

เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านิ่งและลูกบอล

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุริสา โกษา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

พฤษภาคม 2550

เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุริสา โกษา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

พฤษภาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้าและลูกบอล

บทคัดย่อ
ของ
สุริสา โกษา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
พฤษภาคม 2550

สุริสา โกษา. (2550). *เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล*. ปรินซ์นิพนธ์ วท.ม.(วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มยุรี ศุภวิบูลย์, อาจารย์ถนอมศักดิ์ เสนาคำ.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายในระดับอุดมศึกษา ชั้นปี 3-4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ โดยคัดเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 20 คน ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติท่าออกกำลังกายทั้งหมด 6 ท่า โดยทำทั้งบนม้านั่งและลูกบอล ติดขั้วอิเล็กโทรดที่กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส (Rectus Abdominis) เอกซ์เทอนอล ออบบลิค (External Oblique) อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) (Erector Spinae at Thoracic Region) อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) (Erector Spinae at Lumbar region) และบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอลโดยใช้สถิติแบบ ที และวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวในแต่ละท่าขณะออกกำลังกายบนม้านั่ง และลูกบอล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ใช้วิธีของบอนเฟอโรนี โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล พบว่า ค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดในท่าครันช์ ไซด์แฟลงค์ ไซด์ครันช์ แบคเอกซ์เทนชัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนในท่าแฟลงค์ และท่าซูปพายน์บริดจ์กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ ไม่มีความแตกต่างกันในการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล
2. เปรียบเทียบการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวในแต่ละท่าขณะออกกำลังกายบนม้านั่ง และลูกบอล พบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายด้วยลูกบอลจะเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ได้สูงกว่าการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง ดังนั้นการออกกำลังกายด้วยลูกบอลจะสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวได้

COMPARISON OF ELECTROMYOGRAPHY OF TRUNK MUSCLES BETWEEN
BENCH AND BALL EXERCISES

AN ABSTRACT
BY
SURISA KOCHA

Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Master of Sciences Degree in Sports Science
at Srinakharinwirot University

May 2007

Surisa Kocha. (2007). *Comparison of Electromyography of Trunk Muscles Between Bench and Ball Exercises*. Master thesis, M.Sc. (Sports Science).

Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University.

Advisor Committee: Asst. Prof. Dr. Mayuree Suphawibul, Lect. Tanormsak Senakham.

The purposes of this research were to study electromyography (EMG) of trunk muscles (i.e. rectus abdominis; RA, external oblique; EO, erector spinae at thoracic region; EST, and erector spinae at lumbar region; ESL) during exercise by plank, crunch, side plank, side crunch, back extension, and supine bridge positions, and to compare these EMG values between exercises on bench and ball. Participants were twenty male-students from Department of Sports Science, Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University, who were selected by purposive sampling. Each Participants was assigned to perform all exercises while surface electrodes were placed on his muscles. EMG values were continuously monitored by EMG analysis interfacing with these surface electrodes. Student t-test was used to compare differences of EMG value of each muscle between exercises on bench and ball. A one-way analysis of variance with repeated measures was used to compare differences of EMG value among four muscles during exercise in each position. A Bonferroni analysis was applied to adjust for multiple comparisons. Statistical significance was set at $p < .05$ level for all tests. The results were presented as follow;

1. In plank, crunch, side plank, side crunch, and black extension positions, the EMG value of all muscles were significantly higher when exercising on ball compared to exercising on bench ($p < .05$). In supine bridge position, the EMG value of RA, EO, and ESL were also significantly higher when exercising on ball compared to exercising on bench ($p < .05$), but the EMG value of EST during exercise on ball and bench did not significantly different. The EMG value of EST during exercise on ball tended to be higher than the EMG value during exercise on bench.

2. When comparing the EMG value among four muscles during exercise by each position, exercising on bench and ball produced similar results. In plank and crunch positions, the EMG value of RA was highest and was significantly higher when compared to the other muscles. In side plank and side crunch position, the EMG value of EO was highest. It did not different from RA, but was significantly higher than those of EST and ESL. The EMG of RA in this exercise position was also significantly higher compared to EST. In back extension and supine bridge positions, the EMG of EST and ESL did not different. The EMG values of these muscles were significantly higher when compared to RA and EO.

These findings indicate that exercise on ball can produce higher work of rectus abdominis muscle, external oblique muscle, erector spinae muscle at thoracic region, and erector spinae muscle at lumbar region than exercise on bench. Therefore, we can utilize exercise on ball to improve strength of trunk muscles.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล

ของ
สุริสา โกษา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)
วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2550

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มยุรี ศุภวิบูลย์)

.....ประธาน
(อาจารย์ ดร. คุณัตวี พิธพรชัยกุล)

.....กรรมการ
(อาจารย์ถนอมศักดิ์ เสนาคำ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา สีละมาด)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มยุรี ศุภวิบูลย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ถนอมศักดิ์ เสนาคำ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มยุรี ศุภวิบูลย์ ประธานการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ถนอมศักดิ์ เสนาคำ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มทั้ง 2 ท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยาสีละมาต และอาจารย์ ดร.คุณัตว์ พิธพรชัยกุล ซึ่งท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์และมีคุณค่าทางวิชาการ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ทุกท่าน ที่ให้ความเมตตา ให้ความรู้ ตลอดจนคำแนะนำและคอยดูแลอย่างใกล้ชิดเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณเกริกวิทย์ พงศ์ศรี ที่ได้ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือเก็บข้อมูล และ น้องนงลักษณ์ เปรมทอง น้องสุขสันต์ อยู่รอด และน้องบัณฑิต กอบการ ที่ให้ความร่วมมือเป็นผู้ช่วยในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่สามารถเอ่ยนามได้ในที่นี้ ที่มีส่วนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ พี่ น้อง และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้ทั้งกำลังใจและกำลังใจที่ดีเยี่ยมตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา คุณค่า ประโยชน์ และคุณงามความดีใด ๆ ที่เกิดขึ้นจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด

สุริสา โกชา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	3
ตัวแปรที่ศึกษา.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
สมมุติฐานในการวิจัย.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง.....	6
การออกกำลังกายด้วยลูกบอล.....	7
สรีรวิทยาของระบบกล้ามเนื้อ.....	10
คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ.....	13
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	19
งานวิจัยในประเทศ.....	22
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	25
การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	25
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	25
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	25
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	26
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	27
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	29
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	63
สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า.....	63
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
สรุปผลการวิจัย.....	65
อภิปรายผล.....	68
ข้อเสนอแนะ.....	71
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	71
บรรณานุกรม.....	72
ภาคผนวก.....	76
ภาคผนวก ก การหาค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximum Voluntary Contraction: MVC).....	77
ภาคผนวก ข โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล.....	81
ภาคผนวก ค หนังสือแสดงความยินยอม.....	96
ภาคผนวก ง แบบสอบถามการประเมินผู้เข้าร่วมวิจัย.....	98
ภาคผนวก จ รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจโปรแกรมการ ออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล.....	101
ภาคผนวก ฉ ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (MVC).....	103
ภาคผนวก ช ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล.....	105
ภาคผนวก ซ ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง.....	112
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	119

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงความสูงและขนาดของลูกบอล.....	8
2	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนักตัว และส่วนสูง ของกลุ่มตัวอย่าง.....	29
3	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัว ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล.....	30
4	การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรกตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Paired-Samples t-test.....	39
5	การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรกตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่งโดยใช้การวิเคราะห์แบบ Paired-Samples t-test.....	41
6	การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรกตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์แพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว	43
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรกตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์แพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni).....	44
8	การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรกตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์ครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว	45
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรกตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์ครันช์ ขณะออกกำลังกาย ด้วยม้านั่ง โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni).....	46

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
10 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอกซ์เทนชันขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว	47
11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิสเอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอกซ์เทนชัน ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)	48
12 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าซูปพายน์บริตจ์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว	49
13 การวิเคราะห์ความความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอลออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าซูปพายน์บริตจ์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)	50
14 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแพลงค์ ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยใช้การวิเคราะห์ แบบ Paired-Samples t-test	51
15 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าครันซ์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล โดยใช้การวิเคราะห์ แบบ Paired-Samples t-test	53
16 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์แพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว	55

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอลออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์แฟลงค์ ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferroni).....	56
18 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์ครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว.....	57
19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิสเอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์ครันช์ ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni).....	58
20 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอกซ์เทนชั่น ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว.....	59
21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอลออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอกซ์เทนชั่น ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni).....	60
22 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าซูปพายน์บริดจ์ ขณะออกกำลังกายด้วย ลูกบอล โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว.....	61
23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอลออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าซูปพายน์บริดจ์ ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni).....	62

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 แสดงคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
ในท่าแพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง..... 33
- 2 แสดงรูปแบบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
ในท่าครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง..... 34
- 3 แสดงรูปแบบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
ในท่าไซด์แพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง..... 35
- 4 แสดงรูปแบบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
ในท่าไซด์ครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง..... 36
- 5 แสดงรูปแบบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
ในท่าแบคเอกซ์เทนชันขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง..... 37
- 6 แสดงรูปแบบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
ในท่าซูพายน์บริดจ์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง..... 38

เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านิ่งและลูกบอล

บทคัดย่อ
ของ
สุริสา โกษา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
พฤษภาคม 2550

สุริสา โกษา. (2550). *เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล*. ปรินญาณิพนธ์ วท.ม.(วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มยุรี ศุภวิบูลย์, อาจารย์ถนอมศักดิ์ เสนาคำ.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายในระดับอุดมศึกษา ชั้นปี 3-4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ โดยคัดเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 20 คน ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติท่าออกกำลังกายทั้งหมด 6 ท่า โดยทำทั้งบนม้านั่งและลูกบอล ติดขั้วอิเล็กโทรดที่กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส (Rectus Abdominis) เอกซ์เทอนอล ออบบลิค (External Oblique) อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) (Erector Spinae at Thoracic Region) อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) (Erector Spinae at Lumbar region) และบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอลโดยใช้สถิติแบบ ที และวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวในแต่ละท่าขณะออกกำลังกายบนม้านั่ง และลูกบอล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ใช้วิธีของบอนเฟอโรนี โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล พบว่า ค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดในท่าครันช์ ไซด์แพลงก์ ไซด์ครันช์ แบคเอกซ์เทนชัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนในท่าแพลงก์ และท่าซูปายน์บริดจ์กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ ไม่มีความแตกต่างกันในการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล

2. เปรียบเทียบการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวในแต่ละท่าขณะออกกำลังกายบนม้านั่ง และลูกบอล พบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายด้วยลูกบอลจะเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ได้สูงกว่าการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง ดังนั้นการออกกำลังกายด้วยลูกบอลจะสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวได้

COMPARISON OF ELECTROMYOGRAPHY OF TRUNK MUSCLES BETWEEN
BENCH AND BALL EXERCISES

AN ABSTRACT
BY
SURISA KOCHA

Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Master of Sciences Degree in Sports Science
at Srinakharinwirot University

May 2007

Surisa Kocha. (2007). *Comparison of Electromyography of Trunk Muscles Between Bench and Ball Exercises*. Master thesis, M.Sc. (Sports Science).

Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University.

Advisor Committee: Asst. Prof. Dr. Mayuree Suphawibul, Lect. Tanormsak Senakham.

The purposes of this research were to study electromyography (EMG) of trunk muscles (i.e. rectus abdominis; RA, external oblique; EO, erector spinae at thoracic region; EST, and erector spinae at lumbar region; ESL) during exercise by plank, crunch, side plank, side crunch, back extension, and supine bridge positions, and to compare these EMG values between exercises on bench and ball. Participants were twenty male-students from Department of Sports Science, Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University, who were selected by purposive sampling. Each Participants was assigned to perform all exercises while surface electrodes were placed on his muscles. EMG values were continuously monitored by EMG analysis interfacing with these surface electrodes. Student t-test was used to compare differences of EMG value of each muscle between exercises on bench and ball. A one-way analysis of variance with repeated measures was used to compare differences of EMG value among four muscles during exercise in each position. A Bonferroni analysis was applied to adjust for multiple comparisons. Statistical significance was set at $p < .05$ level for all tests. The results were presented as follow;

1. In plank, crunch, side plank, side crunch, and black extension positions, the EMG value of all muscles were significantly higher when exercising on ball compared to exercising on bench ($p < .05$). In supine bridge position, the EMG value of RA, EO, and ESL were also significantly higher when exercising on ball compared to exercising on bench ($p < .05$), but the EMG value of EST during exercise on ball and bench did not significantly different. The EMG value of EST during exercise on ball tended to be higher than the EMG value during exercise on bench.

2. When comparing the EMG value among four muscles during exercise by each position, exercising on bench and ball produced similar results. In plank and crunch positions, the EMG value of RA was highest and was significantly higher when compared to the other muscles. In side plank and side crunch position, the EMG value of EO was highest. It did not different from RA, but was significantly higher than those of EST and ESL. The EMG of RA in this exercise position was also significantly higher compared to EST. In back extension and supine bridge positions, the EMG of EST and ESL did not different. The EMG values of these muscles were significantly higher when compared to RA and EO.

These findings indicate that exercise on ball can produce higher work of rectus abdominis muscle, external oblique muscle, erector spinae muscle at thoracic region, and erector spinae muscle at lumbar region than exercise on bench. Therefore, we can utilize exercise on ball to improve strength of trunk muscles.

