสัญญาณจากเครื่องวัด 2 เครื่องดังกล่าว ข้อมูลที่ประเมินได้จะ เป็นข้อมูลของการเคลื่อนไหวของร่างกายแบบ สามมิติ

แผ่นรับสัญญาณจากแรง (Force plate)

แผ่นรับสัญญาณจากแรง (Force plate) เป็นเครื่องมือรับสัญญาณจากแรงปฏิกิริยาของพื้น (Ground Reaction Force) เป็นแรงที่ร่างกายกระทำต่อพื้น โดยสัญญาณที่ได้จะแสดงบนหน้าจอประเมินผล โดยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแรง หน้าจอที่แสดงผลก็จะรายงานแรงที่เปลี่ยนแปลงไปโดยการป้อนกลับชนิดนี้จะช่วยในการควบคุมการเคลื่อนไหวของการลงน้ำหนัก หรือการควบคุมการเคลื่อนไหวรวมไปถึงการทรงตัวของร่างกาย

ตัวรับสัญญาณการเปลี่ยนแปลงของมุมการเคลื่อนไหวอิเล็กโทรนิคส์ (Electrogoniometers)

ตัวรับสัญญาณการเปลี่ยนแปลงของมุมการเคลื่อนไหวอิเล็กโทรนิคส์ (Electrogoniometers) เป็นการวัดสัญญาณการเปลี่ยนแปลงของมุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย ระหว่างการทำกิจกรรม โดยการประเมินจะเป็นแบบทันที โดยทันทีที่ข้อต่อมีการเคลื่อนไหวหน้าจอแสดงผลจะปรากฏการเปลี่ยนแปลงโดยสัญญาณที่แสดงจะแสดงได้ทั้งสัญญาณเสียงหรือสัญญาณภาพ

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้แรงกด (Pressure biofeedback)

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้แรงกดเป็นเครื่องมือที่ใช้การรับสัญญาณที่มีลักษณะยืดหยุ่นติดกับตัวแปลงให้เป็นสัญญาณที่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเลขได้ โดยเครื่องมือชนิดนี้จะสะท้อนข้อมูลของการหดตัวของกล้ามเนื้อ

การป้อนกลับโดยใช้กล้อง (Camera based systems)

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้กล้องเพื่อ ประเมินคุณภาพของการเคลื่อนไหว โดยกล้องจะจับภาพของผู้ป่วยโดยบนร่างกายของผู้ป่วยจะติดตัวมาร์คเกอร์เพื่อนำมาวิเคราะห์การเคลื่อนไหวโดยผ่านโปรแกรม และแสดงผลการป้อนกลับโดยผ่านจอแสดงภาพ

2.1.4.2 การป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณทางสรีระวิทยา (Physiological biofeedback)

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยสัญญาณจากประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular biofeedback) เป็นการป้อนกลับสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทและการทำงานของกล้ามเนื้อประกอบไปด้วย

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยสัญญาณคลื่นสะท้อนกลับของร่างกาย (Real-time ultrasound)

การป้อนกลับทางชีวภาพชนิดนี้จะอาศัยการสะท้อนกลับของคลื่นอัลตราซาวด์ที่มีช่วงคลื่นแบบช่วง โดยสัญญาณคลื่นที่สะท้อนกลับมาจะแสดงบนจอแสดงภาพการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ เช่นการเปลี่ยนแปลงความยาว หรือการเปลี่ยนแปลงขนาดของกล้ามเนื้อแบบปัจจุบัน

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยสัญญาณทางระบบหัวใจและหลอดเลือด

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยประเมินอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) หรือการหดตัวของหัวใจ (Electrocardiogram) เพื่อนำมาเป็นข้อมูลป้อนกลับให้คนไข้ การป้อนกลับทางชีวภาพโดยประเมินการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงไปในเวลาใดเวลาหนึ่ง (Heart rate variability Biofeedback) โดยการเปลี่ยนแปลงชนิดนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อการหายใจเปลี่ยนแปลงโดย เมื่อหายใจเข้าอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้น ถ้าหายใจออกอัตราการเต้นของหัวใจจะลดลง การป้อนกลับชนิดนี้ จะเป็นการช่วยคนไข้ที่มีอาการหอบเหนื่อยและอาจสามารถลดการใช้สเตียรอยด์ในการรักษาได้

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณจากการหายใจ (Respiratory Biofeedback)

การป้อนกลับชนิดนี้จะรับสัญญาณจากตัวรับสัญญาณที่ติดไว้ตรงบริเวณท้องโดยจะทำหารประเมินการหายใจและเปลี่ยนแปลงสัญญาณ โดยจอแสดงผลหรือสัญญาณเสียง

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยอาศัยสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ (Electromyography biofeedback)

การป้อนกลับทางชีวภาพโดยสัญญาณสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ (EMG biofeedback)

การป้อนกลับชนิดนี้จะประเมินสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ และป้อนกลับมาให้คนไข้โดยจอแสดงผล หรือ เสียง โดย EMG biofeedback จะใช้รับสัญญาณจากอิเล็กโทรดที่ติดบนผิวหนัง และประเมินสัญญาณไฟฟ้าบริเวณที่ตัวรับสัญญาณติดอยู่ โดยการป้อนกลับชนิดนี้เป็นประโยชน์ทั้งการฝึกการเคลื่อนไหว และการผ่อนคลายตัวของกล้ามเนื้อ

เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยอาศัยสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ การหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นผลมาจากการหดตัวของใยกล้ามเนื้อที่มีเส้นประสาทมาเลี้ยงโดยประกอบกันเป็นมอเตอร์ยูนิต แอกซอลของมอเตอร์ยูนิตนำ action potential ถูจุดที่เส้นประสาทมาเชื่อมกล้ามเนื้อ

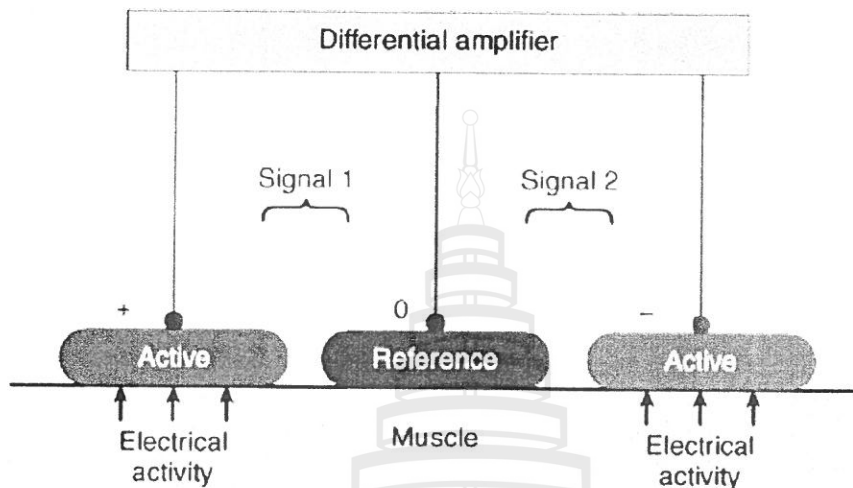
(neuromuscular junction) ซึ่งสารสื่อประสาทคือ อะเซทิลโคลีน (acetylcholine) ถูกปล่อยออกมา จับกับรีเซปเตอร์ไซต์บนซาโคเล็มมา (sarcolemma) จึงเกิดการ depolarization ของกล้ามเนื้อจึงเกิดการเคลื่อนตัวของไอกล้ามเนื้อ จึงเกิดการเคลื่อนไหวของ อีออนภายในกล้ามเนื้อเกิดเป็น electrochemical gradient รอบใยกล้ามเนื้อ ซึ่งการเปลี่ยนแปลง potential หรือ การเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการ depolarization สามารถวัดได้โดยใช้อิเล็กโทรดที่ติดใกล้ต่อกล้ามเนื้อ ดังนั้น เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกลุ่มนั้นจะได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อโดยผ่านอิเล็กโทรดและจากนั้นเครื่องจะแยกสัญญาณจากสัญญาณอื่นที่มาจากผิวหนังจากนั้นขยายสัญญาณและเปลี่ยนสัญญาณที่ได้เป็นข้อมูลให้แก่ผู้ใช้

2.1.5 การวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ

การวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อไม่ใช่การวัดการหดตัวของกล้ามเนื้อแต่เป็นการวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวกับการหดตัวของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวของอีออนผ่านเยื่อผ่านทำให้เกิดการ depolarization ของเยื่อผ่าน เป็นผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของขั้วไฟฟ้าจากนั้นจะเกิดการ repolarization ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของเยื่อผ่านนี้จะทำให้เกิด สัญญาณไฟฟ้าแบบ triphasic ซึ่งสัญญาณไฟฟ้าจากการหดตัวของกลุ่มนั้นสามารถวัดได้ในหน่วยของ โวลต์ (volt) หรือ micro volt (1,000,000 uV)

การแยกสัญญาณและการขยายสัญญาณที่ได้จากอิเล็กโทรด ดังแสดงในรูปที่ 1 เมื่อได้สัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้จากอิเล็กโทรด เครื่องมือจะทำการแยกสัญญาณที่ได้จากผิวหนังหรือเรียกว่า (noise) ก่อนการขยายสัญญาณไฟฟ้า โดยวิธีการนี้จะใช้ แอคทีฟอิเล็กโทรด (active electrode) และ กราวด์อิเล็กโทรด (ground or reference electrode) โดยการวางอิเล็กโทรดแบบ bipolar arrangement เพื่อที่จะสร้างช่องทางสามช่องทางจากผิวหนังสู่เครื่องป้อนกลับทางชีวภาพ ซึ่งแอคทีฟอิเล็กโทรดจะวางบนเหนือต่ออิเล็กโทรดที่เหลือส่วนใหญ่กราวด์ จะวางระหว่างแอคทีฟอิเล็กโทรดสองอัน ซึ่งแอคทีฟอิเล็กโทรดจะรับสัญญาณสัญญาณไฟฟ้าจากมอเตอร์ยูนิตที่ทำงานในกล้ามเนื้อที่อยู่ใต้แอคทีฟอิเล็กโทรดนั้น ส่วนแอคทีฟอิเล็กโทรดที่วางขนานกับกราวด์ จะรับสัญญาณของขนาดของสัญญาณไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กๆซึ่งจะมีขนาดที่แตกต่างกัน จากนั้นสัญญาณที่ได้จะทำการขยายส่วนต่างของสัญญาณไฟฟ้าที่แต่ละอิเล็กโทรดรับสัญญาณได้ ซึ่งความสามารถในการขยายส่วนต่างของสัญญาณนั้นจะส่งผลทำให้สัญญาณรบกวนต่อแอคทีฟอิเล็กโทรดลดลง ซึ่งจะเรียกว่า common

mode rejection ratio (CMRR) ซึ่งสัญญาณที่รบกวนนั้น สามารถทำให้ลดลงได้โดยใช้ เครื่อง filter ซึ่งสามารถทำให้การขยายสัญญาณมีความแม่นยำมากขึ้น ดังนั้น การขยายสัญญาณกล้ามเนื้อจะขยายสัญญาณที่มีความถี่เฉพาะเจาะจงเท่านั้น



Source: Prentice WE, Quillen WS, Underwood F: *Therapeutic Modalities in Rehabilitation*, 4th Edition: www.accessphysiotherapy.com

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

รูปที่ 2-2. แสดงการขยายสัญญาณ(Prentice, 2011)

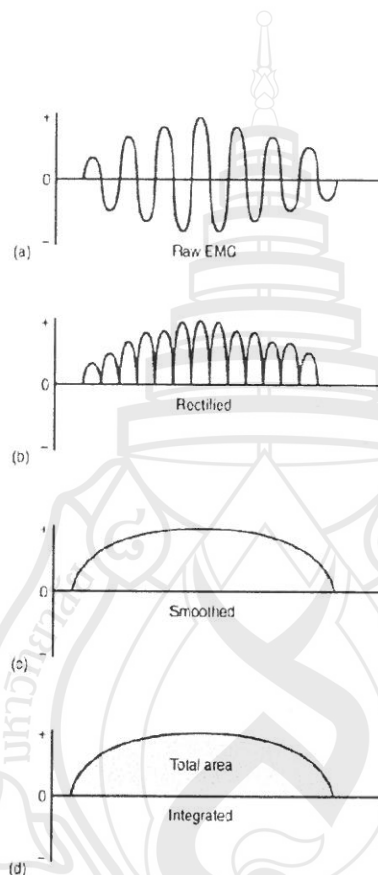
การเปลี่ยนแปลงสัญญาณจากสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อไปสู่ข้อมูลตอบกลับ ภายหลังจากการขยายสัญญาณและการใช้ filter หรือการกรองสัญญาณแล้วนั้นสัญญาณที่ได้ก็จะเป็นสัญญาณจากกล้ามเนื้อโดยแท้จริง ซึ่งเรียกสัญญาณนี้ว่า Raw EMG ซึ่งสัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงของชั่วไฟฟ้าไปมาแบบคงที่ ซึ่งความสูงของคลื่นจะขึ้นสูงสุดและลดลงมาเรื่อยๆ เครื่องป้อนกลับทางชีวภาพจะทำการวัดการเพิ่มหรือลดของสัญญาณของสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อผัดนั้นๆ เพื่อการวัดอย่างต่อเนื่องสัญญาณที่ได้ในช่วงของชั่วไฟฟ้าชั่วลบต้องมีการนำสัญญาณช่วงนี้ขึ้นไปในชั่วสัญญาณชั่วบวกซึ่งกระบวนการนี้จะเรียกว่ากระบวนการ rectification ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างสัญญาณไฟฟ้าแบบช่วง