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

กล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดของร่างกาย และมีหน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งของร่างกาย คือ ทำให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหว และการประกอบกิจกรรมของร่างกายทั้งหมด การเคลื่อนไหวร่างกายเกิดขึ้นได้เนื่องมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อ การทำงานของกล้ามเนื้อคือ การหดตัวของกล้ามเนื้อ และทำให้เกิดแรงขึ้น ร่างกายใช้แรงที่ได้จากกล้ามเนื้อเป็นพลังงานในการกระทำ กล้ามเนื้อจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการเคลื่อนไหวของร่างกาย

การเคลื่อนไหวของร่างกายจะมีประสิทธิภาพดีนั้นต้องขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งคือสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) ของแต่ละคน องค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถภาพทางกาย ประกอบด้วยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจึงเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งของสมรรถภาพทางกายเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับชีวิตของคนทุกคน ทุกเพศ ทุกวัย ทั้งคนทั่วไปและนักกีฬา สำหรับคนทั่วไปการมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงหรืออาจเรียกรวม ๆ ว่าร่างกายแข็งแรง ความแข็งแรง หมายถึง ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) ที่เอาชนะแรงต้านทานภายนอกและแรงต้านทานภายใน (สนธยา สีละมาด. 2547 : 218) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสำคัญต่อบุคคลทั้งในการดำรงชีวิตและการเล่นกีฬา บุคคลใดที่มีกล้ามเนื้อแข็งแรงดี เปรียบเสมือนการมีเครื่องยนต์ที่มีศักยภาพในการทำงานสูง ย่อมมีแนวโน้มว่าจะสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่า เนื่องจากกล้ามเนื้อสามารถทำให้เกิดแรงหรือพลังที่ใช้ในการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย นอกจากนี้ยังทำให้รูปร่างทรวดทรงและบุคลิกดูดี อันเนื่องมาจากการที่มีการสะสมของไขมันตามร่างกายน้อยลง ขณะเดียวกันความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ยังเป็นเสมือนเกราะป้องกันไม่ให้อวัยวะมีโอกาสเกิดการบาดเจ็บได้ง่ายจากการทำงานหรือการเล่นกีฬา ทั้งยังช่วยลดอาการปวดหลัง ปวดเข่า อันเนื่องมาจากความเมื่อยล้า หรือมาจากการเล่นกีฬา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนอกจากมีผลดีต่อร่างกายแล้วยังมีผลดีต่อสภาพจิตใจ ทำให้มีความมั่นใจและความเชื่อมั่นมากขึ้นในการประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการเล่นกีฬา

กล้ามเนื้อลำตัวและหลังส่วนล่างเป็นกล้ามเนื้อส่วนที่มักจะเกิดการบาดเจ็บบ่อย ๆ ทำให้ต้องเสียเงินค่ารักษาพยาบาลเป็นจำนวนมาก กล้ามเนื้อลำตัวเป็นกล้ามเนื้อส่วนสำคัญที่ช่วยพยุงร่างกาย การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อลำตัวเกิดจากการยกของหนัก หรือการนั่งผิดท่าโดยที่กล้ามเนื้อหลังยังแข็งแรงไม่พอ ทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ ดังนั้นควรจะมีการสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อลำตัวและหลังส่วนล่างเพื่อป้องกันการบาดเจ็บจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและการเล่นกีฬา การหารูปแบบการออกกำลังกายเพื่อสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวจึงเป็นสิ่งสำคัญ

ควรเลือกการออกกำลังกายและรูปแบบของการออกกำลังกายให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อกล้ามเนื้อ ลำตัวรูปแบบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกกำลังกายในปัจจุบันมีหลายแบบ ลูกบอล เป็นอุปกรณ์ที่กำลังได้รับความนิยมในการใช้เสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อลำตัว โดยมีความเชื่อว่าจะสามารถทำให้กล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ มีการทำงานได้ดีขึ้นจึงทำให้เกิดการใช้ลูกบอล (Ball Exercises) แทนการใช้ม้านั่ง (Bench Exercises) ในการออกกำลังกายเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจว่าการออกกำลังกายโดยใช้ลูกบอล (Ball Exercises) กับการใช้ม้านั่ง (Bench Exercises) รongรับร่างกายนั้นมีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อแตกต่างกันหรือไม่ และที่ผ่านมายังไม่มีผู้ใด ทำการศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวในขณะออกกำลังกายบนม้านั่ง (Bench Exercises) และบนลูกบอล (Ball Exercises)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดที่จะมุ่งศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว ขณะการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง (Bench Exercises) กับด้วยลูกบอล (Ball Exercises) ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้ามีความแตกต่างกันก็จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการประยุกต์ใช้เป็นแนวทางให้ผู้ออกกำลังกาย ผู้ที่คิดจะเริ่มต้นออกกำลังกายหรือผู้ที่ต้องการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว เกิดความรู้ และความเข้าใจในการที่จะพัฒนาปรับปรุงรูปแบบการฝึก และการเลือกชนิดในการออกกำลังกายได้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาลักษณะการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง (Bench Exercises) และลูกบอล (Ball Exercises)
2. เปรียบเทียบลักษณะการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง (Bench Exercises) และลูกบอล (Ball Exercises)

ความสำคัญของการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงลักษณะการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง (Bench Exercises) และลูกบอล (Ball Exercises)
2. ทำให้ทราบถึงความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง (Bench Exercises) และลูกบอล (Ball Exercises)
3. เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกชนิดของการออกกำลังกายที่เหมาะสมต่อตนเอง
4. ผลในการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนิสิตชายในระดับปริญญาตรี ชั้นปี 3 และปีที่ 4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวน 40 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตชายในระดับปริญญาตรี ชั้นปี 3 และปีที่ 4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวน 20 คน ที่เซ็นหนังสือแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมทำการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง (Bench Exercises)

1.2 การออกกำลังกายด้วยลูกบอล (Ball Exercises)

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส (Rectus Abdominis)

เอกซ์เทอนอล ออบบลิค (External Oblique) อิเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนอก) (Erector Spinae at Thoracic region) และ อิเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนเอว) (Erector Spinae at Lumbar region)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (Electromyogram)** หมายถึง การบันทึกคลื่นไฟฟ้าจากมัดกล้ามเนื้อที่อยู่ในตัวคน เพื่อใช้ในการศึกษาลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นขณะหดตัว ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ของมัดกล้ามเนื้อ เนื่องจากการผ่านของไอออนต่าง ๆ เข้าออกเซลล์กล้ามเนื้อขณะการออกกำลังกาย

2. **การหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximum Voluntary Contraction : MVC)** หมายถึง ค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด ซึ่งใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเป็นตัววัด และประเมินค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ได้เป็นค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ยิ่งค่าที่ได้จากเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีค่ามากเท่าใด แสดงว่ากล้ามเนื้อมัดนั้นมีค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อมากเท่านั้น

3. **ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า (อิเล็กโทรด)** หมายถึง ขั้วรับสัญญาณแบบผิว (Surface Electrode) โดยใช้อิเล็กโทรดชนิดซิลเวอร์อิเล็กโทรดที่เคลือบด้วยคลอไรด์ (Ag/AgCl) เพื่อรับสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ บนผิวหนังเหนือกล้ามเนื้อที่ต้องการ

4. **กล้ามเนื้อลำตัว** หมายถึง กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส (Rectus Abdominis) เอกซ์เทอนอล ออบบลิค (External Oblique) อิเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนอก) (Erector Spinae at Thoracic region) และ อิเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนเอว) (Erector Spinae at Lumbar region)

5. การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง (Bench Exercises) หมายถึง การออกกำลังกายโดยใช้ม้านั่งรองรับส่วนแขน ขา หรือลำตัว ขณะออกกำลังกายทั้งหมด 6 ท่า

6. การออกกำลังกายด้วยลูกบอล (Ball Exercises) หมายถึง การออกกำลังกายโดยใช้ลูกบอลรองรับส่วนแขน ขา หรือลำตัว ขณะออกกำลังกายทั้งหมด 6 ท่า

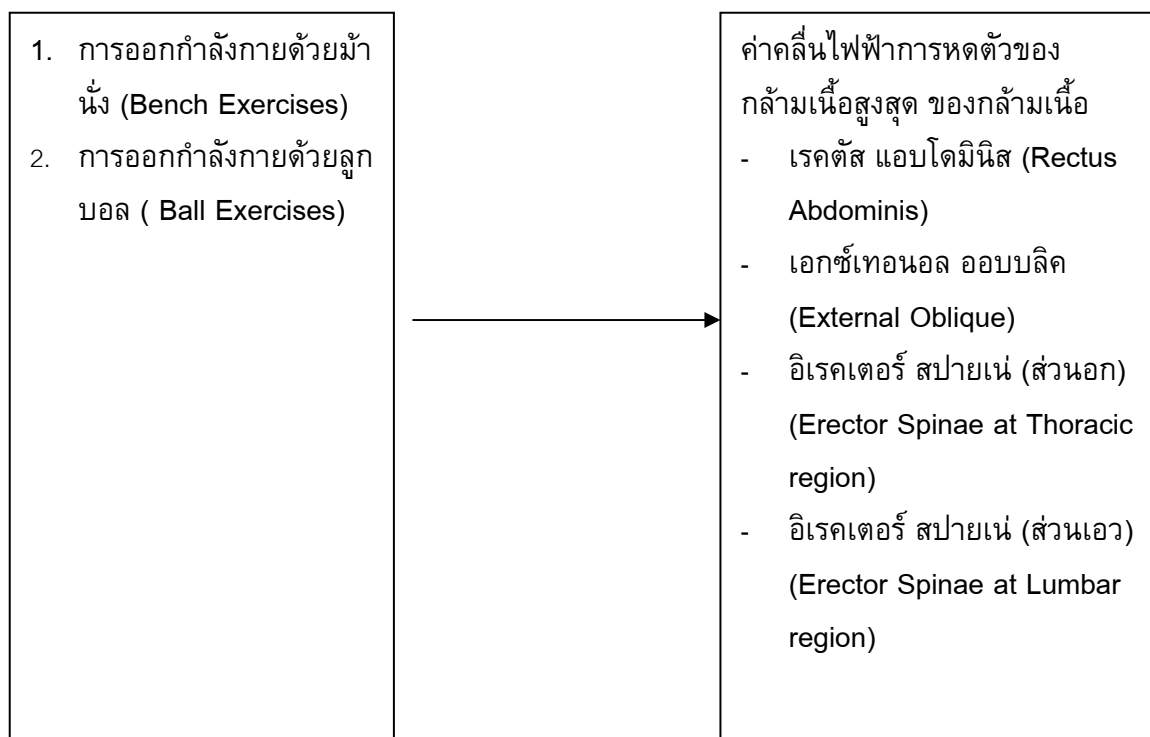
ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างมีส่วนสูงเฉลี่ย 165 – 185 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 70 – 80 กิโลกรัม
2. ลูกบอลที่ใช้ในการทดลองขนาด 65 เซนติเมตร เมื่อเติมลมเข้าไปเต็มที่แล้วใช้ไม้บรรทัดวัดตั้งแต่พื้นจนถึงความสูงบนสุดของลูกบอลต้องมีขนาด 65 เซนติเมตร และความสูงของม้านั่งมีขนาด 50.8 เซนติเมตร
3. ใช้ท่าในการทดสอบ 6 ท่า แต่ละท่าทำทั้งหมด 5 ครั้ง และใช้เวลาพักระหว่างท่า 5 นาที
4. กลุ่มตัวอย่างต้องปฏิบัติท่าในการทดสอบตามจังหวะที่กำหนดให้ และमुखของข้อต่อในการปฏิบัติท่าของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนในท่าเริ่มต้นต้องมีขนาดเท่ากันทุกคน โดยใช้โกนิโอมิเตอร์เป็นตัววัดมุม

กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม



สมมุติฐานในการวิจัย

การทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง (Bench Exercises) และด้วยลูกบอล (Ball Exercises) มีความแตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง
2. การออกกำลังกายด้วยลูกบอล
3. ระบบกล้ามเนื้อ
4. คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง (Bench Exercises)

ม้านั่งเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ประกอบการออกกำลังกายเพื่อฝึกความแข็งแรง (Strength Training) และมีความหลากหลาย ม้านั่งจะมีการออกแบบให้มีลักษณะเฉพาะต่อการออกกำลังกายในแต่ละแบบ และสามารถปรับความสูงได้ตามความต้องการทำให้ง่ายต่อการออกกำลังกายและช่วยป้องกันการบาดเจ็บของหลังส่วนล่าง ม้านั่งจะมีทั้งแบบแบนราบ (Flat Bench) แบบลาดเอียงขึ้น (Incline) และแบบลาดเอียงลง (Decline) ม้านั่งมีการผลิตโดยผู้ผลิตมากมาย และมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน วัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน และราคาแตกต่างกัน แต่ว่าม้านั่งนั้นจะนิยมเฉพาะผู้ที่ต้องการฝึกด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักเท่านั้น ม้านั่งยังไม่เป็นที่ต้องการมาก เหมือนกับอุปกรณ์ออกกำลังกายในแบบอื่น ๆ เช่น การปฏิบัติท่าที่ต้องนั่งบนม้านั่ง ก็อาจจะปฏิบัติโดยการใช้เก้าอี้ก็ได้ และเมื่อไม่นานมานี้ คนส่วนใหญ่มีความสนใจในการใช้อุปกรณ์แบบใหม่ คือ การใช้ลูกบอลเป็นอุปกรณ์ในการออกกำลังกายแทนการใช้ม้านั่งในแบบเดิม โดยได้มีการพูดถึงประสิทธิภาพ และสามารถในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อลำตัวในทั้ง 2 อุปกรณ์ (Bench. 2007: Online)

ม้านั่งแบบแบนราบ เหมาะสำหรับผู้ที่เริ่มออกกำลังกายด้วยการฝึกด้วยน้ำหนัก และยังไม่มีปัญหาในหาที่วางภายในบ้านในการจัดวางม้านั่ง เพราะใช้พื้นที่เพียงเล็กน้อยในการวางม้านั่ง ม้านั่งแบบแบนราบ มีราคาถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับม้านั่งแบบที่สามารถปรับได้หลายลักษณะ ม้านั่งแบบแบนราบ เป็นอุปกรณ์ที่ดีที่สุดในการใช้ประกอบการยกดัมเบล หรือ บาร์เบล เช่น ถ้าปฏิบัติท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าอกบนม้านั่งแบบแบนราบ โดยนอนราบไปบนม้านั่ง จะเน้นการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณส่วนกลางของกล้ามเนื้อหน้าอก แต่มีข้อโต้แย้งจำนวนมาก เกี่ยวกับการปฏิบัติท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าอก โดยปฏิบัติบนม้านั่งแบบลาดเอียงขึ้น (Incline) จะเกิดแรงในการปฏิบัติที่มากกว่าการปฏิบัติบนม้านั่งแบบแบนราบ แต่สำหรับผู้เริ่มออกกำลังกายด้วยน้ำหนักใหม่ ๆ ควรจะมีการปฏิบัติท่าให้ถูกต้องบนม้านั่งแบบแบนราบ ก่อน การเน้นมัดกล้ามเนื้อในแต่ละส่วน ถ้าต้องการ

พัฒนากล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ม้านั่งแบบแบนราบ สามารถปรับเข้ากับเครื่องสมิทแมชชีน (Smith Machine) หรือปรับเป็นแบบลาดเอียงขึ้น และเพื่อความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์แบบฟรีเวท (Free-Weight) โดยในขั้นต้นควรปฏิบัติตามม้านั่งแบบแบนราบ เพราะว่าการออกกำลังกายแบบฟรีเวทต้องใช้ความแข็งแรงมาก และการควบคุมการเคลื่อนไหวที่มากกว่าการปฏิบัติทำเดียวกันบนเครื่องแมชชีน (Machines) หลังจากการออกกำลังกายแบบฟรีเวท เสร็จสิ้นในแต่ละครั้ง จะรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ด้วยเหตุนี้เอง คนส่วนใหญ่จึงเริ่มการฝึกด้วยน้ำหนักโดยการใช้นั่งแบบแบนราบ ก่อนการใช้ ม้านั่งแบบลาดเอียงขึ้น (Incline) หรือ แบบลาดเอียงลง (Decline) และยังสามารถปรับเป็นระดับต่าง ๆ ซึ่งมีประโยชน์ในการใช้งานได้หลายอย่าง (Flat utility benches. 2007: Online)

ม้านั่งแบบเอียงขึ้น (Incline) และแบบเอียงลง (Decline) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเสริมในการออกกำลังกายแบบใช้น้ำหนัก (Weight Training) ของผู้ที่นิยมการยกดัมเบล สามารถใช้ประกอบการยกดัมเบล การปรับมุมของม้านั่งเพียงเล็กน้อยสามารถทำให้มัดกล้ามเนื้อมีการทำงานที่แตกต่างกัน เช่น ในการปฏิบัติท่าเบ็นช์เพรส (Bench Presses) บนม้านั่งแบบแบนราบ จะเกิดการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณตรงกลางของกล้ามเนื้อหน้าอก แต่ถ้ามีการปรับมุมม้านั่งให้เอียงขึ้นจะเกิดการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณส่วนบนของกล้ามเนื้อหน้าอก และหัวไหล่ และถ้าทำอีกครั้งแต่มีการปรับมุมให้ม้านั่งลาดเอียงลง จะทำให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณส่วนล่างของกล้ามเนื้อหน้าอก นอกจากนี้ยังสามารถปรับระดับเพื่อบริหารในสวมนบน และส่วนกลางของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ในท่า ครันช์ และยังสามารถเลือกความหนักในการออกกำลังกาย และเป้าหมายในการฝึก สามารถปรับให้มีการเคลื่อนไหวที่มากกว่าปกติ ของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อหน้าท้อง การใช้ม้านั่งในการออกกำลังกายช่วยให้กล้ามเนื้อทำงานได้มากขึ้นและมีความเฉพาะมากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่เพิ่มมากขึ้น ความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น และรวมถึงความอดทนด้วย นอกจากนี้ยังใช้บริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องและหลังให้แข็งแรงขึ้นได้และยังมีการประยุกต์ใช้ม้านั่งเป็นอุปกรณ์ในการบริหารกล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ ด้วย (Incline utility benches. 2007: Online)

การออกกำลังกายด้วยลูกบอล (Ball Exercises)

การออกกำลังกายด้วยลูกบอลเป็นอุปกรณ์ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูงและเป็นที่รู้จักในชื่อต่าง ๆ มากมายทั้ง สวิสบอล (Swiss Ball) ยิมบอล (Gym Ball) ฟิตบอล (Fit Ball) ฟิซิโอบอล (Physic Ball) เป็นต้น สวิสบอล เริ่มมีขึ้นเป็นครั้งแรกตั้งแต่ปี 1960 ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดยเรียกการออกกำลังกายประเภทนี้ว่า สวิสบอล (Swiss Ball) ใช้สำหรับการกายภาพบำบัดผู้ป่วยหลังผ่าตัดกระดูก ให้สามารถยืดหยุ่นร่างกายได้ดีขึ้น ต่อมาได้มีเจ้าของกิจการด้านฟิตเนสในอเมริกาเล็งเห็นประโยชน์ของการฝึกสวิสบอล และคิดว่าน่าจะนำมาประยุกต์ใช้สำหรับคนปกติได้ จึงคิดค้นและผสมผสานหลักการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเข้าไป พร้อม ๆ กับเลือกเพลงประกอบการฝึกที่สนุกสนาน แล้วเรียกชื่อการออกกำลังกายแบบใหม่นี้ว่าฟิตบอล (Fit Ball. 2005: Online) การออกกำลังกายด้วยลูกบอล เป็นการออกกำลังกายที่เน้นการใช้พลังจากภายใน อันเป็นพลังที่มีความ

อ่อนโยน นุ่มนวล เพื่อสร้างความแข็งแกร่งให้กล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกาย เช่นเดียวกับโยคะ แต่จะเน้นไปที่กล้ามเนื้อส่วนหลังและหน้าท้องเป็นพิเศษลูกบอลจะทำหน้าที่รองรับส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อมัดเล็ก ช่วยในเรื่องความยืดหยุ่นและความแข็งแรงการร่วมกับการทำงานในระบบต่าง ๆ ของร่างกายด้วยคุณสมบัติพิเศษของลูกบอลที่มีความยืดหยุ่น ผสมกับท่วงท่าที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดีทำให้เกิดความพลั้วไหว ขณะที่ถ่ายน้ำหนักกับลูกบอล ต้องควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ จะช่วยเพิ่มความสมดุลของร่างกาย (พิตบอล. 2007: Online) คือการพยายามเกร็งกล้ามเนื้อเพื่อควบคุมให้บอลคงที่ในขณะที่ออกกำลังกายโดยเฉพาะกล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ มีการทำงาน ทั้งกล้ามเนื้อหน้าท้อง ตรงกลางและส่วนล่างของกล้ามเนื้อหลัง และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันอื่น ๆ จะมีการตอบสนองต่อการฝึกมากขึ้น ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งในการย่อตัว การกระโดด การนั่ง การเดิน และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ นี้ ถ้าอยู่ในท่าทางที่ไม่ถูกต้องก็จะทำให้เกิดการปวดหลังได้ โดยได้มีการนำลูกบอล มาใช้บริหารกล้ามเนื้อหลังส่วนนี้ให้แข็งแรงขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงการปวดหลังเรื้อรังขึ้นอีก

การเลือกลูกบอล

การเลือกขนาดของลูก ลูกบอลที่สร้างขึ้นจากยางสังเคราะห์ มีคุณสมบัติพิเศษสามารถรับน้ำหนักได้เป็นอย่างดี มีความยืดหยุ่นสูงวิธีการเลือกขนาดของลูกบอลที่ถูกต้อง นั่งลงบนลูกบอลให้ขาท่อนบนขนานกับพื้นและเข่าควรทำมุมประมาณ 90 องศา จะไม่สามารถวัดขนาดของลูกบอลได้จนกว่าจะเต็มลมเข้าไปในบอลจนเต็ม และอาจใช้ตารางเปรียบเทียบความสูงกับขนาดของลูกบอลต่อไปนี้ (ตาราง 1)

ตาราง 1 แสดงความสูงและขนาดของลูกบอล

ความสูง (cm)	ขนาดของบอล (cm)
140-165	55
165-185	65
185-195	75
>185	85

การวัดความสูงของบอล (เส้นผ่านศูนย์กลาง) ตัวอย่างเช่น ลูกบอลขนาด 65 เซนติเมตร เมื่อเต็มลมเข้าไปเต็มที่แล้วให้ใช้ไม้บรรทัดวัดตั้งแต่พื้นจนถึงความสูงบนสุดของลูกบอลให้มีขนาด 65 เซนติเมตร สามารถทดสอบได้ด้วยการใช้มือสัมผัสกับบอล เมื่อกดลงไปแล้วลูกบอลยุบตัวลงไปประมาณ 1-2 นิ้ว แสดงว่าลูกบอลมีแรงดันกำลังพอดี

สามารถแบ่งระดับความยากง่ายในการฝึกลูกบอล ได้โดยการเติมลมให้อ่อนเล็กน้อย สำหรับผู้ที่เพิ่งเริ่มต้นการฝึก จะช่วยให้การทรงตัวทำได้ง่ายขึ้น และเติมลมให้แข็งพอสมควรสำหรับผู้ที่ฝึกจนชำนาญแล้ว เพื่อเพิ่มความยากให้มากยิ่งขึ้น (Fit Ball. 2005: Online)

ลักษณะของลูกบอลที่ดี (Fit Ball. 2007: Online)

1. ผลิตจากวัสดุคุณภาพสูง ทนทานต่อแรงกดดันได้สูง ตามน้ำหนักของผู้เล่น
2. เป็นวัสดุที่มีผิวหน้าพิเศษ ไม่เกิดการลื่นไถลขณะใช้งาน (Slip-Resistant Surface)
3. เป็นวัสดุที่ไม่ระเบิดเมื่อรั่ว (Burst Resistant Quality)
4. มีขนาดพอเหมาะกับผู้เล่นแต่ละคน

วิธีการเล่นลูกบอล (ฟิตบอล. 2007: Online)

ลักษณะการเล่นลูกบอลนั้น ผู้เล่นควรวอร์มอัพร่างกายกับลูกบอลประมาณ 10 นาที ด้วยท่าพื้นฐาน คือ การใช้มือข้างใดข้างหนึ่งแตะลูกบอล ควบคุมการหายใจเข้า-ออกให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวในทุกจังหวะ จิตใจสงบนิ่งมีสมาธิกับท่าที่กำลังฝึกอยู่เสมอ แล้วค่อยต่อด้วยการเล่นในท่าต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับผู้เล่น ซึ่งการเล่นลูกบอลให้ได้ผลควรมีการฝึกอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ๆ ละไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 2 เดือน กล้ามเนื้อจะแข็งแรงมากยิ่งขึ้น

สำหรับการเล่นลูกบอลนั้นมีทั้งนั่ง, นอนหงายและนอนคว่ำอยู่บนลูกบอล โดยลูกบอลนั้นจะกลิ้งไปกลิ้งมา ผู้เล่นจึงจะต้องทำให้ลูกบอลนั้นนิ่งก่อนแล้วค่อยเล่นตามรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม พร้อมกันนั้น จะต้องฝึกการควบคุม การหายใจควบคุมไปด้วย บทเพลงที่มีทำนองช้า ๆ จะช่วยสร้างความรู้สึกผ่อนคลาย และทำให้ผู้เล่นมีสมาธิจดจ่อกับการเล่นได้ดียิ่งขึ้น

ในการออกกำลังกายประเภทนี้ ควรจะเป็นผู้เล่นที่มีความชำนาญในขั้นหนึ่งก่อนแล้วจึงจะเล่นได้ดี และควรมีผู้เชี่ยวชาญควบคุมดูแลตลอดการเล่น ถ้าผู้เล่นยังไม่ชำนาญพอ

ประโยชน์ของการเล่นลูกบอล

1. เพิ่มความยืดหยุ่น (Flexibility) ของร่างกาย
2. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการประสานงาน (Coordination) ของระบบประสาท
3. ช่วยฝึกการทรงตัวของร่างกาย (Balance)
4. สามารถใช้ฝึกความแข็งแรง (Strength and Endurance) ของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน

เช่น กล้ามเนื้อหน้าท้อง, กล้ามเนื้อด้านข้างลำตัว, แขนและขา เป็นต้น

5. ลดอันตรายที่ทำให้ร่างกายบาดเจ็บในการบริหารปกติ

นอกจากจะมีกล้ามเนื้อที่กระชับ แข็งแรงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หน้าท้องที่แบนราบ รูปร่างที่สมส่วนแล้ว ลูกบอลยังช่วยให้มีบุคลิกภาพที่ดี ข้อดีของการเล่นลูกบอลอีกอย่างหนึ่งนั้น คือ ผู้เล่น ไม่จำเป็นต้องไปเล่นฟิตเนสก็ได้ ผู้เล่นสามารถเล่นได้ที่บ้าน เพียงแค่หาลูกบอลมานั่งอ่านหนังสือ

หรือดูทีวีแทนเก้าอี้ ขณะเดียวกันก็เก็บหน้าท้อง นั่งหลังตรงพยายามควบคุมบอลให้หนึ่งประมาณวันละประมาณ 30 นาที (พิตบอล. 2007: Online) และยังมีข้อดีในเรื่องการลดแรงกระแทก หากเล่นลูกบอลก่อนการออกกำลังกายอย่างอื่น จะมีการเผาผลาญพลังงานมากขึ้นเท่าตัว แล้วคนที่มียายุมาก ๆ ก็เล่นได้ (ลูกบอลเพื่อสุขภาพ. 2007: Online)

สรีรวิทยาของระบบกล้ามเนื้อ

ฉัตรศรี เดชะปัญญา ; และ สกล พงศกร (2536: 23) ได้กล่าวว่า ระบบกล้ามเนื้อซึ่งจัดเป็นโครงสร้างที่สำคัญของร่างกาย มีน้ำหนัก 40 – 50% ของน้ำหนักตัว (Total Body Weight) และเป็นเนื้อเยื่อที่มีมากที่สุดในร่างกาย หน้าที่โดยทั่วไปของกล้ามเนื้อคือ การทำงานโดยได้รับคำสั่งจากประสาทส่วนกลางและส่วนปลาย (Central and Peripheral Nervous System) ทำให้เราสามารถยืน เดิน วิ่ง พุด ป้องกันอันตรายแก่ร่างกาย หรือทำหลายสิ่งหลายอย่างที่เราต้องการได้ กล้ามเนื้อในร่างกายสามารถแบ่งออกได้ ตามตำแหน่งลักษณะที่อยู่ การทำงาน และตามโครงสร้างดังนี้

กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac หรือ Heart Muscle) ประกอบเป็นกล้ามเนื้อหัวใจ ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมของอำนาจจิตใจ การหดตัวจะเกิดขึ้นเป็นจังหวะ และสามารถกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าได้เอง

กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth Muscle) พบอยู่ตามอวัยวะภายในที่กลวง เช่น หลอดเลือด กระเพาะอาหาร ลำไส้ ท่อทางเดินปัสสาวะ เป็นต้น

กล้ามเนื้อลาย (Skeletal Muscle) ประกอบขึ้นเป็นกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ของร่างกาย (Somatic Vasculature) พบอยู่ตามแขน ขา และลำตัว มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่และการควบคุมท่าทางของร่างกาย

โครงสร้างของกล้ามเนื้อลาย

ลักษณะโครงสร้างของเซลล์กล้ามเนื้อลาย (Structure) กล้ามเนื้อลายจะอยู่รวมกันเป็นมัด ๆ ปลายทั้งสองข้างของกล้ามเนื้อถูกยึดไว้ด้วยเอ็น (tendon) ซึ่งยึดติดกับกระดูกอีกทีหนึ่ง เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระดูก กล้ามเนื้อแต่ละมัดประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle Fiber) เรียงขนานกันเป็นจำนวนมาก ยึดติดกันด้วยเนื้อเยื่อประสาท (Connective Tissue) เส้นใยกล้ามเนื้อถือเป็นโครงสร้างหลัก (Building Block) ของระบบกล้ามเนื้อเช่นเดียวกับประสาท (Neurone) ซึ่งถือเป็นโครงสร้างหลัก (Building Block) ของระบบประสาท ดังนั้นจึงจัดว่าแต่ละเส้นใยกล้ามเนื้อ เทียบเท่ากับหนึ่งเซลล์ ภายในเซลล์มีนิวเคลียสมากมาย ในแต่ละเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle Fiber) ประกอบไปด้วยหน่วยย่อย ๆ ที่เรียกว่า ไฟบริล (Fibril หรือ Myofibril) และในแต่ละไฟบริล (fibril) จะประกอบไปด้วยหน่วยที่ย่อยลงไปอีกคือ ฟิลาเมนต์ (Filament หรือ Myofilament) ซึ่งเป็นหน่วยย่อยที่สุดของกล้ามเนื้อ เซลล์กล้ามเนื้อมีคุณสมบัติหลายอย่างคล้ายคลึงกับเซลล์ประสาท คือ เซลล์ที่ไวต่อการกระตุ้น (Excitable Cell) ถูกเร้าได้ด้วยตัวกระตุ้นต่าง ๆ และเมื่อถูกกระตุ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเยื่อหุ้มเซลล์ กล่าวคือ มีการเปลี่ยนแปลงการส่งผ่านของไอออน

ที่ผนังเซลล์จนเกิดสัญญาณไฟฟ้า (Action Potential) ส่งไปตามเซลล์ต่าง ๆ แล้วทำให้เกิดการหดตัวตามมา จึงใช้การทดสอบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram) เพื่อใช้ในการศึกษาการระดมหน่วยยนต์ (Motor Unit) ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกกำลังกาย (กนกพร จันทวร. 2542: 15)

การทำงานของกล้ามเนื้อลาย จะถูกควบคุมโดยระบบประสาทผ่านทางเส้นประสาทยอนต์ที่มาเลี้ยงยังกล้ามเนื้อนั้น เมื่อกระตุ้นเส้นประสาทยอนต์ ศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานจะเคลื่อนที่ไปตามเส้นประสาทมีผลทำให้เกิดการหลั่งสารสื่อประสาทอะเซทิลโคลีนออกจากถุง ซึ่งอยู่บริเวณปลายประสาท อะเซทิลโคลีนจะมาจับตัวกับตัวรับความรู้สึกซึ่งอยู่บนผิวเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อ ทำให้มีการเพิ่มการแพร่ผ่านของโซเดียมไอออน มีผลทำให้เกิดดีโพลาไรเซชันที่บริเวณรอยต่อประสานระหว่างเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Junction) เรียกศักย์ไฟฟ้าบริเวณรอยต่อ (Endplate Potential) ถ้าสัญญาณประสาทที่ส่งมามีมากเพียงพอ จะทำให้ศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle Action Potential) เคลื่อนที่มาตามเยื่อหุ้มเซลล์ของกล้ามเนื้อ แต่เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์ของกล้ามเนื้อจะยื่นเป็นท่อตามขวาง (Transverse Tubule) เข้าไปภายในเซลล์ ศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานของกล้ามเนื้อจึงเคลื่อนที่มาตามท่อตามขวางมีผลให้เกิดดีโพลาไรเซชันของท่อตามขวาง และมีผลต่อซาร์โคพลาสมิกเรติคูลัม (Sarcoplasmic Reticulum) ของซาร์โคพลาสมิกเรติคูลัม และไปจับกับโปรตีนโทรโปนิน (Troponin) ทำให้เปิดตำแหน่งที่จับของมายโอซินที่อยู่บนสายของแอกติน แคลเซียมไอออน 1 โมเลกุล สามารถเปิดรับตำแหน่งบนแอกตินได้ 7 แห่ง หัวไมโอซินจึงสามารถจับกับแอกตินได้เกิดสะพานเรียกว่า ครอสบริดจ์ (Cross Bridge) ขณะเดียวกันที่หัวของไมโอซินมีเอนไซม์ (Enzyme) ที่สำคัญคือ ไมโอซิน เอทีพีเอส (Myosin ATPase) ซึ่งทำหน้าที่สลาย เอทีพี ให้ได้ เอดีพี ฟอสเฟต และพลังงาน ซึ่งพลังงานนี้ทำให้เกิดแรงกระชากในการงอหัวไมโอซิน เพื่อที่จะดึงสายแอกตินหรือไฮฟีลามেন্টให้เคลื่อนที่เข้าสู่แกนกลางของซาร์โคเมียร์ มีผลทำให้กล้ามเนื้อหดตัวพร้อมเพรียงกัน (กนกพร จันทวร. 2542: 15)