2.1.6 กระบวนการทำข้อมูลของ Electromyographic Signal

ภายหลังจากการขยายสัญญาณและการกรองสัญญาณ แบบ Raw EMG สามารถนำเข้าสู่กระบวนการ

1. Rectified: สัญญาณที่ได้ในช่วงของชั่วไฟฟ้าชั่วลบต้องมีการนำสัญญาณช่วงนี้ขึ้นไปในชั่วสัญญาณชั่วบวก ดังแสดงในรูปที่ 2 (b)

1. Smoothing the signal: กระบวนการนี้คือการตัดสัญญาณที่มีการผันผวนออกไป ดังแสดงในรูปที่ 2 (c)
2. Integration form: คือการทำให้สัญญาณเป็นข้อมูลเชิงปริมาณโดยคำนึงพื้นที่ใต้กราฟดังแสดงในรูปที่ 2 (d)



Source: Prentice W.E., Quillen W.S., Underwood F.: *Therapeutic Modalities in Rehabilitation*, 4th Edition: www.accessphysiotherapy.com
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

รูปที่ 2-3. แสดงกราฟข้อมูลของ EMG (a) raw EMG, (b) Rectified, (c) Smoothed and (d) Integrated (Prentice W.E., 2011)

เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพจากสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและเทคนิคการรักษา (Prentice W.E., 2011)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การใช้เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อในการออกกำลังภายในผู้ป่วยในระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ผู้ป่วยที่มีอาการบาดเจ็บของAnterior cruciate ligament และได้ทำการรักษาโดยวิธี Reconstruction เมื่อทำการฝึกกล้ามเนื้อ Quadriceps femoris โดยใช้เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ และใช้เครื่องมือกระตุ้นไฟฟ้า พบว่าการใช้เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อจะมีการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อได้ดีกว่า เมื่อเทียบกับการใช้เครื่องมือกระตุ้นไฟฟ้า (Draper & Ballard, 1991)

ผู้ป่วยที่มีอาการบาดเจ็บของmeniscus หลังจากการรักษาโดย Arthoscopic partial meniscectomy เมื่อผู้ป่วยฝึกเดินการ โดยใช้เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ พบว่าผู้ป่วยสามารถเดินโดยไม่ใช้เครื่องช่วยเดินได้เร็วกว่าการฝึกเดินธรรมดา(Akkaya, et al., 2012) และมีความแข็งแรงมากกว่าของกล้ามเนื้อQuadriceps femoris และคะแนนความเจ็บปวดลดลงมากเมื่อเทียบกับการออกกำลังกายธรรมดาและการกระตุ้นด้วยเครื่องกระตุ้นไฟฟ้า (Kimap, Calis, Turgut, Halici, & Tuncel, 2005)

ผู้ป่วยที่มีอาการของกล้ามเนื้อมีความตึงตัวมากโดยเฉพาะกล้ามเนื้อบริเวณคอ บ่า และไหล่ ซึ่งเป็นกลุ่มโรคที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของการทำงานนั่งโต๊ะ (Office syndrome) เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้ออาจช่วยในการลดความตึงตัวและสามารถทำให้ความเจ็บปวดบริเวณกล้ามเนื้อล่าช้าลดลง อีกทั้งยังช่วยทำให้กล้ามเนื้อคอเพิ่มความสามารถในการทำงานที่มากขึ้นนอกจากนี้การฝึกการป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ ยังช่วยในการฝึกผู้ป่วยที่มีบาดเจ็บบริเวณคอที่เกิดจากอุบัติเหตุที่ทำให้คอสะบัด (Whiplash-associated disorders) โดยเมื่อฝึกกล้ามเนื้อUpper trapezius ด้วยเครื่องป้อนกลับทางชีวภาพ จะสามารถเป็นประโยชน์ต่อการลดอาการเจ็บปวด การพิการเนื่องมาจากไขสันหลังบริเวณคอได้รับบาดเจ็บ ทำให้สัญญาณไฟฟ้าในกล้ามเนื้อกลับทำงานอย่างปกติ (Dellve, et al., 2011)

2.2.2 การใช้เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อในผู้ที่ได้รับการบาดเจ็บที่ไขสันหลัง

ผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บที่ไขสันหลังนั้นคือผู้ป่วยที่มีรอยโรคที่ไขสันหลังมีผลให้ทางเดินเส้นประสาททั้งประสาทสั่งการและประสาทรับความรู้สึกเกิดความเสียหาย ส่งผลให้เกิดความบกพร่องในการรับความรู้สึก การควบคุมการเคลื่อนไหว และการควบคุมการขับถ่าย ทั้งแบบชั่วคราวหรือแบบถาวรได้ (Burdeau et al., 1999)

การใช้เทคนิคการป้อนกลับทางชีวภาพ (Biofeedback) นั้นมีประโยชน์ในการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในการควบคุมการตอบสนองทางสรีรวิทยาภายใต้อำนาจจิตใจ การใช้ Electromyography (EMG) Biofeedback เป็นการกระตุ้นการทำงานของระบบสั่งการและระบบรับความรู้สึก ซึ่งระบบการทำงานของเทคนิคนี้สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งสามารถป้อนกลับข้อมูลให้กับผู้ป่วยได้ทันที

การใช้เทคนิคนี้ในการรักษาฟื้นฟูผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังนั้นมีมานานกว่า 40 ปี โดยตั้งแต่ปี 1974 มีผู้การศึกษาโดยใช้ Electromyography (EMG) Biofeedback ในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของไขสันหลังบริเวณคอ (cervical spinal cord injury) พบว่าหลังการรักษาเป็นเวลา 3 ปี ความสามารถในการทำกิจกรรมมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Brucker and Bulacva, 1996)

2.2.3 การใช้เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อในการควบคุมการเคลื่อนไหว

ประโยชน์ของการใช้ EMG biofeedback นั้นนอกจากช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในการควบคุมการตอบสนองทางสรีรวิทยาภายใต้อำนาจจิตใจแล้ว ยังสามารถใช้เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) แก่ผู้ป่วยเพื่อแก้ไขการเคลื่อนไหวที่ไม่ถูกต้อง ช่วยลดการเกิดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ และเพิ่มความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวภายใต้อำนาจจิตใจ นอกจากนี้ยังมีการนำไปใช้เพื่อฝึกเดินและลดการเกิดรูปแบบการเดินที่ผิดปกติ

จากการศึกษาของ Petrofsky ในปี ค.ศ. 2001 โดยการใช้ EMG Biofeedback เพื่อลดการเดินที่ผิดปกติแบบ Trendelenburg gait โดยใช้ 2-channel EMG ที่กล้ามเนื้อ Gluteus Medius เป็นเวลา 30 นาทีต่อการฝึกในแต่ละวัน ในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของไขสันหลังแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete spinal cord injury) พบว่า ผู้ป่วยสามารถลดการเกิดการตกของสะโพก (hip drop) ในระหว่างเดินได้มากถึง 50% และมีรูปแบบการเดินที่เกือบปกติหลังจากใช้เป็นเวลา 2 เดือน (Petrofsky, 2001)

ปัจจุบันมีผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของไขสันหลังประมาณ 20 – 50 ราย ต่อประชากร 1 ล้านคน ต่อปี ซึ่งเกือบครึ่งหนึ่งของผู้ป่วยเป็นผู้ที่มีอายุต่ำกว่า 30 ปี และโดยประมาณ 1 ส่วน 3 ของผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของไขสันหลังนั้นมีความสามารถที่จะกลับมาเดินได้อีกครั้ง (Brucker and Bulaeva, 1996) ดังนั้นเทคนิคการรักษาแบบใหม่เพื่อฟื้นฟูผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของไขสันหลังในระยะเริ่มแรกจึงมีแนวทางเพื่อลดความรุนแรงของพยาธิสภาพทางระบบประสาทและเพื่อเพิ่มศักยภาพและความสามารถในการเดิน ซึ่งความสามารถในการฟื้นฟูนี้นั้นขึ้นกับระดับความรุนแรงและระดับของไขสันหลัง โดยปัจจัยที่มีผลต่อการฟื้นฟูความสามารถของผู้ป่วยนั้นได้แก่ 1. ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของกล้ามเนื้อ ได้แก่ กล้ามเนื้ออ่อนแรง กล้ามเนื้อทำงานไม่ประสานงานกัน เป็นต้น 2. ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงท่าซึ่งสัมพันธ์กับการถ่ายน้ำหนักตัวเพื่อทำกิจกรรม การควบคุมความสมดุล และการเคลื่อนไหว 3. ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการรับรู้ความรู้สึกและการเกิดรีเฟล็กซ์ของไขสันหลังที่ไวกว่าปกติซึ่งอาจกระทบต่อปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเดิน เช่น การทำงานประสานสัมพันธ์กัน และการควบคุมความสมดุลได้ (Burdeau et al., 1999)

การใช้ EMG biofeedback ที่บริเวณกล้ามเนื้อขาระหว่างการเดินสามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อในแต่ละช่วงเวลาของการเดินได้ นอกจากนี้การใช้ EMG biofeedback ร่วมกับการฝึกการเดิน (Locomotor Training) นั้นสามารถเพิ่มความสามารถในการฟื้นฟูพฤติกรรมเดินและฟื้นฟูการทำงานของกล้ามเนื้อแขน โดยเฉพาะกล้ามเนื้อ Triceps brachii ได้ ซึ่งจากการศึกษาของ Brucker และ Bulaeva ในปี 1996 พบว่าการใช้ EMG biofeedback ในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของไขสันหลังระดับคอ จำนวน 75 คน สามารถเพิ่มระดับ EMG ของกล้ามเนื้อ triceps ที่ประมาณ 13% ก่อนการทดลอง เป็น 55% หลังการทดลองได้ นอกจากนี้จากการศึกษาเพื่อวัดระดับของ EMG ในกล้ามเนื้อขาโดย Biase และคณะ ในปี ค.ศ. 2010 พบว่าการใช้เทคนิคนี้ในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของไขสันหลังระดับคอแบบไม่สมบูรณ์ จำนวน 20 คน ผลการทดลองพบว่า EMG Biofeedback สามารถเพิ่มระดับ EMG ของกล้ามเนื้อ Rectus Femoris ได้อย่างมีนัยสำคัญ

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา เครื่อง EMG biofeedback นั้น สามารถนำมาใช้ในคนไข้ได้หลากหลายระบบ และมีวัตถุประสงค์ในการฟื้นฟูคนไข้ หลากหลายวัตถุประสงค์ ซึ่ง

เครื่อง EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองนี้จะ สามารถปรับเปลี่ยน โปรแกรมการใช้งานได้ตาม
วัตถุประสงค์ที่หลากหลาย และนอกจากนี้ เครื่องEMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง สามารถนำ
ข้อมูลจาก กระแสไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อของมนุษย์ได้หลากหลายตัวแปรกว่า เครื่องมือ EMG
biofeedback ทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น ตัวแปร Root Mean Square (RMS), Median Frequency, EMG
Raw data



บทที่ 3 ระเบียบวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบประติมากรรมเครื่องมือ และทำการวัดความถูกต้องเครื่องมือโดย 1. จากเครื่องจำลองกระแสไฟฟ้า 2. สัญญาณไฟฟ้าจากมนุษย์

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเข้า

1. เพศชาย จำนวน 10 คน
2. มีภาวะสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์
3. ไม่มีโรคประจำตัว

เกณฑ์การคัดออก

1. มีความผิดปกติของการมองเห็นและการสื่อสาร
2. มีภาวะแทรกซ้อนอื่นทางระบบประสาท ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่เป็นอุปสรรคต่อ

การทดลอง

3.2 เครื่องมือ

1. นาฬิกาจับเวลา
2. ลำโพง
3. แอลกอฮอล์
4. กระดาษทราย
5. เทปติดชนิดเยื่อกระดาษ
6. อิเล็กโทรด
7. เจลสำหรับอิเล็กโทรด
8. เครื่องมือ EMG biofeedback แบบประติมากรรมเอง
9. เครื่องมือ EMG, biopac
10. Back leg dynamometer