ทั้งนี้เนื่องจากการออกกำลังกายทำให้เกิดการพัฒนาของระบบประสาทกล้ามเนื้อ โดยในส่วนของพัฒนาการระบบประสาทจะเป็นการพัฒนาของระบบประสาทกลไก (Motor Nerve) โดยความสามารถของประสาทรับรู้ (Sensory Nerve) และระบบประสาทกลไกที่ทำหน้าที่สั่งการ และในส่วนการพัฒนาของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงหดตัวของกล้ามเนื้อคือขนาดของกล้ามเนื้อและจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกกระตุ้นมาใช้ในขณะหดตัวซึ่งจะถูกควบคุมโดยระบบประสาท ถ้าระบบประสาทกลไกส่งสัญญาณประสาทไปยังกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อจะมีการหดตัว แต่เมื่อระบบประสาทกลไกหยุดส่งสัญญาณประสาทการหดตัวของกล้ามเนื้อก็จะหยุดลง ปัจจัยทางด้านระบบประสาทจะตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยการเพิ่มนี้จะปราศจากการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อหรือพื้นที่หน้าตัด โดยจะเป็นการเพิ่มขึ้นของกลไกทางด้านระบบประสาท (Neural Mechanism) ซึ่งจะประกอบด้วย การระดมของประสาท (Motor Neural) การเพิ่มการกระตุ้นของหน่วยยนต์ (Motor Unit) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในเส้นใยกล้ามเนื้อจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของหน่วยยนต์ที่มาควบคุมกล้ามเนื้อด้วยสัญญาณไฟฟ้า

(Electrical Impulses) ทำให้เกิดการพัฒนากายทางสมรรถภาพร่างกายด้านต่าง ๆ ของร่างกาย (ญัตติดา บังเมฆ. 2547: 14)

ต้นกำเนิดของความต่างศักย์ไฟฟ้า

กล้ามเนื้อลายมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเช่นเดียวกับเซลล์ประสาท ในระยะพัก ค่าความต่างศักย์ภายในเซลล์กล้ามเนื้อจะมีค่าเป็นลบเมื่อเทียบกับเซลล์ข้างนอก เนื่องจากปกติภายในเซลล์จะมีสารที่มีประจุลบ กล้ามเนื้อและเส้นประสาทสามารถเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าได้เมื่อถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่เหมาะสม กล้ามเนื้อมีเยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นเซมิเพอร์มีเอเบิลเมมเบรน (Semipermeable Memberane) คือมีคุณสมบัติในการเลือกให้สารต่าง ๆ ผ่านเข้าออกได้ และมีสารอิเล็กโตรไลต์ (Electrolyte) ที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ โซเดียม และโพแทสเซียม อีกทั้งมีกลไกคอยสูบโพแทสเซียมเข้าไปในเซลล์และผลักโซเดียมออกนอกเซลล์ตลอดเวลา ในภาวะพัก (Resting Stage) นั้นเมื่อเยื่อหุ้มเซลล์ยอมให้โพแทสเซียมผ่านออกนอกเซลล์ได้มากถึง 50 เท่า จึงทำให้โพแทสเซียมนำประจุบวกออกมาข้างนอกเซลล์ แต่ประจุบวกก็ไม่สามารถกระจายไปได้ไกล เพราะถูกดูดโดยแอนไอออนที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ออกมาไม่ได้ จึงเรียงรายอยู่นอกเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นผลให้ภายนอกเซลล์เป็นบวกมากกว่าภายใน เป็นผลให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ (Membrane Potential) ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจึงเรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าขณะพัก (Resting Membrane Potential) สำหรับเซลล์กล้ามเนื้อลายจะมีค่าประมาณ -90 มิลลิโวลต์ (จินตนาภรณ์ วัฒนธร. 2532: 2-9)

ศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน

เมื่อกล้ามเนื้อหรือเส้นประสาทมีการทำงาน จะมีการกระจายของไฟฟ้าออกไปซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของกลไกการทำงาน คือ เส้นประสาทจะทำการกระจายของไฟฟ้าไปตามเส้นใยประสาทที่เรียกว่า กระแสประสาท ส่วนในกล้ามเนื้อนั้นใช้การกระจายไฟฟ้าไปตามเซลล์กล้ามเนื้อ เพื่อเป็นการนำคำสั่งที่ได้รับจากประสาทโดยผ่านรอยต่อประสานระหว่างเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Junction) ให้กระจายไปตามกล้ามเนื้อได้โดยรวดเร็ว และกว้างขวาง จะทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้พร้อมเพรียงกัน ไฟฟ้าที่กระจายไปตามกล้ามเนื้อนั้นมีหน้าที่ไปกระตุ้นกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้ออีกต่อหนึ่ง (เรณู พรหมเนตร. 2542: 13)

เมื่อเยื่อหุ้มเซลล์ของประสาทและกล้ามเนื้อถูกกระตุ้น จะมีการยอมให้โซเดียมผ่านเพิ่มขึ้น จึงเป็นผลให้โซเดียมไหลเข้าไปในเซลล์ ทำให้ศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์เป็นลบน้อยลงจนเกิดเป็นบวกที่เรียกว่าดีโพลาไรเซชัน (Depolarization) เมื่อโซเดียมหยุดเข้าไปในเซลล์ หลังจากนั้นโพแทสเซียมไอออนก็จะวิ่งจากภายในเซลล์ ออกสู่ภายนอกเซลล์ ทำให้ภายในเป็นลบเหมือนเดิม ซึ่งระยะนี้เรียกว่ารีโพลาริเซชัน (Repolarization) (ญัตติดา บังเมฆ. 2547: 15)

ปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ในแต่ละคนจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง ได้แก่ อายุ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวัยรุ่น และเพิ่มอย่างช้า ๆ เมื่ออายุ 20-30 ปี ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนี้จะมีการลดลงอย่างช้า ๆ และต่อเนื่องเมื่ออายุเลย 35-45 ปีไปแล้ว เพศหญิงจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อน้อยกว่าเพศชายในทุกกลุ่มอายุการฝึกฝนกล้ามเนื้อจะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หากได้รับการฝึก (วัฒนา เอียวสวัสดิ์. 2541: 14)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือ สัญญาณไฟฟ้าที่จดบันทึกได้จากการหดตัวของกล้ามเนื้อ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อ ที่เกิดจากการผ่านเข้าออกเซลล์ของไอออนต่าง ๆ ทำให้เกิดดีโพลาไรเซชันไปตามเซลล์กล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถวัดโดยใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyograph) โดยจะรับสัญญาณของกระแสประสาทของกระแสไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อโดยใช้ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า (Electrode) แล้วส่งต่อไปยังแอมพลิฟายเออร์ (Amplifier) ของเครื่องมือ เพื่อขยายสัญญาณแล้วแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นภาพแสดงออกทางจอ (Oscilloscope) ก็พามักใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ร่วมกับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของร่างกาย (Clarys; & Cabri. 1993: 379)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในกิจกรรมทางการกีฬา (EMG in Sport Activities)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ช่วยในการวิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อ โดยวิเคราะห์ว่า กล้ามเนื้อมีการทำงานเมื่อใด หรือมีการทำงานอย่างไร ในท่าทางการเคลื่อนไหวใด ๆ กล้ามเนื้อมัดนี้มีการทำงานมากน้อยเพียงใด การทำงานในด้านการกีฬา เช่น การเล่นเทนนิส จะมีการวิเคราะห์เกี่ยวกับกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเล่น โดยมีการทดลองและเก็บข้อมูลคลื่นไฟฟ้าในนักกีฬาที่มีทักษะและความสามารถขั้นสูง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ เพื่อเป็นแบบอย่างในการฝึกให้กับนักกีฬารุ่นต่อไป ซึ่งการใช้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในทางการกีฬานั้น ได้มีการศึกษาในหลาย ๆ ชนิดกีฬาก็มีกรณีหนึ่งนำมาใช้ในการประเมินอาการล้าของกล้ามเนื้อหรืออาการบาดเจ็บในนักกีฬา เพื่อประโยชน์ในการวางแผนและกำหนดโปรแกรมการฝึกซ้อม (กรมพลศึกษา. 2542: 191)

นอกจากนี้ เบสเมเจียน; และเด ลูคา (Basmajian; & De Luca. 1985: 442) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่มักนำมาใช้ในทางการกีฬาไว้ ดังนี้

1. ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างการเคลื่อนไหวต่าง ๆ เช่น แรงของกล้ามเนื้อชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เพอร์เซ็นต์การทำงานของกล้ามเนื้อ เป็นต้น
2. ศึกษาถึงลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ เช่น ถ้ากล้ามเนื้อหดตัวแบบไอโซเมตริก พบว่าความตึงของกล้ามเนื้อ (Tension) จะมีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเป็นเชิงเส้นตรง แต่ถ้าวัดการหดตัวของกล้ามเนื้อไม่ใช่แบบไอโซเมตริก พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อกับความตึงของกล้ามเนื้อจะไม่เป็นเชิงเส้นตรง

3. ศึกษาเกี่ยวกับความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ (Fatigue) โดยศึกษาจากความถี่และความสูงของสัญญาณคลื่นไฟฟ้า ถ้าความถี่และความสูงของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าลดลง แสดงว่าเกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อนั้น

4. ประเมินประสิทธิภาพของการฝึกรูปแบบต่าง ๆ ที่มีต่อกล้ามเนื้อ
เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyograph)

เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2528: 123)

1. ขั้วรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้า (Electrode) ที่ใช้ตรวจวัดกล้ามเนื้อสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่ ขั้วรับสัญญาณชนิดเข็ม (Needle Electrode) ทำการบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยใช้เข็มแทงลงไปในกล้ามเนื้อ ซึ่งใช้สำหรับตรวจวัดการทำงานของกล้ามเนื้อที่ต้องการความละเอียด เนื่องจากสามารถวัดได้ในแต่ละหน่วยมอเตอร์ยูนิต ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดนี้ยังเหมาะสำหรับการตรวจวัดกล้ามเนื้อที่อยู่ในชั้นลึก (Deep Muscle) อีกด้วย ส่วนขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งคือ ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าแบบชนิดผิว (Surface Electrode) ซึ่งประกอบด้วยแผ่นโลหะซิลเวอร์ (Ag) และสารละลายซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCL) ซึ่งทำการบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยการวางบนผิวหนังเหนือกล้ามเนื้อ สัญญาณคลื่นไฟฟ้าที่บันทึกได้เป็นผลรวมของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากหลายมอเตอร์ยูนิต ซึ่งในทางการกีฬา มักใช้ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดนี้มาวิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อ

2. แอมป์ไฟเออร์ (Ampifier) แอมป์ไฟเออร์ของเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อใช้ขยายศักย์ไฟฟ้าจำนวนน้อย จึงต้องมีลักษณะดังนี้

2.1 มีกำลังขยายสูงและสม่ำเสมอตลอดช่วงของศักย์ไฟฟ้าที่ต้องการตรวจวัด เนื่องจากสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่บันทึกได้มีขนาดน้อยมาก ดังนั้นแอมป์ไฟเออร์จึงต้องมีกำลังขยายสูงและขยายสัญญาณได้สม่ำเสมอ

2.2 มีการตอบสนองต่อความถี่ในช่วงกว้าง เนื่องจากเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจะต้องตรวจวัดศักย์ไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็วถึง 100 ไมโครโวลต์ ในเวลา 1 มิลลิวินาที ถ้าไม่สามารถตรวจวัดได้ทัน จะทำให้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ได้มีรูปร่างผิดเพี้ยนไปได้ โดยทั่วไปเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อต้องใช้ช่วงความถี่ 2-10,000 เฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่ที่กว้างมากและสามารถวัดรูปร่างของคลื่นไฟฟ้าได้ครบถ้วน

2.3 มีอัตราส่วนของศักย์ไฟฟ้าที่ป้อนเข้าต่อกระแสไฟฟ้าที่แอมป์ไฟเออร์สามารถรับได้ (Input Impedance) สูงเพื่อให้กระแสไฟฟ้าซึ่งมีเพียงเล็กน้อยถูกนำไปขยายในแอมป์ไฟเออร์ได้ ไม่ทำให้สัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่วัดได้มีค่าผิดเพี้ยนไป และมีอัตราส่วนของศักย์ไฟฟ้าที่ส่งออกต่อกระแสไฟฟ้าที่แอมป์ไฟเออร์สามารถส่งออกได้ (Output Impedance) ต่ำ เพื่อให้สามารถขยายสัญญาณความถี่ที่สูง ๆ ได้ดีขึ้น

2.4 มีความสามารถในการกำจัดสิ่งรบกวนได้มาก (high Common Mode Rejection Ratio) ขณะทำการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าอาจรับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งอื่นด้วย ถ้าสัญญาณที่ทำการวัดมีค่าน้อยอยู่แล้ว จะเป็นการยากที่จะแยกระหว่างสัญญาณรบกวนและสัญญาณที่ต้องการวัดจริง ดังนั้น แอมป์ไฟเออร์จึงต้องมีความสามารถในการกำจัดสัญญาณรบกวนได้มาก

3. ระบบแสดงและบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เนื่องจากคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีความถี่ค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหัวใจ จึงไม่สามารถแสดงคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยการใช้ปากกาเขียนลงบนกระดาษ เพราะจะทำให้คลื่นไฟฟ้าที่ได้มีรูปร่างที่ผิดเพี้ยนไป ดังนั้นจึงต้องแสดงคลื่นไฟฟ้าด้วยจอภาพออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

หลักการการทำงานของเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ขณะที่กล้ามเนื้อมีการทำงานนั้นจะเกิดคลื่นไฟฟ้าบนกล้ามเนื้อ การหดตัวของกล้ามเนื้อจะก่อให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า และจะมากขึ้นถ้ากล้ามเนื้อมีการเกร็งหรือหดตัวมาก ความต่างศักย์ที่วัดได้ที่ผิวหนังของกล้ามเนื้อนี้ จะเป็นผลรวมของการทำงานของหน่วยยนต์ (Motor Unit) หลาย ๆ หน่วย และอธิบายถึงกิจกรรมที่กล้ามเนื้อนั้น ๆ ทำ ความต่างศักย์นี้สามารถวัดได้ตั้งแต่ 1 ไมโครโวลต์ (μV) ถึง 5,000 ไมโครโวลต์ (μV) โดยเครื่องอีเอ็มจี (EMG) นี้จะวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อผ่านทางอิเล็กโทรดและสายเคเบิล (A) โดยสามารถวัดได้ทั้งแบบข้อมูลดิบ (Raw EMG) และข้อมูลเฉลี่ย (Averaged EMG) ค่าที่วัดได้จะถูกบันทึกในหน่วยความจำ (Memory Card) ที่สอดเข้าไปที่ส่วนล่างของตัวเครื่อง (ME3000) และข้อมูลจะถ่ายโอนเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) โดยใช้สายออฟติคัล (Optical Interface) เพื่อทำการวิเคราะห์ผลต่อไป ผลรวมของคลื่นไฟฟ้า สามารถตรวจสอบได้จากเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (เกริกวิทย์ พงศ์ศรี. 2549: 20)

การตรวจวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ (เกริกวิทย์ พงศ์ศรี. 2549: 20)

1. ภาคจับสัญญาณ โดยใช้ขั้วอิเล็กโทรดแบบแผ่นติดที่ผิวหนังตรงกับกล้ามเนื้อที่ต้องการจะวัดการทำงาน
2. ภาคขยายสัญญาณ โดยใช้แอมพลิไฟเออร์ (Amplifier) เป็นตัวขยายสัญญาณที่อิเล็กโทรดรับมาจากการทำงานของกล้ามเนื้อให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
3. ภาคกรองสัญญาณ โดยใช้ฟิลเตอร์ (Filter) เป็นตัวตัดสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการออกไป
4. ภาคแสดงผลสัญญาณ โดยใช้คอมพิวเตอร์แสดงค่าผลของการตรวจวัดออกมาเป็นกราฟและตัวเลข

ปัจจัยที่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

เมื่อบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยใช้ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิว (Surface Electrode) จะมีปัจจัยที่กระทบต่อผลสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ (De Luca. 1997)

1. ปัจจัยภายนอก (Extrinsic Factor)

1.1 ลักษณะของขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า (Electrode Configuration) ได้แก่ ขนาดของพื้นที่หรือรูปร่างของขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งมีผลต่อจำนวนหน่วยยนต์ที่บันทึกได้ในขณะที่กล้ามเนื้อหดตัว

1.2 ตำแหน่งการวางขั้วรับสัญญาณ (Electrode Location) การบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยใช้ขั้วรับสัญญาณแบบผิวนั้น ตำแหน่งที่วางขั้วรับสัญญาณไฟฟ้ามีผลต่อความสูง และความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้า ตำแหน่งที่มีความเหมาะสมในการวางขั้วรับคือ บริเวณจุดกึ่งกลางระหว่างจุดมอเตอร์ และรอยต่อระหว่างกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อ เนื่องจากเป็นบริเวณที่ความสูงของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีค่ามากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ การวางขั้วรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อบริเวณอื่น ๆ เช่น บริเวณจุดมอเตอร์ (Motor Point)

2. ปัจจัยภายใน (Internal Factor)

2.1 จำนวนหน่วยยนต์ (The Number of Active Motor Unit) จำนวนหน่วยยนต์ที่ทำงานในขณะกล้ามเนื้อหดตัว มีผลต่อความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือ ถ้าจำนวนหน่วยยนต์ขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวมีจำนวนมาก ความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อก็จะมากด้วยเช่นกัน

2.2 ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle Fiber Type) ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ของของเหลวภายในกล้ามเนื้อขณะที่กล้ามเนื้อหดตัว

2.3 การไหลเวียนเลือดภายในกล้ามเนื้อ (Blood Flow) มีผลต่อการเคลื่อนย้ายสารที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) และอุณหภูมิ ทำให้มีผลต่อความเร็วในการนำศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน และความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือ เมื่อการไหลเวียนภายในร่างกายมีสูงขึ้น ความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่บันทึกได้จะมากขึ้นด้วย

2.4 ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber Diameter) มีผลต่อความเร็วในการนำศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน และความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

2.5 ความลึกและความหนาของเนื้อเยื่อ มีผลต่อความสูง และความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เช่น การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่อยู่ลึกมากจะทำให้ค่าความสูงของคลื่นลดลง และถ้าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังมาก จะมีผลทำให้ความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่วัดได้มีค่าน้อยเช่นกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

เด ลูคา (De Luca. 1997: 135) ได้กล่าวถึงความสูงของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Amplitude) และแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อว่า มีความสัมพันธ์กันโดยพบว่า ความสูงของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อออกแรงในการหดตัวเพิ่มขึ้น ในกรณีที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบไอโซเมตริก (Isometric Contraction) คือ กล้ามเนื้อหดตัวโดยที่ความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง (Wilmore; & Costill. 2004: 33) ความสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ มีลักษณะเป็นเส้นตรง ยกตัวอย่างเช่น เมื่อกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า (Calf Muscle) ออกแรงหดตัวโดยความตึงภายในกล้ามเนื้อ (Tension) เพิ่มขึ้น พบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้ามีค่าเพิ่มขึ้น โดยความสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และความตึงภายในกล้ามเนื้อนั้นจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง แต่ถ้าวัดการหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นแบบไอโซโทนิค (Isotonic Contraction) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อขณะที่กล้ามเนื้อหดตัว อาจทำให้มีการ

เคลื่อนที่ของขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าขณะที่ทำการบันทึกสัญญาณ รวมถึงความไม่คงที่ของมอเตอร์ยูนิตที่ทำงานขณะกล้ามเนื้อหดตัวที่ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าบันทึกได้ ส่งผลให้รูปร่างของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่บันทึกได้เปลี่ยนแปลงไปซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างแรงและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจะเป็นเส้นตรงเฉพาะช่วงแรกของการหดตัวของกล้ามเนื้อเท่านั้น ต่อมาแรงและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่บันทึกได้ จะไม่มีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ยกตัวอย่างเช่น กล้ามเนื้อข้อศอก (Elbow Flexor Muscle) ออกแรงหดตัวเพิ่มขึ้นเนื่องจากแรงที่บริเวณข้อมือเพิ่มขึ้น พบว่า คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อข้อศอกมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ความสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและแรงที่บริเวณข้อมือจะไม่เป็นเส้นตรง เนื่องจากโดยส่วนใหญ่ ขนาดของขั้วรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ มักมีขนาดเล็กกว่ากล้ามเนื้อที่ต้องการบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ดังนั้นจำนวนมอเตอร์ยูนิตที่บันทึกได้ขณะกล้ามเนื้อหดตัวจึงมีจำนวนน้อยกว่ามอเตอร์ยูนิตที่ทำงานจริง เมื่อกล้ามเนื้อออกแรงหดตัวเพิ่มขึ้น จะทำให้มีการระดมมอเตอร์ยูนิต (Recruitment of Motor Unit) เพิ่มขึ้น ถ้ามอเตอร์ยูนิตใหม่เหล่านั้นอยู่ไกลกับขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าพบว่าสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจะมีค่าเท่ากับแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อจริง แต่ถ้ามอเตอร์ยูนิตใหม่เหล่านั้นอยู่ไกลกับขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า พบว่าสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้ออาจจะไม่ได้เพิ่มขึ้นตามแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อจริง

อิเล็กโทรดและการติดตั้งอิเล็กโทรด

ขณะที่วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในคนที่เดินหรือวิ่งนั้น จะทำให้อิเล็กโทรดชนิดแผ่นที่ติดผิวหนังเคลื่อนที่ เปลี่ยนตำแหน่งได้ แต่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยการเลือกอิเล็กโทรดที่เหมาะสม โดยใช้อิเล็กโทรดชนิดซิลเวอร์อิเล็กโทรดที่เคลือบด้วยคลอไรด์ (Ag/AgCl) ปิดบนผิวหนังเพื่อเก็บสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อได้อิเล็กโทรด และจุดสำคัญจะต้องติด อิเล็กโทรดให้ถูกจุดที่ต้องการ ในการติดอิเล็กโทรด ควรใช้แผ่นปิดที่เป็นแถบขาวและตรวจสอบว่าขั้วอิเล็กโทรดนั้นมีเจลเคลือบอยู่ตลอดเวลาและ จะต้องติดอิเล็กโทรดจำนวน 3 อันต่อการวัดกล้ามเนื้อ 1 มัด คือ อิเล็กโทรดที่ใช้วัด (Measuring Electrode) อิเล็กโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) และอิเล็กโทรดขั้วสายดิน (Ground Electrode) (เกริกวิทย์ พงศ์ศรี. 2549: 24)

ค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximum Voluntary Contraction :

MVC)

การทำงานของกล้ามเนื้อ จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการควบคุมจากระบบประสาท การหดตัวของกล้ามเนื้อลายจะอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ กล้ามเนื้อแต่ละมัดมีเส้นประสาทมาหล่อเลี้ยงมากมาย เส้นประสาทแต่ละเส้นที่มาถึงกล้ามเนื้อจะแตกออกเป็นแขนงย่อย ๆ ไปเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อจำนวนมาก เส้นประสาทยอนต์ (Motor Neuron) หนึ่งเซลล์ และกลุ่มของเซลล์กล้ามเนื้อที่ถูกหล่อเลี้ยงด้วยประสาทยอนต์นั้น ๆ จะประกอบขึ้นเป็นหนึ่งหน่วยยอนต์ (Motor Unit) ขนาดของหน่วยยอนต์จะแปรผันไปได้ตามตำแหน่งของกล้ามเนื้อและงานที่กล้ามเนื้อต้องทำ กล้ามเนื้อที่ต้องทำงานละเอียด เช่น กล้ามเนื้อกรอกลูกกอล์ฟนั้น หน่วยยอนต์หนึ่งประกอบด้วยกล้ามเนื้อ 4-5 เซลล์ แต่ถ้าเป็นกล้ามเนื้อมัด

ใหญ่ที่ไม่ได้ทำงานละเอียด เช่น กล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius) หน่วยยนต์หนึ่งจะประกอบด้วย กล้ามเนื้อ 1000-2000 เซลล์ อัตราส่วนของเซลล์กล้ามเนื้อกับเส้นประสาทยนต์ที่มาเลี้ยงนั้นไม่ได้ ขึ้นอยู่กับขนาดของกล้ามเนื้อ แต่ขึ้นอยู่กับความแม่นยำและความละเอียดของการทำงาน (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ ; และ กัลยา ปาละวิวัฒน์. 2536)

การหดตัวของกล้ามเนื้อลายปกตินั้นเซลล์กล้ามเนื้อจะไม่หดตัวที่ละเซลล์ แต่การทำงานของกล้ามเนื้อนั้น เกิดจากการหดตัวอย่างพร้อมเพรียงกันของกลุ่มเซลล์กล้ามเนื้อซึ่งเลี้ยงโดยแขนงของเส้นประสาทยนต์เดียวกัน ที่เรียกว่า หน่วยยนต์ ซึ่งหน่วยยนต์ถือว่าเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดและสามารถกระตุ้นให้เกิดการหดตัวได้ หน่วยยนต์แต่ละหน่วยยนต์สามารถถูกกระตุ้นได้ด้วยความแรงของสิ่งกระตุ้นที่แตกต่างกันระดับความแรงของสิ่งกระตุ้นที่ทำให้เห็นการหดตัวของกล้ามเนื้อ เรียกว่า เทรดโฮลด์ (Threshold) หน่วยยนต์ที่มีเทรดโฮลด์ต่ำ จะถูกกระตุ้นก่อน ทำให้มีขนาดแรงดึงในกล้ามเนื้อระดับหนึ่ง ถ้าให้ความแรงของสิ่งกระตุ้นสูงพอ ทุก ๆ หน่วยยนต์จะทำงานพร้อมเพรียงกัน ทำให้ได้แรงดึงที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อสูงสุด เรียกการทำงานร่วมกันของทุก ๆ มอเตอร์ยูนิตนี้ว่า การร่วมกันของมอเตอร์ยูนิต (Sammation of Motor Unit หรือ Recruitment of Motor Unit) (ณัฐริดา บังเมฆ. 2547: 27)

การหดตัวเชิงกลของกล้ามเนื้อ สามารถแบ่งได้เป็นหลายแบบโดยอาศัยพื้นฐานที่แตกต่างกันดังนี้

ชนิดของการหดตัวที่เกี่ยวกับความยาว และความตึง

1. การหดตัวแบบไอโซเมตริก (Isometric หรือ Static Contraction) การหดตัวชนิดนี้ ความยาวของกล้ามเนื้อคงที่ แต่แรงดึงในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น มุมของข้อต่อไม่เปลี่ยนแปลง การหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดนี้ไม่มีงานเกิดขึ้น

2. การหดตัวแบบไอโซโทนิค (Isotonic Contraction) การหดตัวชนิดนี้ความตึงของกล้ามเนื้อคงที่แต่ความยาวของกล้ามเนื้อลดลง หรือยืดยาวออก

ชนิดการหดตัวที่สัมพันธ์กับความยาวของกล้ามเนื้อ

1. การหดตัวแบบคอนเซนตริก (Concentric Contraction) การหดตัวแบบนี้เกิดขึ้นเมื่อความยาวของกล้ามเนื้อสั้นเข้า การหดตัวแบบนี้เป็นการหดตัวที่ทำให้ได้งาน (Positive Work)

2. การหดตัวแบบเอกเซนตริก (Eccentric Contraction) การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบนี้เกิดขึ้นในขณะที่กล้ามเนื้อยาวออกไป เป็นการหดตัวเพื่อช่วยพยุงน้ำหนักถ่วงที่เคลื่อนที่ออกไป จึงไม่ได้งานที่เห็นภายนอก (Negative Work) (กนกพร จันทวร. 2542: 15-16)

การหาค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด เพื่อทดสอบค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเมื่อหดตัวสูงสุดแล้วจะมีค่าเท่าใด ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเป็นตัววัด และประเมินผลค่าที่ได้เป็นค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ยิ่งค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีค่ามากเท่าใด แสดงว่ากล้ามเนื้อมัดนั้นมีค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อมากเท่านั้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในต่างประเทศ

เลห์แมน, โฮดะ; และ โอลิเวอร์ (Lehman, Hoda; & Oliver. 2005: Abstract) ได้ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายในท่าบริดจ์แบบนอนคว่ำและนอนหงายบนสวิสบอล

จุดมุ่งหมายในการศึกษา ศึกษาการใช้สวิสบอลในการปฏิบัติท่าทรวงศ์บริดจ์ที่มีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว วิธีการทดลอง ติดขั้วอิเล็กโทรดที่กล้ามเนื้อลำตัวและบันทึกการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการปฏิบัติท่าบริดจ์ โดยปฏิบัติท่าบริดจ์บนพื้นเช่นเดียวกับปฏิบัติบนลูกบอล ผลการศึกษา ระหว่างการปฏิบัติท่าโพรอนบริดจ์ โดยใช้ลูกบอลมีผลต่อการเพิ่มการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส (Rectus Abdominis) และ เอกซ์เทอนอลออบลิค (External Oblique) และไม่มีผลต่อ อินเทอนอลออบลิค (Internal oblique) และ อิเรคเตอร์สไปนายเน่ (Erector Spinae) การใช้สวิสบอลในการปฏิบัติท่าซูปพายน์บริดจ์ ไม่มีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว ในมัดที่ทำการการศึกษา ดังนั้น การใช้สวิสบอลสามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว ในกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส และ เอกซ์เทอนอลออบลิค ระหว่างการปฏิบัติท่าโพรอนบริดจ์ และยังสามารถประยุกต์ท่าบริดจ์เพื่อเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว และในการออกกำลังกายยังสามารถเลือกรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวให้มากหรือน้อยได้ตามความต้องการของผู้ที่ออกกำลังกาย

เบห์ม; และคนอื่นๆ (Behm; et al. 2005: Abstract) ได้ศึกษาค้นคว้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะที่ทำการทรงตัวและทำการออกกำลังกายแบบข้างเดียว

จุดประสงค์ของการศึกษา เพื่อประเมินค่าผลของการทรงตัวและการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านข้างเดียวในการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว กลุ่มตัวอย่าง 11 คน อายุระหว่าง 20-45 ปี วิธีการทดลอง ปฏิบัติท่าทรวงศ์เอกซ์เซอไซด์ ทั้งหมด 6 ท่า และปฏิบัติการออกกำลังกายข้างเดียวเหมือนกับการออกกำลังกายแบบ 2 ข้างในท่าโซลเดอร์เพรส (Shoulder Presses) และ เชสเพรส (Chest Presses) โดยปฏิบัติบนม้านั่งและบนสวิสบอล วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเอวส่วนบน (Upper Lumbar) หลังส่วนล่าง (Lumbosacral Erector Spinae) และ กล้ามเนื้อท้องส่วนล่าง (Lower-Abdominal) ในการปฏิบัติบนลูกบอลทำให้เกิดการกระตุ้นในระดับสูงของกล้ามเนื้อท้องส่วนล่าง ในการปฏิบัติท่าทรวงศ์เอกซ์เซอไซด์ และกล้ามเนื้อลำตัวทั้งหมดในการปฏิบัติท่าเชสเพรส การปฏิบัติบนม้านั่งไม่มีผลในการปฏิบัติท่าโซลเดอร์เพรส การออกกำลังกายแบบข้างเดียวในการปฏิบัติท่าโซลเดอร์เพรสทำให้เกิดการกระตุ้นในระดับสูงของกล้ามเนื้อส่วนหลัง และการออกกำลังกายแบบข้างเดียวในการปฏิบัติท่าเชสเพรสทำให้เกิดการกระตุ้นในระดับสูงของกล้ามเนื้อลำตัวทั้งหมด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ การออกกำลังกายแบบ 2 ข้าง และในการปฏิบัติท่าซูปเพอะแมน มีการกระตุ้นเกิดขึ้นที่กล้ามเนื้อหลัง ในขณะที่ปฏิบัติท่าไซด์บริดจ์มีการกระตุ้นเกิดขึ้นที่กล้ามเนื้อท้องส่วนล่าง ดังนั้น การออกกำลังกายบนลูกบอลทำให้มีค่าเฉลี่ยที่สูงของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อหน้าท้อง

โมริ (Mori. 2004: Abstract) ได้ศึกษาการใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวัดการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวในระหว่างการออกกำลังกายเพื่อสร้างความแข็งแรงโดยใช้ยิมบอล

จุดประสงค์ในการศึกษา เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวโดยใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวัดระหว่างการออกกำลังกายเพื่อสร้างความแข็งแรงโดยใช้ยิมบอล 7 ท่า กลุ่มตัวอย่าง เป็นเพศชาย 11 คน และไม่มีประวัติการบาดเจ็บบริเวณหลังส่วนล่าง วิธีการดำเนินการวิจัย ใช้ชีวอิเล็กโทรดติดกับลำตัวด้านขวาส่วนบนและส่วนล่างของกล้ามเนื้อเลคตัสแอบโดมินิส (Rectus Abdominis) ออบบลิค เอกซ์เทอนัส แอบโดเมน (Obliquus Extrenus Abdomens) ส่วนบน และส่วนล่างของกล้ามเนื้อเหยียดหลัง ใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการบันทึกการทำงานของกล้ามเนื้อทั้ง 7 ท่าในการออกกำลังกายโดยใช้ยิมบอล และวัดการหดตัวจากระดับปกติจนถึงระดับสูงสุด ผลการศึกษา ในการปฏิบัติท่าพุชอัฟ โดยใช้แขนทั้งสองข้างวางบนยิมบอล และวางปลายเท้าบนพื้นในท่านอนคว่ำจะเกิดการทำงานที่กล้ามเนื้อหน้าท้องในระดับสูง และการออกกำลังกายโดยยกยิมบอลขึ้นแล้วยืดไว้ด้วยขาทั้งสองข้างงอเข้าทั้งสองข้างลงในท่านอนหงายจะเกิดการทำงานของกล้ามเนื้อในระดับต่ำ การยกกระดูกเชิงกรานขึ้นในท่าบริดจ์ โดยใช้ยิมบอลลงศรีษะและวางเท้าบนพื้นในท่านอนหงายจะเกิดการทำงานของกล้ามเนื้อเหยียดหลังในระดับสูง

แอนเดอร์สัน; และเบห์ม (Anderson; & Behm. 2005: abstract) ได้ศึกษาการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวในการปฏิบัติท่าสควอทที่มีการทรงตัว

จุดประสงค์ของการศึกษา ศึกษาความแตกต่างคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโซเรียส วาตัส เลเทอร์ราลิส (Soleus Vastus Lateralis), ไบเซป ฟิเมอร์ริส (Biceps Femoris), แอบโดมินิส สเตบิลไลเซอร์ (Abdominal stabilizers), อัฟเปอร์ ลัมบาร์ อีเรคเตอร์สไปนเ (Upper Lumbar Erector Spinae) และ ลัมโบซาเคอร์ อีเรคเตอร์สไปนเ (Lumbo-Sacral Erector Spinae) ขณะปฏิบัติท่าสควอท การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวของการปฏิบัติท่าสควอทบนเครื่องสมิทแมชีน (Smith Machine) และแบบฟรีสควอทขณะยืนบนแผ่นทรงตัว กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชาย 14 คน กล้ามเนื้อโซเรียส วาตัส เลเทอร์ราลิส, แอบโดมินิส สเตบิลไลเซอร์, อัฟเปอร์ ลัมบาร์ อีเรคเตอร์สไปนเ และ ลัมโบซาครัล อีเรคเตอร์สไปนเ มีการทำงานในระดับสูงขณะทำท่าสควอทที่มีการทรงตัวและกล้ามเนื้อมีการทำงานในระดับต่ำขณะใช้เครื่องสมิทแมชีน (Smith Machine) การเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวอาจจะมีผลมาจากท่าทางการเคลื่อนไหวและการรักษาสมดุลของร่างกาย นอกจากนี้ ระหว่างการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบ คอนเซนตริก มีระดับของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่สูงเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ การหดตัวแบบเอกเซนตริก การปฏิบัติท่าสควอท บนแผ่นทรงตัวจะช่วยพัฒนากล้ามเนื้อลำตัว เพื่อช่วยรักษาแนวกระดูกสันหลัง

มาร์แชลล์; และเมอร์ฟี (Marshall; & Murphy. 2006: abstract) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการทำงานของกล้ามเนื้อ และการออกแรงขณะออกกำลังกายบนสวิสบอล

จุดมุ่งหมายของการศึกษา ศึกษาหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะปฏิบัติท่าสควอท (Squats) พุชอัฟ (Push Ups) และดับเบิลเลก โลเวอร์ลิง (Double Leg Lowering) บนลูกสวิสบอล กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด 12 คน ปฏิบัติตามท่าที่กำหนดให้ ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างการทำงานของกล้ามเนื้อในท่า สควอท แต่อย่างไรก็ตาม ในแต่ละคนที่ปฏิบัติท่าสควอทบนลูกสวิสบอลจะเกิดแรงในระดับที่ต่ำ แต่มีการทำงานของกล้ามเนื้อ ไตรเซป (Triceps) และกล้ามเนื้อ แอบโดมินอล ในระดับที่สูงของการปฏิบัติท่าพุชอัฟ บนลูกสวิสบอล ขณะที่ฝึกกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินัส ที่มีค่าเพิ่มขึ้น ขณะปฏิบัติท่า ดับเบิลเลก โลเวอร์ลิง บนลูกสวิสบอล แต่กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินัส (Rectus Abdominus) มีการทำงานเพิ่มขึ้นระหว่างปฏิบัติท่าดับเบิลเลก โลเวอร์ลิง ซึ่งก็เป็นผลมาจากการงอของสะโพก อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติท่าที่ไม่มีการหมุนลำตัวทำให้ไม่มีการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อเออบบลิค (Oblique) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเกิดการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างออกกำลังกายโดยใช้สวิสบอลในการรองรับร่างกาย

เลห์แมน; และคนอื่น ๆ (Lehman; et al. 2006: Abstract) ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อไหล่ระหว่างปฏิบัติท่า พุชอัฟ (Push Up) บนลูกสวิสบอล

จุดมุ่งหมายของการศึกษา ศึกษาคลื่นไฟฟ้าของร่างกายส่วนบนขณะออกกำลังกายบนลูกสวิสบอล เปรียบเทียบกับบนม้านั่ง วิธีการ กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายจำนวน 13 คน บันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไตรเซป (Triceps) แพคทอราลิสเมเจอร์ (Pectoralis Major) แลทิสซิมัส ดอร์ซิ (Latissimus Dorsi) เรคตัส แอบโดมินัส (Rectus Abdominis) และ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค (External Oblique) ขณะปฏิบัติท่าพุชอัฟ (Push Up) โดยที่เท้า หรือมือวางอยู่บนม้านั่ง และปฏิบัติเหมือนกัน บนลูกสวิสบอล ผลการศึกษาไม่มีการเพิ่มการทำงานของมัดกล้ามเนื้อที่ทำการศึกษา กล้ามเนื้อ แพคทอราลิสเมเจอร์ ไม่มีการทำงานเพิ่มขึ้นขณะปฏิบัติบนม้านั่ง แต่กล้ามเนื้อไตรเซป และกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินัส มีการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ เมื่อวางมือบนลูกสวิสบอล และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค เพียงมัดเดียวที่มีการทำงานเพิ่มขึ้นขณะปฏิบัติท่า พุชอัฟ บนม้านั่ง ซึ่งกล้ามเนื้อไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อใช้ขาวางบนม้านั่งและลูกบอล จากผลการศึกษาพบว่า การใช้ลูกสวิสบอล สามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ แต่อย่างไรก็ตาม การเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อไม่ได้เพิ่มขึ้นในทุกมัดที่ทำการศึกษา อาจเกิดจากการวางมือของกลุ่มตัวอย่างลงบนลูกบอลและส่วนของร่างกายที่สัมผัสกับบอลอาจเป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อ

เวราส-การ์เซีย ; และคนอื่น ๆ (Vera-Garcia; et al. 2006: Abstract) ศึกษาการตอบสนองของกล้ามเนื้อลำตัวระหว่างปฏิบัติท่า เคิร์ลอัฟ ใน 2 สถานะ ที่มีการทรงตัวและไม่มีการทรงตัว

จุดมุ่งหมายของการศึกษา ศึกษาการกำหนดชนิดของอุปกรณ์ที่มีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว กลุ่มตัวอย่าง เป็นอาสาสมัครเพศชายจำนวน 8 คน เป็นบุคคลที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีประวัติการได้รับอุบัติเหตุ หรือการบาดเจ็บ หรือการเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่างก่อนทำการศึกษา วิธีการ กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติท่า เคิร์ลอัฟ ใน 4 รูปแบบที่แตกต่างกัน โดยรูปแบบที่ 1 อุปกรณ์ที่ไม่มีการทรงตัว และปฏิบัติบนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีการทรงตัวอีก 3 รูปแบบ มีการติดขั้วอิเล็กโทรดทั้ง 2 ข้างของลำตัว ทำการบันทึกการหดตัวของกล้ามเนื้อตั้งแต่ระดับปกติจนถึงการหดตัวในระดับสูงสุด ผล

การศึกษา การปฏิบัติท่าเคิร์ลอัฟบนอูปรณ์ที่มีการทรงตัว จะเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว โดยกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิสมีการทำงานคิดเป็น 21% ของการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด และกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอลออบบลิค มีการทำงานคิดเป็น 5% ของการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด ส่วนการปฏิบัติท่าเคิร์ลอัฟที่ร่างกายส่วนบนอยู่บนลูกบอล กล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิสมีการทำงานคิดเป็น 35% ของการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด และกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอลออบบลิค มีการทำงานคิดเป็น 10% ของการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด การปฏิบัติท่าเคิร์ลอัฟบนอูปรณ์ที่มีการทรงตัวทำให้เพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อรวมกับการรักษาสมดุลของร่างกาย

การวิจัยในประเทศ

กนกพร จันทร (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แขน ไหล่ และหลัง ส่วนบน ระหว่างนักยกน้ำหนักที่มีทักษะแตกต่างกันและยกน้ำหนักด้วยความหนักที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักยกน้ำหนักที่มีทักษะสูงจำนวน 5 คน และนักยกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำกว่าจำนวน 9 คน จากนักยกน้ำหนักเยาวชนทีมชาติไทย และนักยกน้ำหนักเยาวชนชาย โรงเรียนกีฬาจังหวัดนครศรีธรรมราช ให้นักยกน้ำหนักทั้งกลุ่มยกน้ำหนักในท่าสแนทช์ ด้วยความหนัก 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้เพียง 1 ครั้ง บันทึกภาพการเคลื่อนไหวและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไว้ แล้ววิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่วง เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยค่า ที ที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ช่วงมีดังนี้ ช่วงที่ 1 นักยกน้ำหนักใช้กล้ามเนื้อหลังส่วนบนในการยกบาร์เบลจากพื้นถึงเข่า ช่วงที่ 2 นักยกน้ำหนักใช้กล้ามเนื้อหลังส่วนบน กล้ามเนื้อไหล่ และกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้าทำงานประสานกันเพื่อยกบาร์เบลจากเข่าถึงเอว ช่วงที่ 3 นักยกน้ำหนักใช้กล้ามเนื้อไหล่กล้ามเนื้อหลังส่วนบน และกล้ามเนื้อไหล่ตึงบาร์เบลอยู่ที่เหนือศีรษะให้มั่นคง เมื่อเพิ่มน้ำหนักที่ใช้ยกเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่านักยกน้ำหนักที่มีทักษะสูงมีการทำงานของกล้ามเนื้อไหล่ กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลังเพิ่มมากขึ้น ส่วนนักยกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำมีการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อทุกมัด ยกเว้นกล้ามเนื้อหลังส่วนบน นั่นก็คือ เมื่อน้ำหนักที่ใช้ยกมีมากขึ้นและมีทักษะมากขึ้น พบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยแสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อทำงานมากขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องฝึกยกน้ำหนักด้วยน้ำหนักที่สามารถยกได้สูงสุดเมื่อนักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพียงพอเพื่อช่วยให้สามารถใช้ทักษะและกล้ามเนื้อที่ถูกต้องในแต่ละช่วงของการยกน้ำหนักท่าสแนทช์

เรณู พรหมเนตร (2542: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสะโพกและกล้ามเนื้อ ร่วมกับการเคลื่อนไหว 2 มิติของขา ระหว่างนักยกน้ำหนักที่มีทักษะแตกต่างกันและยกน้ำหนักด้วยความหนักที่แตกต่างกัน สุ่มนักยกน้ำหนักที่มีทักษะสูง จำนวน 5 คน และนักยกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำกว่า จำนวน 9 คน ให้นักยกน้ำหนักทั้ง 2 กลุ่ม ยกน้ำหนักในท่าสแนทช์ ด้วยความหนัก 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้เพียง 1 ครั้ง บันทึกภาพการเคลื่อนไหวและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไว้หลังจากนั้นจึงแบ่งคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและภาพการเคลื่อนไหว 2 มิติ ที่