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 วิธีการทดลองสัญญาณในมนุษย์

คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คนด้วยวิธีอาสาสมัครจากผู้ที่มีความสนใจ และยินดีให้ความร่วมมือในการศึกษาและลงนามยินยอมเข้าร่วมในการวิจัยโดยอาสาสมัครจะต้องไม่มีโรคประจำตัวที่จะเป็นอุปสรรคต่อการทำวิจัย แล้วดำเนินการดังนี้

1. ชี้แจงกับอาสาสมัครที่ผ่านการคัดเลือกเป็นกลุ่มทดลองให้ทราบถึงจุดประสงค์ของการวิจัย
2. ทำการทดสอบก่อนการทดลอง โดยแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป และทำการทำความสะอาดบริเวณที่ติดอิเล็กโทรด ด้วยแอลกอฮอล์และกระดาษทรายชนิดละเอียด
3. ทำการสวมจับฉลากอาสาสมัคร เพื่อเรียงลำดับของเครื่องEMG biofeedback ที่ประดิษฐ์เอง และเครื่องมือ EMG , biopac
4. ให้ผู้ทดลองนอนโดยผ่อนคลาย 5 นาที จากนั้น นำเครื่องมือที่จับฉลากได้มาเชื่อมกับอิเล็กโทรด ประเมินการทำงานของสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ 3 นาที หลังจากนั้น นำเครื่องมือลำดับต่อไปมาเชื่อมกับอิเล็กโทรดและประเมินการทำงานของสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ 3 นาที
5. พัก 5 นาที ให้ผู้ป่วยประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา โดยเครื่อง back leg dynamometer และประเมิน การทำงานของสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อระหว่างการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยเครื่อง back leg dynamometer จากนั้นพัก 5 นาที และประเมินการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง back leg dynamometer อีกครั้งด้วยเครื่องมือลำดับต่อไป

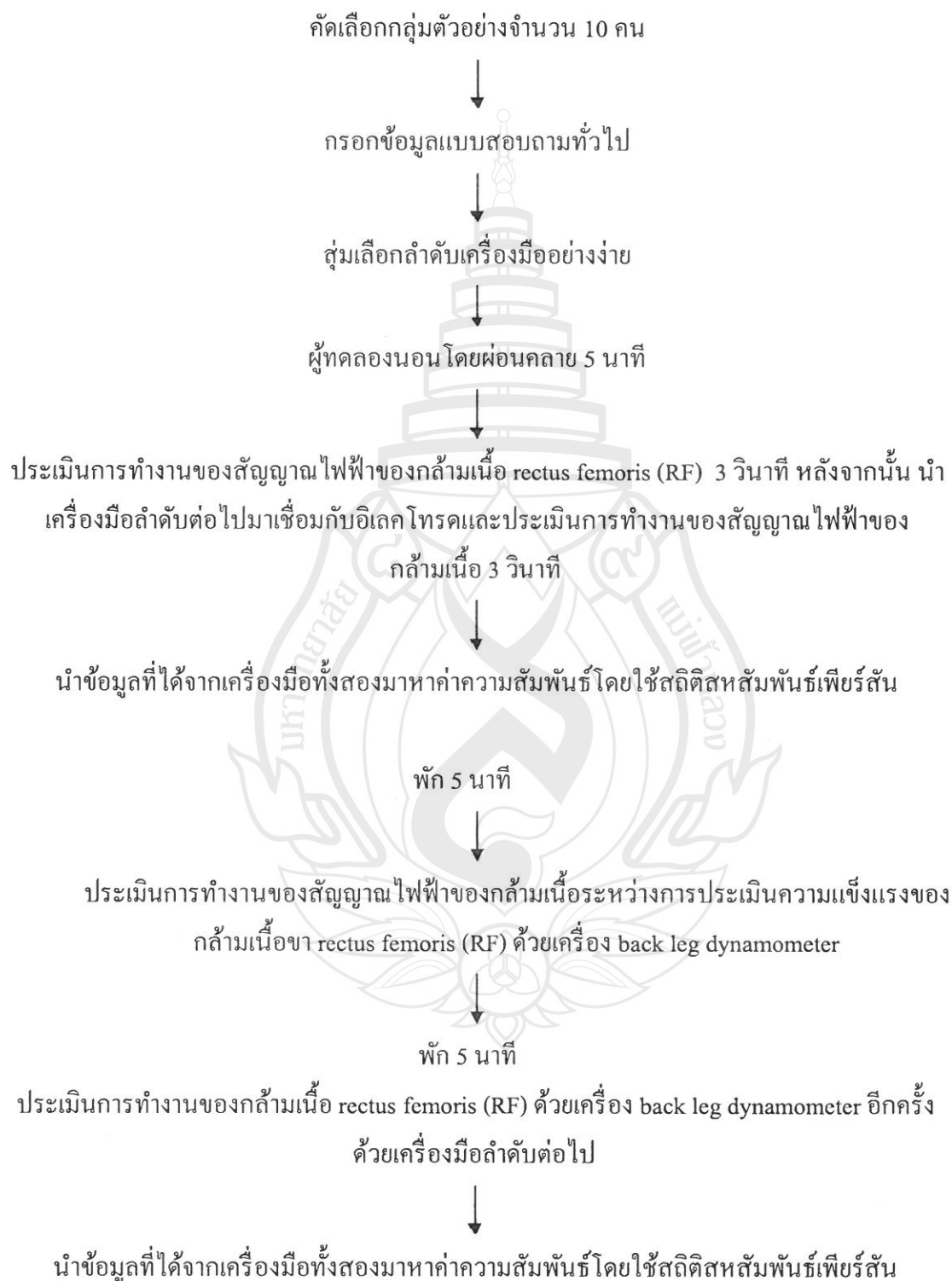
3.3.2 การติดอิเล็กโทรดบริเวณกล้ามเนื้อ Rectus Femoris

1. อิเล็กโทรดจะทำการติดบริเวณกล้ามเนื้อ rectus femoris (RF) โดยให้ผู้ทดลองเหยียดขาให้สุดโดยให้เกร็งกล้ามเนื้อquadriceps ในขณะที่ผู้วิจัยทำการคลำหากล้ามเนื้อ rectus femoris บริเวณกระดูก iliac crest จนถึงบริเวณลูกสะบ้า
2. อิเล็กโทรดทั้ง 2 ขั้วติดไว้ที่แนวกึ่งกลางของกล้ามเนื้อ rectus femoris โดยที่อิเล็กโทรดทั้ง 2 ขั้วห่างกันประมาณ 2 มิลลิเมตร และติดอิเล็กโทรดไว้ที่ปุ่มกระดูกสะบ้า patella 1 ขั้วเพื่อเป็น ground electrode
3. ก่อนการติดอิเล็กโทรด ขาของอาสาสมัครจะถูกโกนขนออก เช็ดด้วยแอลกอฮอล์และขัดด้วยกระดาษทรายแบบละเอียดอย่างเบามือ เพื่อเป็นการลดความต้านทานไฟฟ้า

3.3.3 เกณฑ์การหยุดทดสอบ

1. เมื่อผู้ป่วยมีความจำนนที่จะหยุดทดสอบ

3.3.4 ขั้นตอนการทดลองประเมินการทำงานของกล้ามเนื้อ rectus femoris (RF) ในขณะพัก



3.3.5 สถานที่ศึกษา

1. สำนักวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

3.3.6 ดัชนีชี้วัด

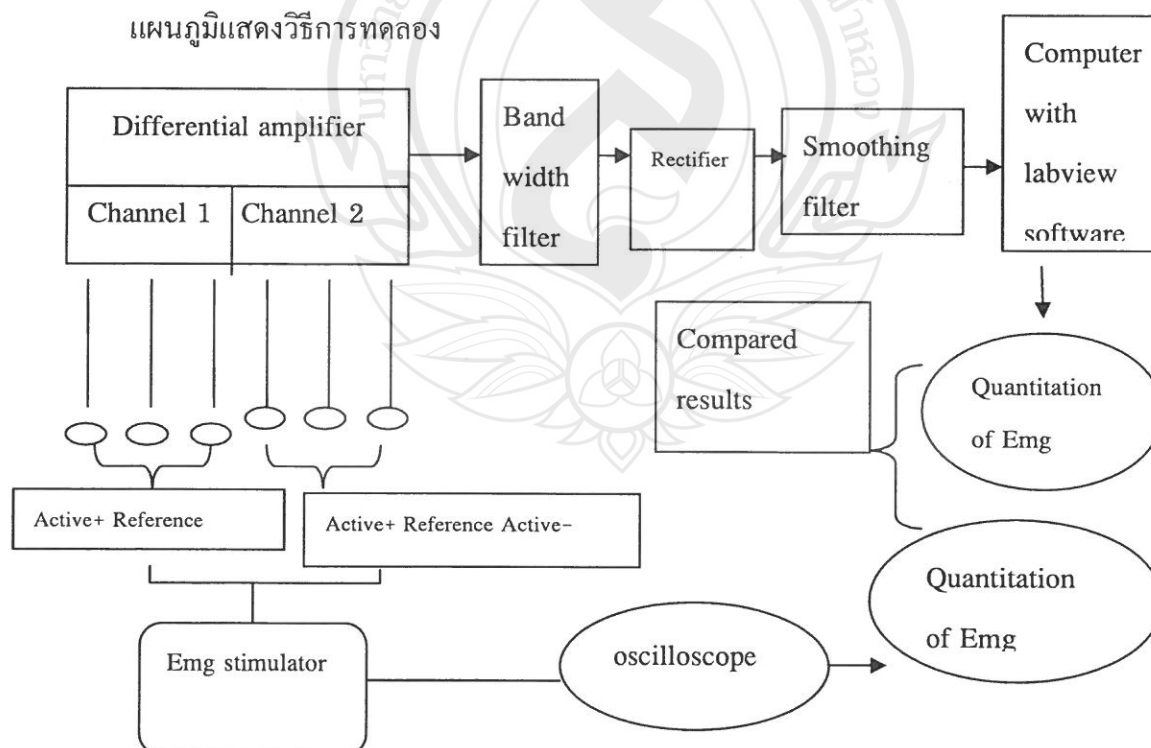
1. Muscle activities Root Mean Square (RMS)

3.4 การทำการทดสอบสัญญาณคลื่น

3.4.1 การทดสอบสัญญาณคลื่นจากเครื่อง Oscilloscope

นำส่วนประกอบของเครื่องมือดังที่กล่าวมาประกอบเป็นเครื่องมือ โดยใช้โปรแกรม labview เพื่อเป็นการเขียนโปรแกรมการป้อนกลับข้อมูลทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากมัดกล้ามเนื้อ จากนั้นต่อออสซิลโลกราฟของเครื่องป้อนกลับทางชีวภาพโดยสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อเข้ากับ EMG stimulator โดยที่เครื่อง EMG stimulator จะทำการจำลองสัญญาณไฟฟ้าจำนวนที่แน่นอนเข้าสู่ออสซิลโลกราฟ จากนั้นเพื่อทดสอบความแม่นยำและเที่ยงตรงของเครื่องมือจะประเมินโดยเครื่อง oscilloscope ซึ่งเป็นเครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า โดยจะใช้วัดสัญญาณจากเครื่อง EMG ที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลมาว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีค่าความคลาดเคลื่อนจากเครื่อง oscilloscope โดยค่าที่ได้จะนำมาคำนวณเป็น ค่าความถูกต้อง

แผนภูมิแสดงวิธีการทดลอง



3.5 การจัดการข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

นำกราฟจากเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ มาเปรียบเทียบกับกราฟจากเครื่อง oscilloscope โดยใช้สถิติแบบพรรณนา โดยใช้แสดงค่าเป็นร้อยละของค่าความแตกต่าง โดยกำหนดค่าความถูกต้องไม่น้อยกว่า 95% ใช้การทดสอบสหสัมพันธ์เพียร์สันที่ระดับ $r \geq 0.80$ โดยใช้โปรแกรม EXCEL และโปรแกรม SPSS



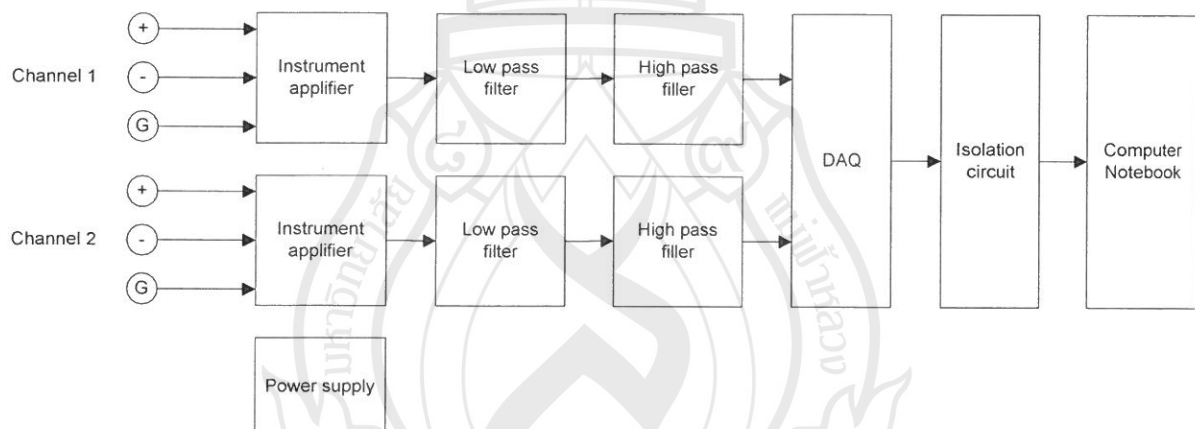
บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การออกแบบเครื่อง

เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง แบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่

4.1.1 Hardware

การออกแบบ Hardware ประกอบไปด้วยสายสัญญาณทำหน้าที่นำสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเข้าสู่ EMG Board ซึ่งจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและกรองความถี่ที่รบกวนสัญญาณที่ทำการวัดจากนั้นจะส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไปยัง Data Acquisition เพื่อทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลและแสดงผลต่อไปด้วยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น



รูปที่ 4-1 Block diagram

เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง ประกอบด้วย

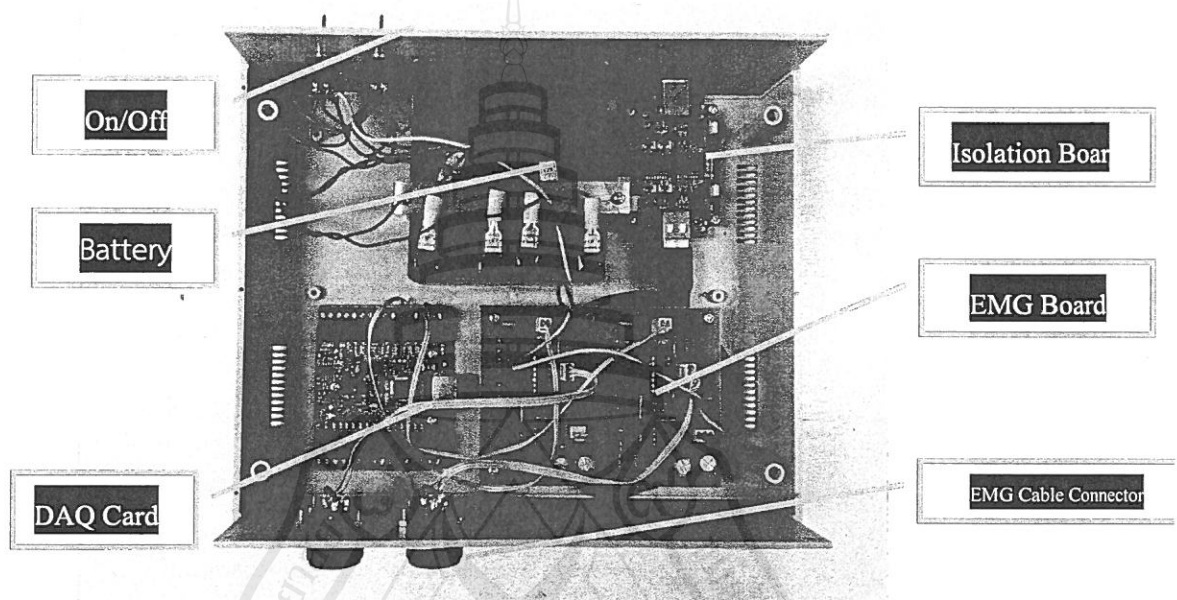
1. สาย EMG ทำหน้าที่นำสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเข้าสู่ EMG Board
2. วงจร EMG ทำหน้าที่ขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและกรองความถี่ที่รบกวนสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ผ่านจะมีความถี่ในช่วง 8-1000 Hz
3. DAQ Card ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลส่งไปยังคอมพิวเตอร์
4. วงจร Isolation เป็นอุปกรณ์สำหรับ Isolation พอร์ต USB ที่มีปัญหาในเรื่องของสัญญาณ GND ที่แตกต่างกัน เพื่อป้องกันปัญหาความเสียหายที่เกิดจากไฟฟ้าผิดปกติที่อาจรบกวนเข้า

คอมพิวเตอร์ โดย ET-USB TO USB ISOLATION จะทำการแยกระบบของฝั่ง USBทางด้าน IN และ OUT ออกจากกันโดยสิ้นเชิง โดยใช้เทคโนโลยี iCoupler ซึ่งสามารถป้องกันสัญญาณไฟฟ้ารั่วไหลจากคอมพิวเตอร์ไปยังผู้ป่วยได้และไม่ให้เกิดความเสียหายกับคอมพิวเตอร์ที่ต่อร่วมได้

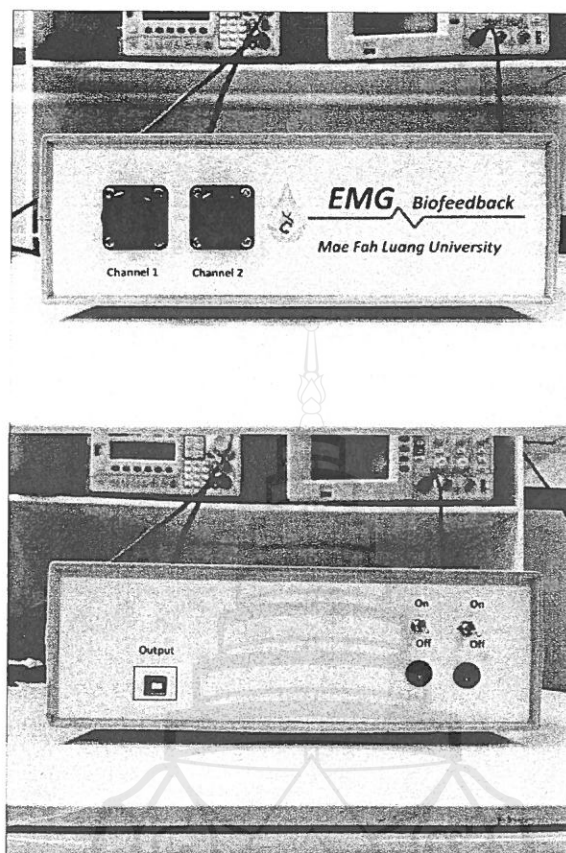
5. Battery ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้า DC 12 V ไปเลี้ยงวงจรต่างๆ

6. เครื่องชาร์จไฟ ทำหน้าที่ประจุไฟฟ้าให้แก่แบตเตอรี่

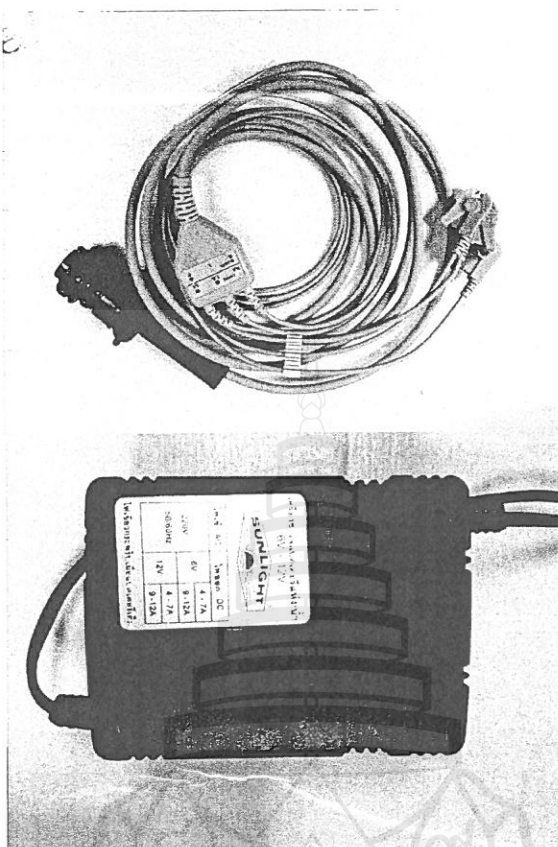
7. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ทำหน้าที่ประมวลผลและแสดงผล



รูปที่ 4-2. วงจรภายในเครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพ
โดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง



รูปที่ 4-3. เครื่องมือป้อนกลับทางชีวภาพ โดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง



รูปที่ 4-4. สาย EMG และเครื่องชาร์ตไฟ

4.1.2 Software

หลักการพื้นฐานทาง Software ที่ใช้ในการพัฒนาคือ LabVIEW ซึ่งย่อมาจาก **L**aboratory **V**irtual **I**nstrument **E**ngineering **W**orkbench เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ในด้านการวัดและเครื่องมือวัดสำหรับงานทางวิศวกรรม ซึ่งหมายความว่า เป็นโปรแกรมที่สร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม เพื่อจัดการในด้านการวัดและเครื่องมือวัดอย่างมีประสิทธิภาพ โดยในตัวโปรแกรมจะมีฟังก์ชันที่ช่วยในการวัดมากมายและจะเป็นประโยชน์อย่างสูงเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดทางด้านวิศวกรรมต่างๆ โดยโปรแกรม Lab VIEW แตกต่างจากโปรแกรมอื่นคือ โปรแกรม Lab VIEW นี้เป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphical User Interface) โดยสมบูรณ์ นั่นคือผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเขียน code หรือคำสั่งใดๆทั้งสิ้น และที่สำคัญลักษณะทางภาษาที่ใช้ในโปรแกรมนี้ เราจะเรียกว่าเป็นภาษารูปภาพ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ภาษา G (Graphical Language) ซึ่งจะแทนการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดอย่างที่เรารู้คุ้นเคยกับภาษาพื้นฐาน เช่น C , BASIC หรือ FORTRAN ด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมด โดยที่โปรแกรม Lab VIEW จะทำให้มีความสะดวกและสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มาก โดยเฉพาะ

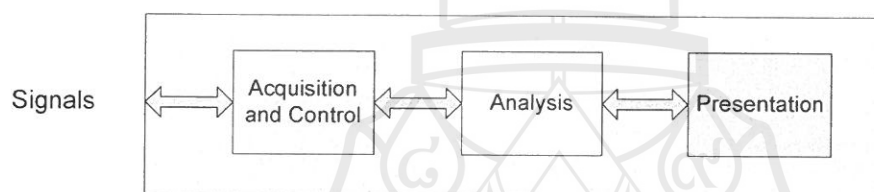
ในงานเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆเพื่อใช้ในการวัดและการควบคุม โปรแกรม Lab VIEW สำหรับผู้ที่เคยใช้โปรแกรมประเภทที่ใช้ตัวหนังสือ หรือที่เรียกว่า Text Base จะทราบถึงความยุ่งยากในการจัดการกับตำแหน่งการส่งผ่านข้อมูลตามอุปกรณ์เชื่อมต่อ เช่น Port หรือ Card ต่างๆ รวมถึงการจัดวางตำแหน่งในหน่วยความจำ เพื่อที่จะสามารถรวบรวมข้อมูล มาใช้ในการคำนวณและเก็บข้อมูลให้ได้ประโยชน์สูงสุด ปัญหาเหล่านี้ได้รับการแก้ไขแล้วใน โปรแกรม Lab VIEW โดยมีการบรรจุโปรแกรมจำนวนมากหรือ Libraries ไว้สำหรับจัดการกับ ปัญหาเหล่านั้น ซึ่งไม่ว่าอุปกรณ์การเชื่อมต่อจะเป็น DAQ (Data Acquisition) , GPIB (General Purpose Interface Bus) , Serial Port เพื่อใช้ในการติดต่อกับอุปกรณ์ที่ส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (serial Instrument) รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยวิธีการต่างๆ นอกจากนี้ใน Libraries เหล่านี้ยังได้บรรจุฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญอีกหลายประการ เช่น signal generation , signal processing , filters , สถิติ , พีชคณิต และคณิตศาสตร์อื่นๆ ดังนั้น โปรแกรม Lab VIEW จึงทำให้ การวัดและการใช้เครื่องมือวัดลดความยุ่งยากและทำให้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลกลายเป็นเครื่องมือ ทางด้านการวัดหลายชนิดอยู่ในเครื่องเดียว และจากการที่โปรแกรม Lab VIEW เป็นโปรแกรมที่ ใช้รูปภาพ หรือสัญลักษณ์แทนการเขียนด้วยตัวอักษรเหมือนโปรแกรมปกติทั่วไป ซึ่งทำให้มีข้อดี คือ การลดความผิดพลาดด้านการสะกดผิดหรือพิมพ์ผิด และอีกประการหนึ่งที่สำคัญของการเขียน โปรแกรมแบบ G กับ การเขียนด้วยแบบ Text คือ การเขียนด้วยภาษา G นี้เป็นการเขียนโดยใช้ หลักการของ Data Flow ซึ่งเมื่อเริ่มส่งข้อมูลเข้าโปรแกรม เราจะต้องกำหนดทิศทางไหลของข้อมูล ว่าจะไปที่ส่วนใด ผ่านการประมวลผลและคำนวณในส่วนใดบ้าง และจะแสดงผลอย่างไร ซึ่ง ลักษณะการเขียนภาษา G หรือ Data Flow นี้ จะมีลักษณะเหมือนกับการเขียน Block Diagram ซึ่ง ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถให้ความสนใจกับการเคลื่อนที่และเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้โดยไม่ต้อง จดจำรูปแบบคำสั่งที่ยุ่งยาก เนื่องจาก LabVIEWใช้ลักษณะการเขียนแบบ Block Diagram ซึ่ง วิศวกรส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยอยู่แล้ว จึงเป็นการง่ายที่จะทำความเข้าใจและนำไปพัฒนาใช้ต่อไป ได้ และถ้าหากทบทวนถึงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมว่าก่อนที่จะเขียนโปรแกรม จะต้องมีการ เขียน Flow Chart ให้แล้วเสร็จก่อน และหลังจากตรวจสอบ Flow Chart เรียบร้อยแล้วจึงนำไป เขียนโปรแกรม ดังนั้นผู้เขียนโปรแกรมจะมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น ถ้าหากการเขียน Flow Chart ของ LabVIEWคือการเขียนโปรแกรมนั่นเอง ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนการทำงานลงไปได้เป็นอย่างมาก