บันทึกได้จากการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ออกเป็น 4 ช่วงเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยการทดสอบค่า t และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มน้ำหนักที่ใช้ยก คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว 2 มิติ ในแต่ละช่วงของท่าสแนทช์มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ช่วงที่ 1 เริ่มจากท่าเริ่มต้น ถึง สิ้นสุดการดึงบาร์เบล ในจังหวะที่ 1 พบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสะโพกและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ของนักยกน้ำหนักทั้ง 2 กลุ่มมีค่ามากขึ้น ร่วมกับการเพิ่มการเหยียดสะโพกและเข่า ผลที่ได้ในช่วงที่ 2 เริ่มจากการสิ้นสุดการดึงบาร์เบลในจังหวะที่ 1 ถึง สิ้นสุดการดึงบาร์เบลในจังหวะที่ 2 เหมือนกับในช่วงที่ 1 นอกจากนี้ นักยกน้ำหนักมีการเหยียดสะโพกและเข่าด้วยความเร็วเชิงมุมที่มากขึ้นด้วย ช่วงที่ 3 เริ่มจากการสิ้นสุดการดึงบาร์เบลในจังหวะที่ 2 ถึง การดึงด้วยแขนและนั่งลงรับบาร์เบลพบว่ากลุ่มนักยกน้ำหนักที่มีทักษะสูง มีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากขึ้น งอสะโพกและเข่าด้วยความเร็วเชิงมุมที่น้อยลง สำหรับนักยกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำกว่า พบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสะโพกมีค่ามากขึ้น งอสะโพกและเข่ามากขึ้น และลดความเร็วเชิงมุมในการงอเข่า ช่วงที่ 4 เป็นท่าสิ้นสุด เริ่มจากสิ้นสุดท่านั่งรับบาร์เบลจนกระทั่งยืนขึ้น พบว่านักยกน้ำหนักที่มีทักษะสูงมีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากขึ้น รวมทั้งเหยียดสะโพกและเข่ามากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบนักยกน้ำหนักที่มีทักษะสูงกับนักยกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำกว่า สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อน้ำหนักที่ใช้ยกมากขึ้นและมีทักษะที่มาก พบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว 2 มิติ ของขามีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องฝึกยกน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและทักษะในการยกน้ำหนัก

ปรเมท เหมรชตนนท์ (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ ความเร็วข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก ข้อศอก ข้อมือ ปลายดาบ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในท่าลันซ์ กลุ่มตัวอย่างเป็น นักกีฬาฟันดาบหญิงทีมชาติไทย ของสมาคมฟันดาบสมัครเล่นแห่งประเทศไทย ที่อยู่ในโครงการเตรียมนักกีฬาเพื่อการแข่งขันซีเกมส์ ครั้งที่ 22 ณ ประเทศเวียดนาม จำนวน 10 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยให้กลุ่มตัวอย่าง เคลื่อนไหวในท่าลันซ์ และปลายดาบเข้าเป้าหมาย จำนวน 10 ครั้ง บันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอ พร้อมบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเลคตัส ฟิเมอร์ริส (Rectus Femoris), วาตัสมีเดียลิส (Vastus Medialis), วาตัสเลเทอรัลิส (Vastus Lateralis) เลือกการเคลื่อนไหวที่เร็วที่สุดและดาบเข้าเป้าหมาย วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การเคลื่อนไหว 2 มิติ (APAS) และเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเลคตัส ฟิเมอร์ริส (Rectus Femoris), วาตัสมีเดียลิส (Vastus Medialis), และกล้ามเนื้อวาตัสเลเทอรัลิส (Vastus Lateralis) มีค่า 346.20, 491.50, 539.40 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ ความเร็วข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก ข้อศอก ข้อมือ และปลายดาบ ในขณะมุมข้อศอกเหยียดตรง มีค่า 1.480, 0.875, 0.738, 2.294, 2.080, 2.042 เมตร/วินาที และขณะปลายดาบกระทบเป้า 1.759, 2.516, 2.314, 2.449, 2.326, 2.591 เมตร/วินาที ทำให้ทราบว่า การเคลื่อนไหวในท่าลันซ์ แขนเป็นส่วนที่สำคัญในการเคลื่อนไหว เพื่อควบคุมปลายดาบให้เข้าสู่เป้าหมาย และในขณะปลายดาบกระทบเป้า ขาเป็นส่วนที่สำคัญในการควบคุมแนวการเคลื่อนที่ เพื่อสร้างความเร็วปลายดาบขณะเข้าสู่เป้าหมาย

เกริกวิทย์ พงศ์ศรี (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขาที่ใช้รองรับน้ำหนักตัว ในการเตะฟุตบอลจากมุมที่แตกต่างกัน. การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบรูปแบบของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขาที่ใช้รองรับน้ำหนักตัว ในการเตะฟุตบอลด้วยลูกหลังเท้าจากการเคลื่อนที่เข้าหาลูกฟุตบอล 3 มุม และเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อในการเตะจากมุมเดียวกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักฟุตบอลชายที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 12 คน การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Random Sampling) ให้กลุ่มตัวอย่างทำการเตะฟุตบอลด้วยความแรงสูงสุดโดยเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นซึ่งทำมุม 0 องศา 45 องศา และ 90 องศา กับตำแหน่งของลูกฟุตบอล บันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าส่วนด้านใน (Vastus Medialis) กล้ามเนื้อเรกตัส เฟมอริส (Rectus Femoris) กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าส่วนด้านนอก (Vastus Lateralis) และกล้ามเนื้อไบเซพส์ เฟมอริส (Biceps Femoris) ของขาที่ใช้รองรับน้ำหนักตัว โดยแบ่งการเคลื่อนไหวกออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ช่วงที่ร่างกายเริ่มเคลื่อนไหวกกระทั่งเท้าสัมผัสพื้น (Presupport Phase) และช่วงที่ 2 ช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นจนกระทั่งเท้าขวาทะกกับลูกฟุตบอล (Support Phase) การวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างมุมการเคลื่อนที่ที่ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว ภายในมุมเดียวกันใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ใช้วิธีของบอนเฟอโรนี โดยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบระหว่างมุม 0 องศา 45 องศา และ 90 องศา พบว่า คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของทุก ๆ มัดกล้ามเนื้อทั้ง 2 ช่วงการเคลื่อนไหวกไม่แตกต่างกัน ยกเว้น กล้ามเนื้อไบเซพส์ เฟมอริส (Biceps Femoris) ซึ่งในช่วงที่ 2 ค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากการเตะที่มุม 90 มีค่าสูงกว่ามุม 45 และมุม 0 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อในการเตะจากมุมเดียวกัน พบว่า คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของทุก ๆ มัดกล้ามเนื้อทั้ง 2 ช่วงการเคลื่อนไหวก แตกต่างกัน โดยในช่วงที่ 1 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไบเซพส์ เฟมอริส (Biceps Femoris) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าส่วนด้านนอก (Vastus Lateralis) มีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าส่วนด้านใน (Vastus Medialis) กล้ามเนื้อเรกตัส เฟมอริส (Rectus Femoris) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในช่วงที่ 2 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าส่วนด้านใน (Vastus Medialis) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าส่วนด้านนอก (Vastus Lateralis) มีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อเรกตัส เฟมอริส (Rectus Femoris) และกล้ามเนื้อไบเซพส์ เฟมอริส (Biceps Femoris) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า การเตะฟุตบอลในลักษณะที่มีมุมในการเคลื่อนที่เข้าหาลูกฟุตบอลในมุมสูง ๆ จะเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อไบเซพส์ เฟมอริส (Biceps Femoris) ของขาที่ใช้รองรับน้ำหนักตัวในระหว่างที่เท้าสัมผัสพื้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการฝึกซ้อมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังเป็นพิเศษ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและเทคนิคในการเตะฟุตบอลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและป้องกันการบาดเจ็บ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนิสิตชายในระดับปริญญาตรี ชั้นปี 3 และปีที่ 4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรฯ จำนวน 40 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตชายในระดับปริญญาตรี ชั้นปี 3 และปีที่ 4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์กรฯ โดยคัดเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 20 คน โดยกลุ่มตัวอย่างผ่านการคัดเลือกดังนี้

1. จากแบบสอบถาม (ภาคผนวก ง)
2. มีประสบการณ์การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว
3. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อลำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกายด้วย ม้านั่ง และลูกบอล
4. เป็นผู้ที่ได้ลงนามในหนังสือแสดงความยินยอม (ภาคผนวก ค)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลูกบอล (Ball Exercises) และสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย และนำมาเป็นหลักในการสร้างโปรแกรมการออกกำลังกาย
2. สร้างโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล แล้วนำไปปรึกษาประธาน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3. นำโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านพิจารณาตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น (ดังภาคผนวก จ)
4. นำโปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบ มาปรับปรุงแก้ไขตามที่คุณเชี่ยวชาญได้แก้ไขให้
5. โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล ไปทดลองใช้โดยใช้กลุ่มทดสอบจำนวน 5 คน ซึ่งประกอบไปด้วย
 - 5.1 ชั่งน้ำหนัก
 - 5.2 วัดส่วนสูง
 - 5.3 ทดลองออกกำลังกายด้วยม้านั่ง แล้วจึงทดลองออกกำลังกายด้วยลูกบอล
 - 5.4 ทดลองบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
 - 5.5 นำโปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบ มาปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ อีกครั้งก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้
6. นำโปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล ได้รับการตรวจสอบและแก้ไขเพื่อให้มีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) จากประธานควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก จ)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (รุ่น ME3000P) และโปรแกรมวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG Analysis, Muscle Tester Me3000P Version 1.2) บริษัท Mega Electronics ประเทศฟินแลนด์
2. ขั้วรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าชนิดผิว (Surface Electrode) บริษัท Medicotest ประเทศเดนมาร์ก ซึ่งสร้างจากโลหะซิลเวอร์ (Ag) และสารละลายซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl)
3. เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อและอุปกรณ์ (Electrical Stimulator รุ่น Phyaaction 300)
4. สำลี แอลกอฮอล์ และกระดาษกาว
5. ลูกบอล
6. ม้านั่ง
7. โทนิโอมิเตอร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. จัดหาผู้ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งอธิบายและสาธิตวิธีการต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้เข้าใจรายละเอียดของการทดสอบตลอดจนวิธีการปฏิบัติและการบันทึกผลการทดสอบให้เข้าใจถูกต้องตรงกัน

2. ทำการนัดหมายกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับวันเวลา และสถานที่ที่ใช้ทำการทดสอบ

3. เตรียมอุปกรณ์ และสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ โดยใช้ห้องฝึกปฏิบัติการอาคารสิรินทร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

4. ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการดำเนินงานวิจัย และขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย

5. เตรียมการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอลโดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

6. ทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้าขณะที่ทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximum Voluntary Contraction : MVC) ของกล้ามเนื้อ 4 มัด ได้แก่ กล้ามเนื้อ เรคตัส แอบโดมินิส (Rectus Abdominus) เอ็กเทอนอล ออบลิค (External Oblique) อิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนอก) (Erector Spinae at Thoracic region) และ อิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว) (Erector spinae at Lumbar region) (ภาคผนวก ก)

7. บันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง (Bench) และลูกบอล (Ball Exercises) มีขั้นตอนดังนี้ คือ

7.1 เตรียมกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดผิวชุดเดิมที่ติดไว้บนกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด ขณะทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด โดยไม่มีการเคลื่อนย้ายขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า

7.2 ให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติท่าที่ 1 และใช้เครื่องโคโนมิเตอร์วัดขนาดของมุมข้อต่อ ก่อนทำการบันทึกเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างทราบขนาดของมุมที่จะปฏิบัติ โดยจะทำการวัดมุมก่อนการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในทุกท่าตามลำดับ เพื่อเตรียมความพร้อมและซักซ้อมวิธีการก่อนการทดสอบจริง

7.3 ใช้เครื่องวัดคลื่นกล้ามเนื้อไฟฟ้ากล้ามเนื้อ บันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด พร้อม ๆ กัน โดยบันทึกแบบต่อเนื่อง (Continuous Mode) และตั้งความถี่ของการบันทึก (Sampling Frequency) ที่ 1000 เฮิร์ต

7.4 การทดสอบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่งแต่ละท่าทำทั้งหมด 5 ครั้ง และจดบันทึกหาค่าเฉลี่ย 5 ครั้ง ใช้เวลาพักระหว่างท่า ท่าละ 5 นาที

7.5 การทดสอบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยลูกบอล แต่ละท่าทำทั้งหมด 5 ครั้ง และจดบันทึกหาค่าเฉลี่ย 5 ครั้ง ใช้เวลาพักระหว่างท่า ท่าละ 5 นาที

7.6 นำค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ได้ มาวิเคราะห์หาค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉลี่ย (Average EMG) ในแต่ละท่าของการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG Analysis) และนำค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ได้ในแต่ละท่าของการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบมาเทียบกับ ค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ บันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (% Maximum Voluntary Contraction: % MVC)

8. นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ

9. นำผลที่ได้มาสรุปและอภิปรายผล

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อหา

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล โดยใช้สถิติแบบ ที่ (Paired Samples t-test)

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวในแต่ละ ท่าขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance for repeated measures) ทดสอบความความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. หากพบค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวทั้งขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล โดยใช้วิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferroni) ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำผลจากการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนเอว) ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาเสนอในรูปของตารางและกราฟแท่งประกอบความเรียง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวในแต่ละท่าขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนักตัว และส่วนสูง ของกลุ่มตัวอย่าง

	ค่าเฉลี่ย (X)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)
อายุ (ปี)	20.25	1.07
น้ำหนักตัว (กก.)	66.45	8.78
ส่วนสูง (ซม.)	173.50	4.40

จากตาราง 2 ค่าเฉลี่ยอายุของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 20.25 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.07 ปี น้ำหนักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.45 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.78 กิโลกรัม และส่วนสูงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 173.50 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.40 เซนติเมตร

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล

ท่าออกกำลังกาย/มัดกล้ามเนื้อ	ออกกำลังกาย ด้วยม้านั่ง		ออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล		t	p
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ท่าแพลงก์ (Plank)						
1. เเรดตัส แอบโดมินิส	47.270	24.412	53.405	26.000	3.195*	.005
2. เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	32.675	12.141	37.470	14.002	5.694*	.000
3. อีเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนอก)	10.000	4.998	11.260	5.010	4.780*	.000
4. อีเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว)	11.420	5.539	11.826	5.041	0.402	.692
ท่าครันช์ (Crunch)						
1. เเรดตัส แอบโดมินิส	43.265	20.005	53.930	19.207	3.706*	.001
2. เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	29.375	16.637	33.355	18.684	5.399 *	.000
3. อีเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนอก)	11.985	6.807	14.865	8.179	6.036*	.000
4. อีเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว)	11.240	4.079	13.870	5.273	5.552*	.000
ท่าไซด์แพลงก์ (Side Plank)						
1. เเรดตัส แอบโดมินิส	36.430	20.430	44.160	25.635	2.484*	.022
2. เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	44.340	11.485	57.300	20.689	5.351*	.000
3. อีเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนอก)	24.020	16.544	31.160	19.960	6.009*	.000
4. อีเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว)	21.905	11.761	31.470	16.854	6.329*	.000
ท่าไซด์ครันช์ (Side Crunch)						
1. เเรดตัส แอบโดมินิส	29.855	18.259	40.025	22.474	3.863*	.001
2. เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	37.140	14.609	52.435	18.444	6.556*	.000
3. อีเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนอก)	17.325	7.811	24.575	10.633	4.619*	.000
4. อีเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว)	22.370	11.794	30.160	15.071	4.978*	.000

ตาราง 2 (ต่อ)

ท่าออกกำลังกาย/มัดกล้ามเนื้อ	ออกกำลังกาย ด้วยม้านั่ง		ออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล		t	p
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ท่าแบคเอ็กซ์เทนชัน (Back Extension)						
1. เรคตัส แอบโดมินิส	11.510	8.447	14.380	10.045	4.202*	.000
2. เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค	8.205	4.779	11.130	7.845	3.880*	.001
3. อีเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนนอก)	31.985	9.564	42.005	11.800	8.931*	.000
4. อีเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนเอว)	33.135	12.157	40.010	14.935	8.396*	.000
ท่าซูปไพน์บริดจ์ (Supine Bridge)						
1. เรคตัส แอบโดมินิส	10.810	5.376	12.710	6.163	5.014*	.000
2. เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค	8.815	4.996	10.105	5.387	5.649*	.000
3. อีเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนนอก)	29.235	14.177	32.385	14.037	2.037	.056
4. อีเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนเอว)	28.180	13.122	31.990	3.323	6.384*	.000
*p < .05						