LabVIEW อาศัยหลักการทำงานของเครื่องมือวัด 3 ส่วนคือ

1. Acquisition ซึ่งเป็นส่วนที่รับข้อมูล (Input) จากสิ่งแวดล้อมภายนอกเข้าสู่ระบบในที่นี้คือ คอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลที่เข้าสู่ระบบนี้อาจมาจาก การ์ด DAQ (สำหรับสัญญาณทางไฟฟ้า), การ์ดIMAQ (สำหรับข้อมูลประเภทรูป) หรือ GPIB (สำหรับควบคุมเครื่องมือ)

2. Analysis หลังจากที่ได้รับข้อมูลแล้วอาจจะต้องผ่านฟังก์ชันในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะแสดงผลในรูปที่สื่อความหมายในสิ่งที่ผู้ใช้งานสามารถนำไปแสดงแทนสื่อที่วัดและใช้งานได้

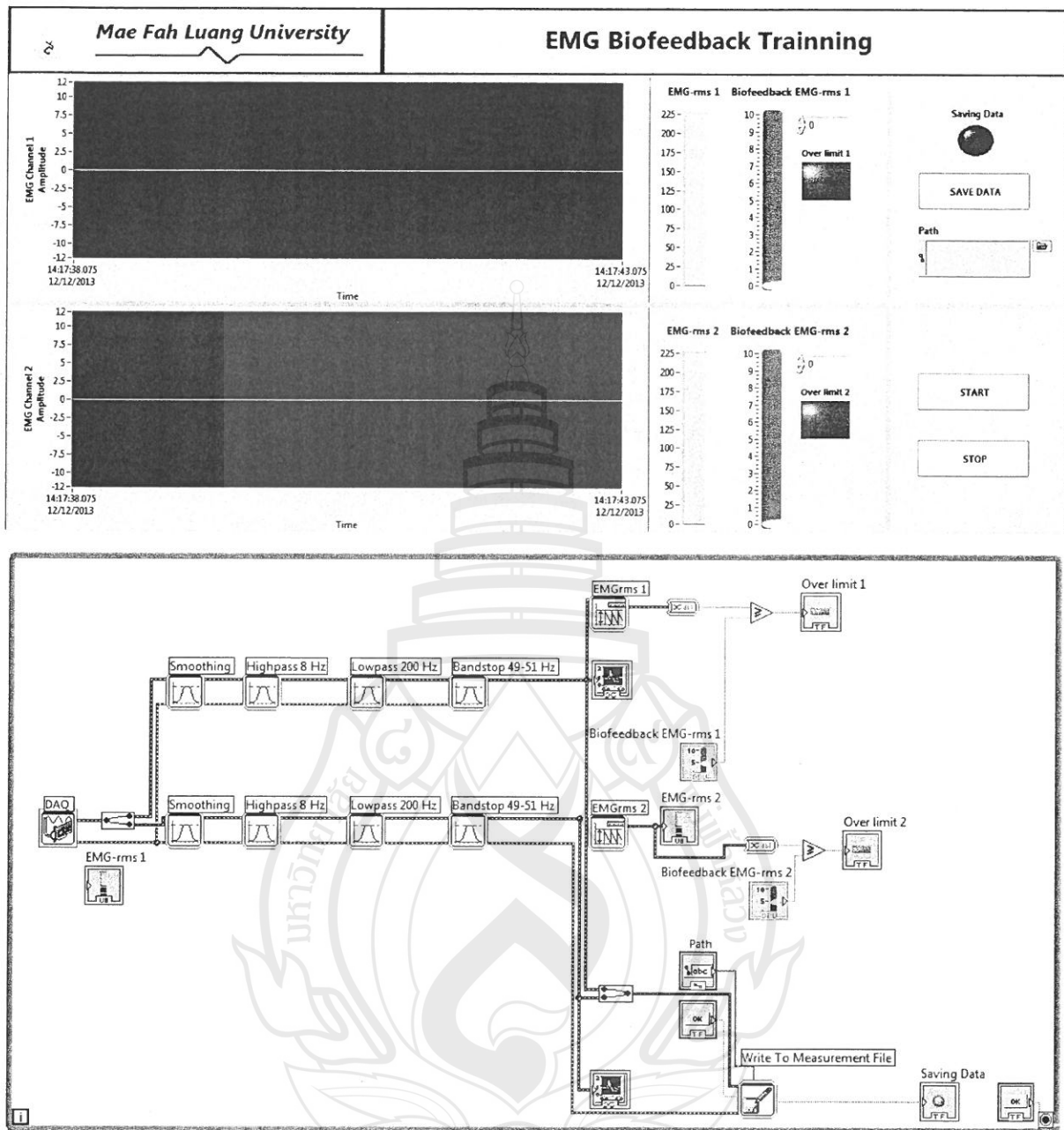
3. Presentation คือ การแสดงผลในรูปแบบที่เบียบประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน โดยอาจแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เช่น DMM (Digital Multimeter) แสดงผลเฉพาะสัญญาณที่วัดได้โดยไม่ต้องจำเป็นต้องรู้ความสัมพันธ์กับเวลา หรือ Oscilloscope แสดงผลของข้อมูลที่สัมพันธ์กับเวลาหรือ Spectrum Analysis จะแสดงสัญญาณในรูปความถี่หรือการพิมพ์ออกมาเป็นรายงานหรือเก็บข้อมูลในฮาร์ดดิสก์



รูปที่ 4-5 การทำงานของ LabVIEW

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อแสดงสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 2 ช่องสัญญาณ สามารถแสดงกราฟของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แสดงค่า EMG rms และสามารถกำหนดค่า EMG rms Biofeedback ได้ สามารถบันทึกกราฟคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในรูปแบบไฟล์ Excel เพื่อนำสัญญาณมาวิเคราะห์ในภายหลังได้

โปรแกรมจะกรองสัญญาณสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในช่วง 8-200 Hz และกรองความถี่รบกวน 50 Hz



รูปที่ 4-6. โปรแกรมป้อนกลับทางชีวภาพโดยใช้สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อแบบประดิษฐ์เอง

4.2 การทดสอบ

4.2.1 การทดสอบกำลังขยายของวงจร

วงจรขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ออกแบบมีกำลังขยายจากการคำนวณ 4000 เท่า ทำการทดสอบโดยต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณมาตรฐาน ที่มีขนาดสัญญาณ 4 mV p-p และทำการวัดสัญญาณไฟฟ้าที่ขาออกทำการบันทึกผลและเปลี่ยนความถี่สัญญาณที่ทำการทดสอบ

ตารางที่ 4-1 การทดสอบกำลังขยายของวงจร

ความถี่ (Hz)	Self made EMG biofeedback				Self made EMG biofeedback			
	Channel 1 (V)				Channel 2 (V)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
10	14.00	14.10	14.00	14.03	14.00	14.10	14.10	14.07
20	14.00	14.10	14.10	14.07	14.00	14.10	14.00	14.03
30	15.00	15.00	15.10	15.03	15.00	15.00	15.10	15.03
40	16.00	15.90	16.00	15.97	15.50	15.40	15.50	15.47
50	16.00	16.00	16.00	16.00	15.50	15.60	15.50	15.53
60	15.80	15.90	15.80	15.83	15.50	15.50	15.50	15.50
70	15.80	15.80	15.80	15.80	15.50	15.50	15.60	15.53
80	15.80	15.90	15.70	15.80	15.70	15.70	15.70	15.70
90	15.80	15.70	15.80	15.77	15.70	15.70	15.80	15.73
100	15.80	15.80	15.80	15.80	15.70	15.70	15.70	15.70
200	15.80	15.80	15.80	15.80	15.70	15.70	15.80	15.73
ค่าเฉลี่ย	15.44	15.45	15.45	15.45	15.25	15.27	15.30	15.28
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.72	0.68	0.69	0.01	0.62	0.59	0.62	0.60
% ความถูกต้อง	96.48	96.59	96.53	96.53	95.34	95.45	95.63	95.47
ICC Intraclass Correlation Coefficient	0.99				0.99			

จากตารางที่ 4-1 เมื่อทำการทดสอบสัญญาณจำนวน 3 ครั้ง ที่ความถี่ 10-200 เฮิร์ตซ์ (รอบ/วินาที) พบว่า ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ Self made EMG biofeedback Channel 1 (V) ครั้งที่ 1 เท่ากับ 15.45 ± 0.72 (V) ครั้งที่ 2 เท่ากับ 15.45 ± 0.68 (V) และครั้งที่ 3 เท่ากับ 15.45 ± 0.69 (V) และ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของทั้งสามครั้งคือ 15.45 ± 15.45 (V) ซึ่ง มี

เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเท่ากับ 96.48 96.59 96.53 และ 96.53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ
ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ Self made EMG biofeedback Channel 2 (V) ครั้งที่
1 เท่ากับ 15.25 ± 0.62 (V) ครั้งที่ 2 เท่ากับ 15.27 ± 0.59 (V) และครั้งที่ 3 เท่ากับ 15.30 ± 0.62 (V)
และ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของทั้งสามครั้งคือ 15.45 ± 15.45 (V) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความ
ถูกต้อง เท่ากับ 95.34 95.45 95.63 และ 95.47 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีค่าสัมประสิทธิ์
ความเที่ยง มีค่าเท่ากับ 0.99 ใน Self made EMG biofeedback Channel 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการวัดสัญญาณไฟฟ้าของเครื่อง Self made EMG
biofeedback channel 1 ครั้งที่ 1 2 และ 3

ความสัมพันธ์ระหว่างการวัด สัญญาณไฟฟ้าของเครื่อง Self made EMG biofeedback channel 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ครั้งที่ 1	1	.996**	.998**
ครั้งที่ 2		1	.992**
ครั้งที่ 3			1

** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 level (2-tailed).

จากตารางที่ 4-4 แสดงความสัมพันธ์ของการวัดสัญญาณไฟฟ้าของ Self made EMG
biofeedback channel 1(V) ครั้งที่ 1 2 และ 3 โดยใช้สถิติความสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า
สัญญาณไฟฟ้าของ Self made EMG biofeedback channel 1 (V) ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 1 และ
ครั้งที่ 3 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความสัมพันธ์มากกว่า 0.99 ($p = 0.00$)
และ ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความสัมพันธ์
มากกว่า 0.99 ($p = 0.00$) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า การวัดของเครื่องมือ EMG biofeedback แบบ
ประดิษฐ์เองช่องที่ 1 มีความน่าเชื่อถือในการวัด

ตารางที่ 4-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการวัดสัญญาณไฟฟ้าของเครื่อง Self made EMG biofeedback Channel 2 ครั้งที่ 1 2 และ 3

ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดสัญญาณไฟฟ้าของ เครื่อง Self made EMG biofeedback Channel 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ครั้งที่ 1	1	.997**	.997**
ครั้งที่ 2		1	.994**
ครั้งที่ 3			1

** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 level (2-tailed).

จากตารางที่ 4-3 แสดงความสัมพันธ์ของการวัดสัญญาณไฟฟ้าของ Self made EMG biofeedback channel 2 (V) ครั้งที่ 1 2 และ 3 โดยใช้สถิติความสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่าสัญญาณไฟฟ้าของ Self made EMG biofeedback channel 2 (V) ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 3 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความสัมพันธ์มากกว่า 0.99 ($p = 0.00$) และ ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความสัมพันธ์มากกว่า 0.99 ($p = 0.00$) ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า การวัดของเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองช่องที่ 1 มีความน่าเชื่อถือในการวัด

เมื่อความสัมพันธ์ของ Self made EMG biofeedback Channel 1 และ Self made EMG biofeedback Channel 2 โดยใช้สถิติความสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า Self made EMG biofeedback Channel 1 และ Self made EMG biofeedback Channel 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความสัมพันธ์ 0.97 ($p = 0.00$) แสดงว่า เครื่องมือ EMG biofeedback ทั้งสองช่อง มีการวัดที่ใกล้เคียงกันสามารถใช้งาน ช่องใดก็ได้ ในการใช้งาน

4.2.2 ผลการทดสอบสัญญาณในมนุษย์เมื่อเทียบจากเครื่อง EMG, biopac

ตารางที่ 4- 4 แสดงการทดสอบสัญญาณไฟฟ้าที่ในขณะพักของกล้ามเนื้อ Rectus Femoris (RF) ในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย จำนวน 10 คน แสดงค่าเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จำนวนคน \ EMG (RMS)	Self made EMG biofeedback channel 1	EMG channel 1 , Biopac	% ความคลาด เคลื่อน
1	0.09613	0.01669	7.94
2	0.00976	0.00154	0.82
3	0.01281	0.00509	0.77
4	0.01739	0.00753	0.99
5	0.02044	0.01314	0.73
6	0.01068	0.00406	0.66
7	0.00762	0.00358	0.40
8	0.00610	0.00381	0.23
9	0.00915	0.00438	0.48
10	0.00457	0.00528	-0.08
ค่าเฉลี่ย	0.01947	0.00651	1.30
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.02738	0.00475	2.36

จากตารางที่ 4-4 เมื่อทำการทดสอบสัญญาณไฟฟ้าจากมนุษย์ ของ Self made EMG biofeedback channel 1 ในขณะพักเทียบกับเครื่องมือ EMG, biopac ในจำนวนผู้เข้าร่วมการทดลอง จำนวน 10 คนพบว่า ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ Self made EMG biofeedback channel 1 (RMS) เท่ากับ 0.01947 ± 0.02738 และเครื่องมือของ EMG, biopac Channel 1 (RMS) เท่ากับ 0.00651 ± 0.00475 และมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย $1.30 \pm 2.36\%$

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของ Self made EMG biofeedback channel และ EMG Channel 1, biopac ในกล้ามเนื้อ Rectus Femeris (RF) ขณะพักของผู้เข้าร่วมทดลองจำนวน 10 คนโดยใช้สถิติความสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า Self made EMG biofeedback channel 1 และ EMG , biopac มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความสัมพันธ์ 0.83 ($p = 0.03$) จากผลการทดลองแสดงว่า เครื่องEMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อมนุษย์ได้ใกล้เคียงกับเครื่อง EMG, biopac

ตารางที่ 4-5 แสดงการทดสอบสัญญาณไฟฟ้าที่ในขณะออกแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ Rectus Femeris (RF) ในกลุ่มตัวอย่างเพศชายจำนวน 10 คน แสดงค่าเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

EMG (RMS) จำนวนคน	Self made EMG biofeedback channel 1	EMG channel 1 , Biopac	%ความคลาดเคลื่อน
1	0.00189	0.13580	13.39
2	0.05657	0.11474	5.82
3	0.23339	0.28656	5.32
4	0.06589	0.10742	4.15
5	0.17156	0.18768	1.61
6	0.09835	0.10864	1.03
7	0.03760	0.09063	5.30
8	0.14614	0.22277	7.66
9	0.12235	0.13458	1.22
10	0.12627	0.12329	0.30
ค่าเฉลี่ย	0.10601	0.15121	4.52
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.06867	0.06218	4.03

จากตารางที่ 4-5 เมื่อทำการทดสอบสัญญาณไฟฟ้าจากมนุษย์ในขณะออกแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ Rectus Femeris (RF) ในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ของเครื่องมือ Self made EMG biofeedback channel 1 (RMS) กับเครื่องมือ EMG 1, biopac (RMS) พบว่า ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ EMG biofeedback channel 1 (RMS) เท่ากับ 0.10601 ± 0.06867 และเครื่องมือของ EMG, biopac Channel 1 (RMS) เท่ากับ 0.15121 ± 0.06218 และมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย $4.52 \pm 4.03\%$ จากผลการทดลองแสดงว่า เครื่องEMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง สามารถวัด

สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อมนุษย์ได้ใกล้เคียงกับเครื่อง EMG, biopac ในขณะออกแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ Rectus Femeris (RF)

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของ Self made EMG biofeedback channel 1 และ EMG Channel 1, biopac ในกล้ามเนื้อ Rectus Femeris (RF) ขณะออกแรงสูงสุดของผู้เข้าร่วมทดลองจำนวน 10 คน โดยใช้สถิติความสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า Self made EMG biofeedback channel 1 และ EMG channel 1, biopac มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความสัมพันธ์ 0.82 ($p = 0.04$) จากผลการทดลองแสดงว่า เครื่อง EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อมนุษย์ได้ใกล้เคียงกับเครื่อง EMG, biopac ในขณะออกแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ Rectus Femeris (RF)



บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ลักษณะของเครื่องEMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง

เครื่องEMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองสามารถใส่ค่า RMS ที่ต้องการเพื่อที่จะได้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้กับคนไข้ โดยแสดงเป็นกราฟ และเสียง โดยในขณะที่ใช้เครื่องมือ เครื่องมือสามารถบันทึกตัวแปรที่สามารถบันทึกได้ในทุกวินาที โดยสามารถนำข้อมูลออกมาเป็นโปรแกรมเอกเซล เพื่อง่ายต่อการบันทึกข้อมูล โดยสามารถนำข้อมูล ตัวแปร Root Mean Square (RMS) Raw EMG และ Median Frequency โดยแตกต่างจาก เครื่องมือEMG, biopac คือ ข้อมูลที่ได้ต้องอาศัยโปรแกรมเฉพาะของเครื่องมือจึงทำให้ ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้กับคอมพิวเตอร์เครื่องที่ไม่มีโปรแกรมได้ โดยในการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเครื่องมือEMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองอย่างจำกัด และการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อทำให้เครื่องมือEMG biofeedback ให้ใช้ได้ง่าย และมีหน้าที่ ทำงานได้หลากหลายอย่างเพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานในการฝึกคนไข้ หรือ การทำการเรียนการสอนหรือการทำวิจัย

ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัด

จากการทดสอบสัญญาณเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองและเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า พบว่า เครื่องมือEMG biofeedback ช่องที่ 1 และช่องที่ 2 มีความถูกต้องเฉลี่ย 95.34% และ 95.47% ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือ เครื่องมือEMG biofeedback ที่ผลิตขึ้นเองนั้นต้องมีความถูกต้องในการวัด มากกว่า 95% หรือ ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% และมีค่า ICC เท่ากับ 0.99 ทั้ง 2 ทั้งสองช่องสัญญาณ และเมื่อนำค่าการวัดสัญญาณของทั้งสองช่องมาหาความสัมพันธ์กัน โดยใช้สถิติเพียร์สันนั้นพบว่า ทั้งสองช่องสัญญาณมีความสัมพันธ์กันอยู่ที่ระดับ 0.99 $p=0.00$ ซึ่งอยู่ในระดับสูง ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าEMG biofeedback แบบประดิษฐ์เองช่อง 1 และ 2 นั้นสามารถวัดสัญญาณได้อย่างใกล้เคียงกัน

เมื่อนำเครื่องมือEMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง มาทดสอบสัญญาณจากกล้ามเนื้อ rectus femoris ในขณะพัก เปรียบเทียบกับเครื่องมือ มาตรฐาน เครื่องมือ EMG, biopac พบว่าค่าที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับการวัดสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องขยาย

สัญญาณไฟฟ้า คือมีความถูกต้องมากกว่า 95% และมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง และ EMG, biopac พบว่ามีค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ($r=0.82$, $p=0.03$) จึงสามารถสรุปได้ว่า เมื่อนำเครื่องมือ EMG biofeedback มาวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อนุษย์ในขณะพัก เครื่องมือ EMG biofeedback จะสามารถวัดค่าของสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ rectus femoris ในขณะพักได้ใกล้เคียงกับ เครื่องมือ EMG, biopac

เมื่อนำเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง มาทดสอบสัญญาณจากกล้ามเนื้อ rectus femoris ในขณะออกแรงสูงสุด เปรียบเทียบกับเครื่องมือ มาตรฐาน เครื่องมือ EMG, biopac พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามสมมติฐานที่ไม่เกิน 5% และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ของเครื่องมือ EMG biofeedback แบบประดิษฐ์เอง และ EMG, biopac พบว่า มีค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง ($r=0.82$, $p=0.04$) จึงสามารถสรุปได้ว่า เมื่อนำเครื่องมือ EMG biofeedback มาวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อนุษย์ในขณะออกแรงสูงสุด เครื่องมือ EMG biofeedback จะสามารถวัดค่าของสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ rectus femoris ในขณะออกแรงสูงสุดได้ใกล้เคียงกับ เครื่องมือ EMG, biopac แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้ค่าความคลาดเคลื่อนจะมีมากที่สุดจากการวัดสัญญาณกล้ามเนื้อ rectus femoris ขณะออกแรงสูงสุด อาจเนื่องมาจากในการวัดแรงสูงสุดนั้น โดยใช้เครื่องมือ EMG นั้นจะมีค่าความแปรปรวน 11% โดยความแปรปรวนนี้จะเกิดจากชีวภาพของกล้ามเนื้อและไม่เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อนของการวัดแต่อย่างใด (Magnusson et al., 1990)

ข้อจำกัด

ข้อจำกัดในการทดสอบนี้คือ จำนวนผู้เข้าร่วมทดลองมีจำนวนน้อย แต่อย่างไรก็ตาม การทดสอบความน่าเชื่อถือของการวัดด้วยเครื่องมือ EMG ในกล้ามเนื้อที่ผ่านมา จำนวนผู้เข้าร่วมจะอยู่ประมาณระหว่าง 10-32 คน (Mohammad A., 2014) และความหลากหลายของกล้ามเนื้อที่ใช้ประเมิน

ข้อเสนอแนะ

ในการประเมินสัญญาณกล้ามเนื้อ rectus femoris ขณะพักและการออกแรงสูงสุดโดยใช้เครื่องมือ back leg dynamometer การทดสอบนี้จะไม่มีผลของความแตกต่างระหว่างเพศและไม่มีผลของความแตกต่างภายในของตัวเข้าร่วมทดสอบ(เช่น น้ำหนัก อายุ การออกกำลังกาย สัดส่วนไขมันและกล้ามเนื้อ) เนื่องจากผู้เข้าร่วมทั้งหมดเป็นเพศชายและวิธีการวัดเครื่องมือทั้งสองเครื่องมือเป็นการวัดซ้ำภายในคนเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามการทดสอบนี้ไม่มีการปิดบังผู้วัดและคนวัดแต่จะลดการเอนเอียงของการทดลองโดยการสุ่มลำดับของเครื่องมือวัดและผู้วัดเป็นคนคนเดียวกันทดสอบทั้งสองเครื่องมือ และการทดสอบนี้ไม่มีการให้คนไข้ทำความคุ้นเคยกับการทดสอบก่อนทำการวัด เนื่องจากในขณะที่พักก่อนการวัดจะให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบนอนพักเพื่อให้กล้ามเนื้ออยู่ในขณะพักสูงสุด และการทดสอบการออกแรงสูงสุดโดยเครื่องมือ back leg dynamometer นั้น จะมีการอธิบายโดยละเอียดและผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนมีประสบการณ์ใช้เครื่องมือ back leg dynamometer

ข้อเสนอแนะในอนาคตทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ EMG biofeedback ในการฟื้นฟูผู้ป่วย หรือนักกีฬาต่อไป โดยศึกษาในกล้ามเนื้อเจาะจง และลักษณะการออกแรง ที่จำเพาะเจาะจง

เอกสารอ้างอิง

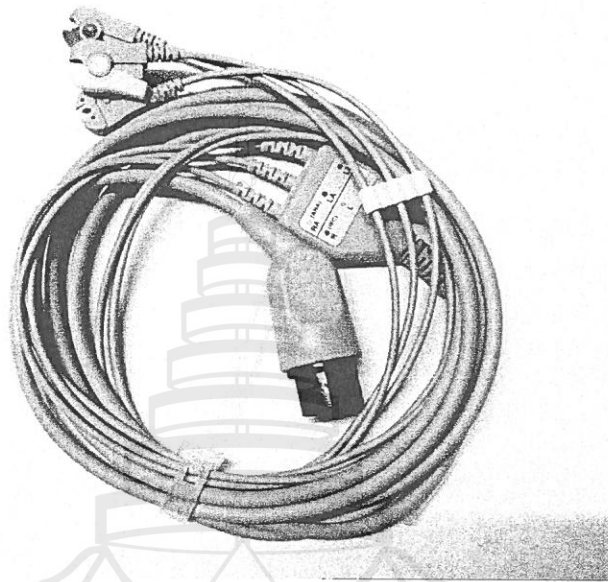
- Akkaya, N., Ardic, F., Ozgen, M., Akkaya, S., Sahin, F., & Kilic, A. (2012). Efficacy of electromyographic biofeedback and electrical stimulation following arthroscopic partial meniscectomy: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 26(3), 224-236.
- Brucker, B. S., & Bulaeva, N. V. (1996). Biofeedback effect on electromyography responses in patients with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 77(2), 133-137.
- Brudny, J., Korein, J., Grynbaum, B. B., Friedmann, L. W., Weinstein, S., Sachs-Frankel, G., et al. (1976). EMG feedback therapy: review of treatment of 114 patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 57(2), 55-61.
- Dellve, L., Ahlstrom, L., Jonsson, A., Sandsjo, L., Forsman, M., Lindegard, A., et al. (2011). Myofeedback training and intensive muscular strength training to decrease pain and improve work ability among female workers on long-term sick leave with neck pain: a randomized controlled trial. *Int Arch Occup Environ Health*, 84(3), 335-346.
- Dogan-Aslan, M., Nakipoglu-Yuzer, G. F., Dogan, A., Karabay, I., & Ozgirgin, N. (2012). The effect of electromyographic biofeedback treatment in improving upper extremity functioning of patients with hemiplegic stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 21(3), 187-192.
- Draper, V., & Ballard, L. (1991). Electrical stimulation versus electromyographic biofeedback in the recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament surgery. *Phys Ther*, 71(6), 455-461; discussion 461-454.
- Giggins, O. M., Persson, U. M., & Caulfield, B. (2013). Biofeedback in rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil*, 10, 60.
- Inglis, J., Donald, M. W., Monga, T. N., Sproule, M., & Young, M. J. (1984). Electromyographic biofeedback and physical therapy of the hemiplegic upper limb. *Arch Phys Med Rehabil*, 65(12), 755-759.
- Kirnap, M., Calis, M., Turgut, A. O., Halici, M., & Tuncel, M. (2005). The efficacy of EMG-biofeedback training on quadriceps muscle strength in patients after arthroscopic meniscectomy. *N Z Med J*, 118(1224), U1704.
- Liechti, M., Muller, R., Lam, T., & Curt, A. (2008). Vestibulospinal responses in motor incomplete spinal cord injury. *Clin Neurophysiol*, 119(12), 2804-2812.
- Lourencao, M. I., Battistella, L. R., de Brito, C. M., Tsukimoto, G. R., & Miyazaki, M. H. (2008). Effect of biofeedback accompanying occupational therapy and functional electrical stimulation in hemiplegic patients. *Int J Rehabil Res*, 31(1), 33-41.
- Magnusson, et al. (1990). Subject variability of strength testing shoulder abduction. *Am. J. Sports Med*, 18, 349-353
- Mohammad A., Mohseni B., Nahid R., Reliability of surface electromyography in assessment of paraspinal muscle fatigue: an updated systematic review. *Journal of Manipulative and physiological therapeutics*, 501-520.
- Prentice W.E. (2011). Biofeedback. In Prentice W.E., Quillen W.S. & Underwood F. (Eds.), *Therapeutic Modalities in Rehabilitation* (4 ed.). New York: McGraw-Hill.

- Prentice, W. E. (2011). Biofeedback. In Prentice W.E., Quillen W.S. & Underwood F. (Eds.), *Therapeutic Modalities in Rehabilitation* (4 ed.). New York: McGraw-Hill.
- Report of thailand's burden of disease, Injuries, and risk factors in 2004.* (2009).
- Seymour, R. J., & Bassler, C. R. (1977). Electromyographic biofeedback in the treatment of incomplete paraplegia. *Phys Ther*, 57(10), 1148-1150.
- Wolf, S. L. (1983). Electromyographic biofeedback applications to stroke patients. A critical review. *Phys Ther*, 63(9), 1448-1459.
- Wolf, S. L., & Binder-MacLeod, S. A. (1983a). Electromyographic biofeedback applications to the hemiplegic patient. Changes in lower extremity neuromuscular and functional status. *Phys Ther*, 63(9), 1404-1413.
- Wolf, S. L., & Binder-MacLeod, S. A. (1983b). Electromyographic biofeedback applications to the hemiplegic patient. Changes in upper extremity neuromuscular and functional status. *Phys Ther*, 63(9), 1393-1403.
- ปรีชา พันธุ์ติเวช. (2011). แนวโน้มตลาดและทิศทางธุรกิจวัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์และเครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ ในประชาคมอาเซียน
- มนตรี จุฬาววัฒนทล. (2011). ทิศทางและแนวทางการส่งเสริมอุตสาหกรรมวัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์และเครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ.

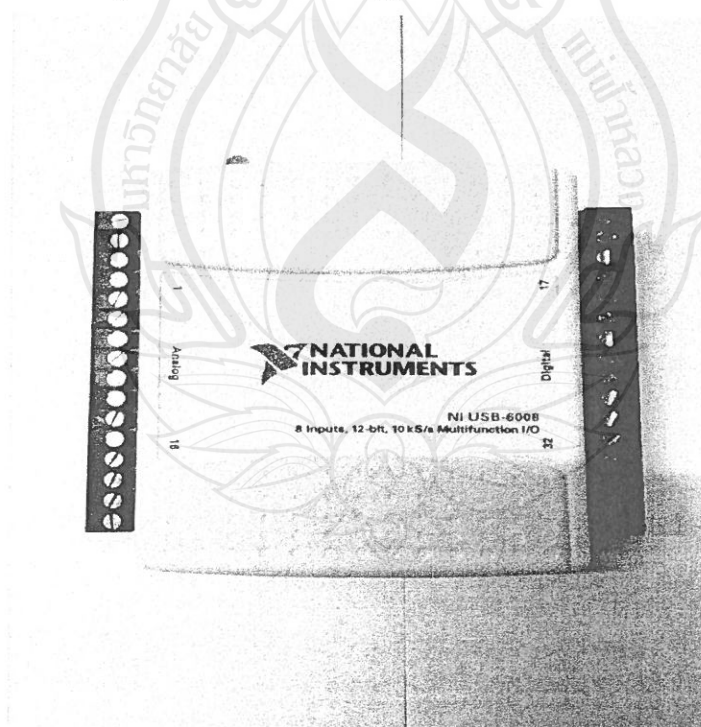


ภาคผนวก

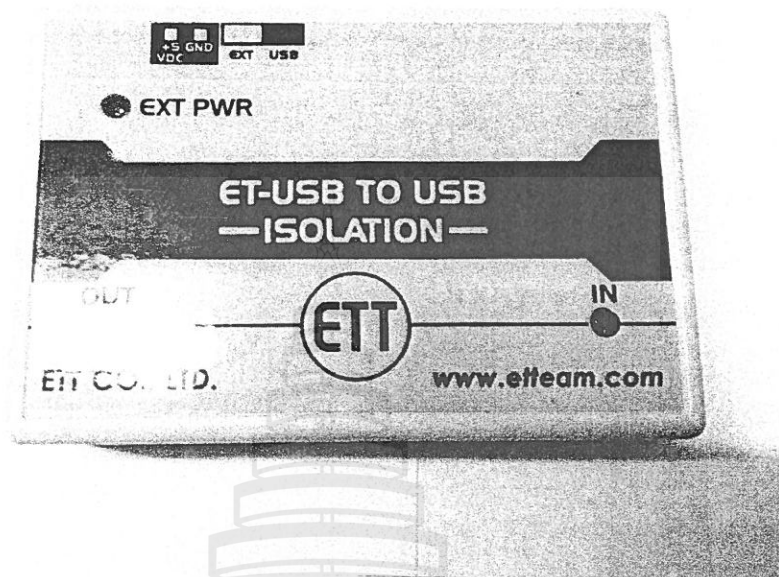
ภาคผนวก ก แสดงรูปภาพส่วนประกอบของเครื่องมือ



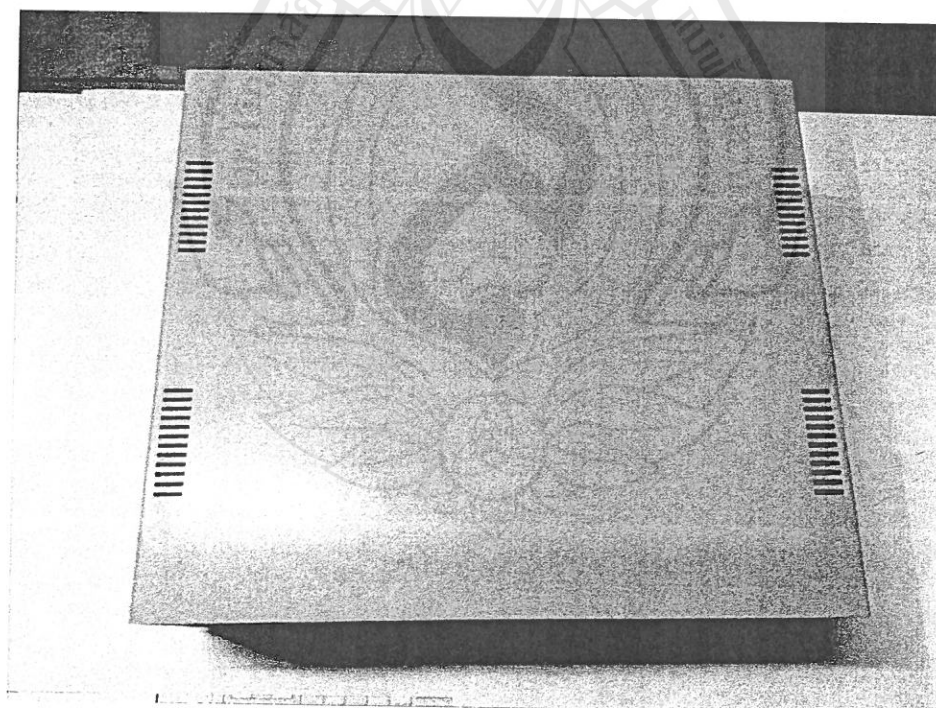
รูปที่ 1 แสดงส่วนรับสัญญาณ lead electrode



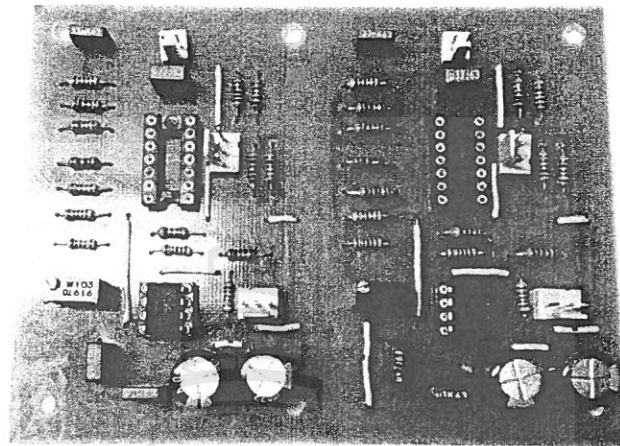
รูปที่ 2 แสดงส่วนรับข้อมูลอะนาล็อกแปลงสัญญาณเป็นดิจิทัลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ (Data acquisition card DAQ)



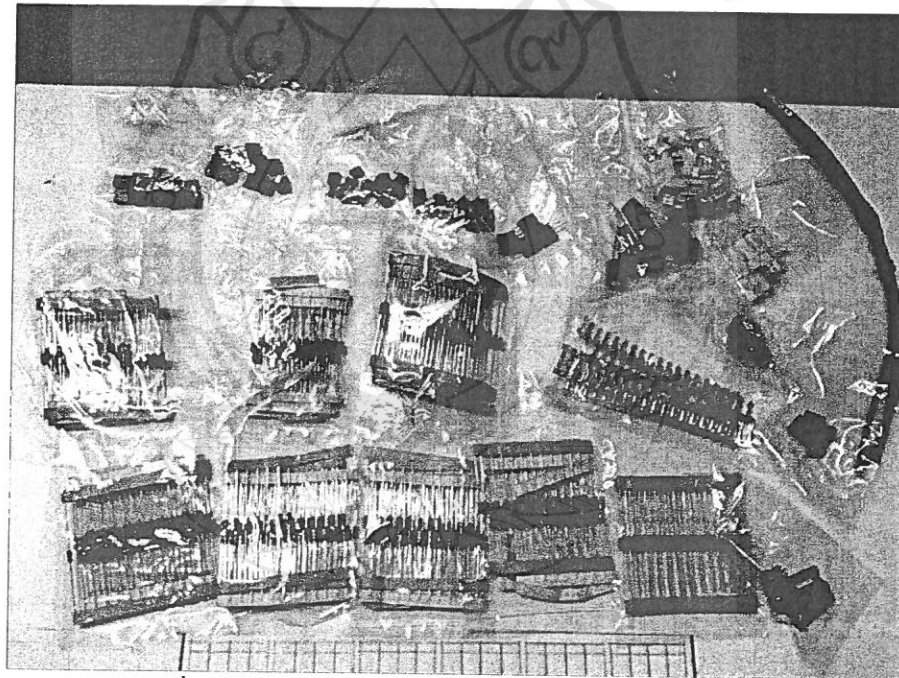
รูปที่ 3 แสดงเครื่องแยกสัญญาณไฟฟ้า (USB isolation)



รูปที่ 4 แสดงกล่องเครื่องมือ



รูปที่ 5 แสดงรูปแผงวงจรสัญญาณอีเอ็มจี (EMG circuit board)



รูปที่ 6 แสดงตัวต้านทานที่รวมกับแผงวงจร

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นางสาวหฤทัย เพ็ชรวิเศษ
(ภาษาอังกฤษ) Miss Haruthai Petviset

2. รหัสบัตรประชาชน 1 5099 00366 585

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

เลขที่333 ม. 1 ต. ท่าสูด อ. เมือง จ. เชียงราย 57100

โทรศัพท์ 081-881-4746

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต(กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) มหาวิทยาลัยมหิดล

5. ประวัติการทำงาน

ตำแหน่งหน้าที่	สถานที่	ระยะเวลาการทำงาน
อาจารย์	สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	1 พฤษภาคม 2554-ปัจจุบัน
นักกายภาพบำบัด	คลินิกกายภาพบำบัด วรณัษ คลินิก	10 ก.ค 2553 -20 ก.ย 2553

6. ผลงานทางวิชาการ

บทความวิชาการ:

1. Haruthai P. The effect of 45 degree leg raising on hemodynamics, ventilation and metabolism after high intensity intermittent exercise. Journal of Thai Sports Science. 2010;2(Nov).

การนำเสนอผลงานทางวิชาการ:

- Petviset H., Chuanchaiyakul R., Pingtong M.** Effect of recovery posture on hemodynamic and ventilator responses after high-intensity exercise. In proceedings abstract of The 1st International Conference on Sports and Exercise Science. Chiang Mai, Thailand. 2012
- Petviset H., Rattananan P., Phormted S., Boonkwamdee S, Direksri S.** Effect of Hatha yoga exercise on chest wall expansion and lung volumes in obesity young women. In Proceedings of The 5th International Conference on Sports and Exercise Science. Chonburi, Thailand. 2014
- Boonprasert P., Petviset H., Prangseagvilai N., Intanu N., Sudsaard K.** The effect of Kinesio Taping (KT) on Rectus Femoris (RF) muscle activities during vertical jumping in healthy male student. . In Proceedings abstract of Thai National Physical Therapy Conference. Bangkok, Thailand. 2014
- Petviset H., Pakulanon S., Seangduang C., Phuneon P., Takumpun S., Piboonpol H., Promkeaw P., Takumpan S.** The relationship between physical fitness on risk factors of type 2 Diabetes and quality of life in elderly, Nang Lac Community, Chaing Rai Province. In Proceedings abstract of 6th Sports Science Research Conference. Chonburi, Thailand. 2014

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นางสาวอัมพา พุ่มโพธิ์
(ภาษาอังกฤษ) Miss Ampha Pumpho
2. รหัสบัตรประชาชน 3102400354921
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
- หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
เลขที่333 ม. 1 ต. ท่าสูด อ. เมือง จ. เชียงราย 57100

โทรศัพท์ 085-8179477

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต(กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยมหิดล

ปริญญาโท MSc Physiotherapy Studies (with Commendation) Northumbria University, England

5. ประวัติการทำงาน

ตำแหน่งหน้าที่	สถานที่	ระยะเวลาการทำงาน
อาจารย์	สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	1 พฤษภาคม 2554-ปัจจุบัน
นักกายภาพบำบัด	คลินิกกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล	10 ม.ค.2546-20 เม.ย. 2547

ผู้ร่วมวิจัย

- ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายวัชร สร้อยคำ
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Watchara Sroykham
- รหัสบัตรประชาชน 5 4507 0002 5747
- ตำแหน่งปัจจุบัน นักปฏิบัติการวิจัย

หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ชีวการแพทย์

สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล

มหาวิทยาลัยมหิดล 25/25 ถนนพุทธมณฑลสาย 4

ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล นครปฐม 73170

โทรศัพท์ 084-154-6577

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคนิคการแพทย์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริญญโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (อุปกรณ์ชีวการแพทย์) มหาวิทยาลัยมหิดล

5. ประวัติการทำงาน

ตำแหน่งหน้าที่	สถานที่	ระยะเวลาการทำงาน
นักปฏิบัติการวิจัย	ศูนย์วิจัยชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล	17 ธันวาคม 2552-ปัจจุบัน

6. ผลงานทางวิชาการ

1.Sroykham W,“Monitoring Photographic System for Cell Development using Automatic Computer control” The 4th World Congress on Regenerative Medicine “Current Regenerative Medicine 2009”, March 12-14, 2009 at Bangkok Convention Center and Centara Grand Hotel at Central World Bangkok, Thailand

2.วัชร สร้อยคำ “โปรแกรมการส่ง Tele-pathology ไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของแพทย์ผ่านทางเครือข่ายโรงพยาบาล” (ได้รับรางวัลนำเสนอผลงานวิจัยระดับดีเด่น)งานประชุมวิชาการอุปกรณ์การแพทย์ ครั้งที่ 22 ระหว่างวันที่ 6-8 สิงหาคม 2552ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส อ.เมือง จ.เชียงใหม่

3.Sroykham W, Thanungkul S, Daochai S, Apaiwongse C, Kajornpredanon Y. **“VIRTUAL INSTRUMENT FOR NON-INVASIVE BLOOD PRESSURE MEASUREMENT”** The 3rd Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON 2010), March 27-28, 2010,Kyoto,Japan

4. Phairoh C, Angkhananuwat W, Thanungkul S, Daochai S, Apaiwongse C, Kajornpredanon Y **“NONINVASIVE BLOOD PRESSURE MEASUREMENTBASED ON LAPTOP COMPUTER FOR TELEMEDICINE APPLICATION”**Mahidol-Kyoto International Symposium 2010, April 22-23, 2010, Mahidol University, Bangkok, Thailand

5. PalineeJamkrajang,SomsriDaochai, WatcharaSroykham, YongyuthKajornpredanon, ChainapatApaiyongse **“The Survey on Medical Equipment MaintenanceSystem in General Hospitals of Thailand.”** The 2011 Biomedical

Engineering International Conference (BMEiCON-2011), January 29-31, 2012, Chiang Mai, Thailand

6. S. Daochai, W. Sroykham, Y.Kajornpredanon, C. Apaiwongse “Non-invasive Blood Pressure Measurement:Auscultatory method versus Oscillometric method” The 2011 Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON-2011), January 29-31, 2012, Chiang Mai, Thailand

บทความวิชาการ

1. ทิศทางใหม่ของแผนการตลาดเครื่องมือแพทย์

วารสารสมาคมอุปกรณ์การแพทย์ไทย ปีที่ 8 ฉบับที่ 22 กันยายน - ธันวาคม 2552

2. ห้องปฏิบัติการบนซีดี (Lab on a CD)

วารสารสมาคมอุปกรณ์การแพทย์ไทย ปีที่ 9 ฉบับที่ 23 มกราคม - เมษายน 2553

3. การวัดอุณหภูมิร่างกาย

วารสารสมาคมอุปกรณ์การแพทย์ไทย ปีที่ 9 ฉบับที่ 25 กันยายน-ธันวาคม 2553

4. การวัดความดันและอัตราการไหลของก๊าซในเครื่องมือแพทย์

วารสารสมาคมอุปกรณ์การแพทย์ไทย ปีที่ 10 ฉบับที่ 26 มกราคม - เมษายน 2554

5. เครื่องวัดของเหลวทางการแพทย์

วารสารสมาคมอุปกรณ์การแพทย์ไทย ปีที่ 11 ฉบับที่ 28 มกราคม - เมษายน 2555

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื้อ-สกุล (ภาษาไทย)

นายวิสูตร บุตรากาศ

(ภาษาอังกฤษ)

Mr. VISARUT BUTTAGAT

2. รหัสบัตรประชาชน

3 3018 0000 3309

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์

หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

เลขที่ 333 ม. 1 ต. ท่าสูด อ. เมือง จ. เชียงราย 57100

โทรศัพท์ 089-285-8900

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต(กายภาพบำบัด)มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปริญญาเอก วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว)
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

5. ประวัติการทำงาน

ตำแหน่งหน้าที่	สถานที่	ระยะเวลาการทำงาน
อาจารย์	สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	1 พฤษภาคม 2554-ปัจจุบัน
นักกายภาพบำบัด	คลินิกกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยขอนแก่น	10 พ.ค. 2550 - 31 ก.ย 2554

6. ผลงานทางวิชาการ

งานประชุมนานาชาติ

1. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Samerduen Kharmwan. The immediate effects of traditional Thai massage on heart rate variability and stress related parameters in patients with back pain associated with myofascial trigger point. The 10th International Congress of the Asian Confederation for Physical Therapy; 2008 August 29-2008 September 1; the Makuhari Messe, Chiba, Japan: The Japanese Physical Therapy Association; 2008. 86.

2. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Preeda Arayawichanon. Efficacy of Traditional Thai Massage on Patients with Scapulocostal Syndrome: A Preliminary Study. Poster presentation at The 2nd Asia-Oceanian Conference of Physical and Rehabilitation Medicine. April 29- May 2, 2010. Taipei International Convention Center, Taipei, Taiwan: Taiwan Academy of Physical and Rehabilitation Medicine (TAPRM); 2010. 183-184.

3. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Preeda Arayawichanon. The immediate effect of Traditional Thai massage on cervical range of motion in patients with scapulocostal syndrome: A preliminary study. Poster presentation at International Conference on Wetland Ecosystem Services:

Biodiversity, Livelihoods and Sustainability. November 17-21, 2010. Charoenthani Princess Khon Kaen Hotel, Khon Kaen, Thailand. 2010. 80.

4. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Preeda Arayawichanon. A randomized clinical study of the effects of traditional Thai massage on pain, chest expansion and shoulder range of motion among patients with scapulocostal syndrome. Oral presentation at The 7th EFSMA - European Congress of Sports Medicine and the 3rd Central European Congress of Physical Medicine and Rehabilitation. October 26-29, 2011. Salzburg Congress, Salzburg, Austria. 2010.

5. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Preeda Arayawichanon. The Immediate Effects of Traditional Thai Massage on Brain Electrical Activity and Anxiety in Patients with Scapulocostal Syndrome: A randomized, Assessor-Blind, Clinical Study. Oral presentation at The 1st Singapore Rehabilitation Conference 2012. February 10-11, 2012. Grand Copthorne Waterfront Hotel, Singapore, Singapore. 2012.

6. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Preeda Arayawichanon. Prevalence of Scapulocostal Syndrome in One Distribution Center in northeast of Thailand. Poster presentation at The 1st Singapore Rehabilitation Conference 2012. February 10-11, 2012. Grand Copthorne Waterfront Hotel, Singapore, Singapore. 2012.

งานประชุมภายในประเทศ

1. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Samerduen Kharmwan. The immediate effects of traditional Thai massage on heart rate variability in patients with back pain associated with myofascial trigger point: A preliminary study. The 4th BUU Graduate Research Conference; 2009 March 13; Chonburi, Thailand: Graduate School Burapha University; 2009. 54.

บทความทางวิชาการ

1. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Preeda Arayawichanon. Efficacy of Traditional Thai Massage on Patients with Scapulocostal Syndrome: A preliminary Study. Journal of Rehabilitation Medicine. 2010; suppl 48: 183-184.

2. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Samerduen Kharmwan. The immediate effects of traditional Thai massage on heart rate variability and stress-related parameters in patients with back pain associated with myofascial trigger points. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2011; 15: 15-23.
3. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Preeda Arayawichanon. Therapeutic effects of traditional Thai massage on pain, muscle tension and anxiety in patients with scapulocostal syndrome: A randomized single-blinded pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2012; 16: 57-63.
4. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, David Kaber, Uraiwon Chatchawan, Preeda Arayawichanon. Acute effects of traditional Thai massage on electroencephalogram in patients with scapulocostal syndrome. *Complementary Therapies in Medicine*. 2012; 20: 167-174.
5. Wichai Eungpinichpong, Pattanasin Areeudomwong, Noppol Pramodhyakul, Vitsarut Buttagat, Manida Swangnetr, David Kaber, Rungthip Puntumetakul. Chapter 14. Effects of Restrictive Clothing on Lumbar Range of Motion in Adolescent Workers. In: Tareq Z. Ahram; Waldemar Karwowski. *Advances in Physical Ergonomics and Safety*. CRC Press; 2012: 158-167.
6. Vitsarut Buttagat, Wichai Eungpinichpong, Uraiwon Chatchawan, Samerduen Kharmwan. The immediate effects of traditional Thai massage on heart rate variability in patients with back pain associated with myofascial trigger point: A preliminary study. CD-ROM of the 4th BUU Graduate Research Conference