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายในท่าแพลงค์ด้วยม้านั่ง มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 47.270 ± 24.412 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 53.405 ± 26.00 กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 32.675 ± 12.141 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 37.470 ± 14.002 กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 10.000 ± 4.998 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 11.260 ± 4.780 ทั้ง 3 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 11.420 ± 5.539 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 11.826 ± 5.041 ไม่มีความแตกต่างกันในการออกกำลังด้วยม้านั่งและลูกบอล มีค่าพีเท่ากับ .692

ท่าครันช์ มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 43.265 ± 20.005 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 53.930 ± 19.207 กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 29.375 ± 16.637 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 33.355 ± 18.684 กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 11.985 ± 6.807 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 14.865 ± 8.179 กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สไปนายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 11.240 ± 4.079 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 13.870 ± 5.273 ทั้ง 4 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ท่าไชต์แพลงค์ มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 36.430 ± 20.430 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 44.160 ± 25.635 กล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 44.340 ± 11.485 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 57.300 ± 20.689 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 24.020 ± 16.544 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 31.160 ± 19.960 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 21.905 ± 11.761 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 31.470 ± 16.854 ทั้ง 4 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

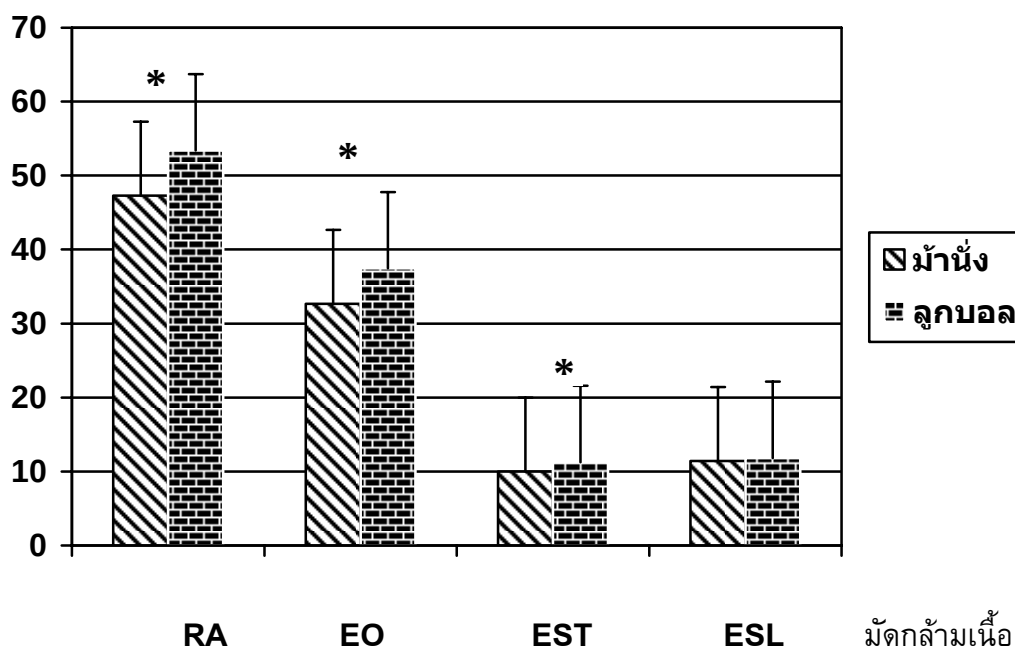
ท่าไชต์ครันซ์ มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 29.855 ± 18.259 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 40.025 ± 22.474 กล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 37.140 ± 14.609 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 52.435 ± 18.444 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 17.325 ± 7.811 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 24.575 ± 10.633 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 22.370 ± 11.794 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 30.160 ± 4.987 ทั้ง 4 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ท่าแบคเอกซ์เทนชัน มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 11.510 ± 8.447 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 14.380 ± 10.045 กล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 8.205 ± 4.779 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 11.130 ± 7.845 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 31.985 ± 9.564 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 42.005 ± 11.800 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 33.135 ± 12.157 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 40.010 ± 14.935 ทั้ง 4 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ท่าซูปพายน์บริดจ์ มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 10.810 ± 5.376 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 12.710 ± 6.163 กล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 8.815 ± 4.996 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 10.105 ± 5.387 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 29.235 ± 14.177 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 32.385 ± 14.037 ไม่มีความแตกต่างกันในการออกกำลังด้วยม้านั่งและลูกบอล มีค่าพีเท่ากับ .056 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 28.180 ± 13.122 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 31.990 ± 13.323 ทั้ง 3 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอลทั้ง 4 ท่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทั้ง 4 มัดกล้ามเนื้อ มีเพียงท่าแพลงค์และท่าซูปพายน์บริดจ์ที่แตกต่างกันเพียง 3 มัด ในท่าแพลงค์กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ไม่มีความแตกต่างกันในการออกกำลังด้วยม้านั่งและลูกบอล ท่าซูปพายน์บริดจ์ กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) ไม่มีความแตกต่างกันในการออกกำลังด้วยม้านั่งและลูกบอล

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (%MVC)



* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

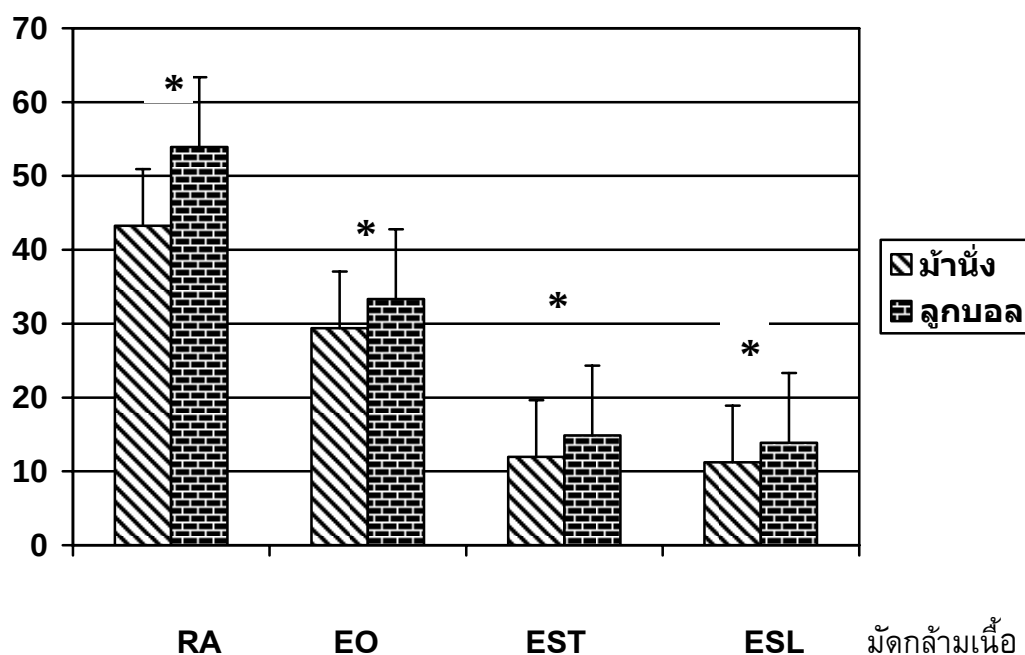
RA = กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส EST = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)

EO = กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค ESL = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)

ภาพประกอบ 1 แสดงคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง

จากภาพประกอบ 1 แสดงค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) ในท่าแพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 47.270 ± 24.412 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 53.405 ± 26.00 กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 32.675 ± 12.141 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 37.470 ± 14.002 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 10.000 ± 4.998 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 11.260 ± 4.780 ทั้ง 3 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล้ามเนื้อ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 11.420 ± 5.539 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 11.826 ± 5.041 ไม่มีความแตกต่างกันในการออกกำลังด้วยม้านั่งและลูกบอล (ตาราง 2)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (%MVC)



* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

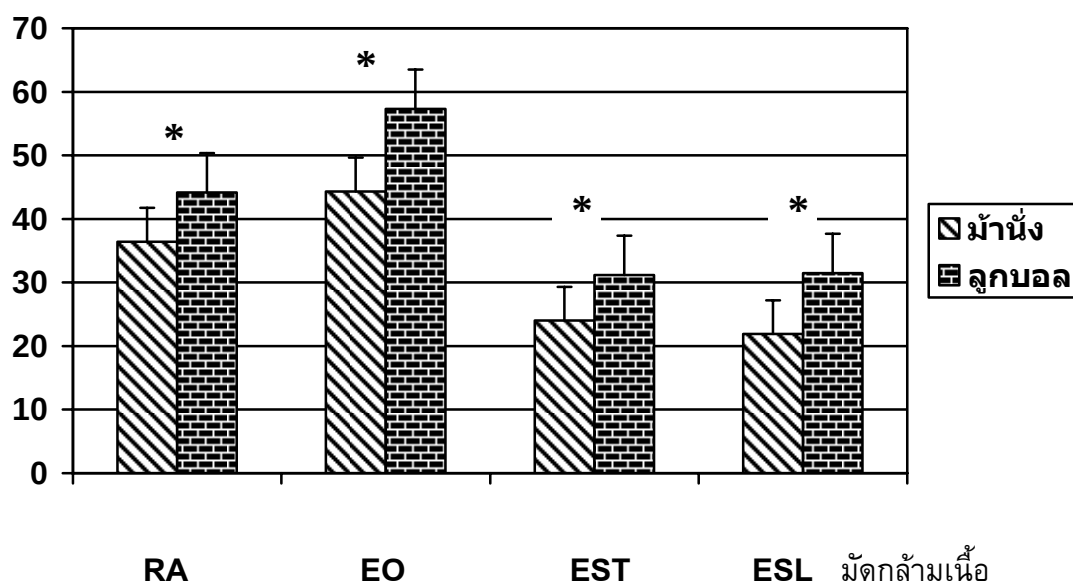
RA = กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส EST = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)

EO = กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค ESL = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)

ภาพประกอบ 2 แสดงรูปแบบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง

จากภาพประกอบ 2 แสดงค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าครันช์ มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 43.265 ± 20.005 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 53.930 ± 19.207 กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 29.375 ± 16.637 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 33.355 ± 18.684 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 11.985 ± 6.807 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 14.865 ± 8.179 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 11.240 ± 4.079 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 13.870 ± 5.273 ทั้ง 4 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 2)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (%MVC)



* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

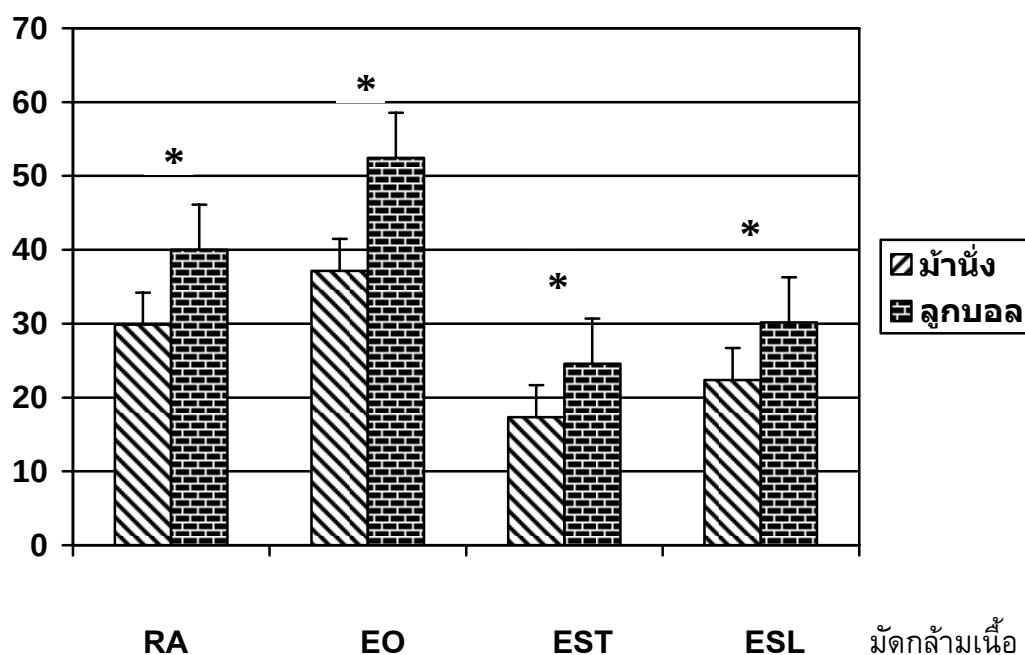
RA = กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส EST = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)

EO = กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค ESL = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)

ภาพประกอบ 3 แสดงรูปแบบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์พลังก์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง

จากภาพประกอบ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์พลังก์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 36.430 ± 20.430 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 44.160 ± 25.635 กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 44.340 ± 11.485 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 57.300 ± 20.689 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 24.020 ± 16.544 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 31.160 ± 19.960 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 21.905 ± 11.761 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 31.470 ± 16.854 ทั้ง 4 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 2)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (%MVC)



* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

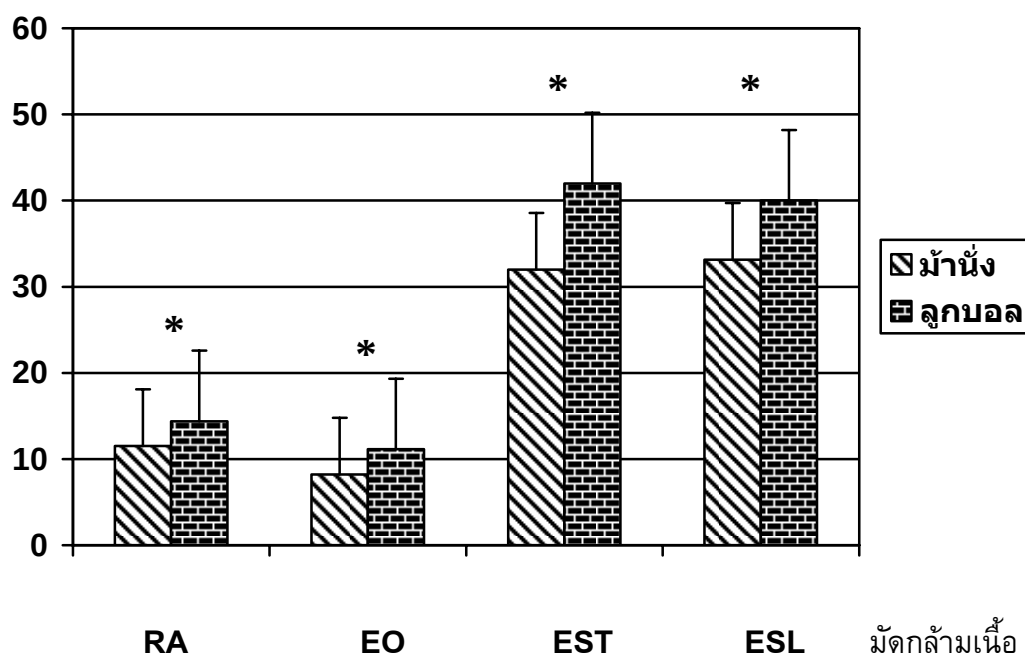
RA = กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส EST = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)

EO = กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค ESL = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)

ภาพประกอบ 4 แสดงรูปแบบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไฮด์ครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง

จากภาพประกอบ 4 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไฮด์ครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 29.855 ± 18.259 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 40.025 ± 22.474 กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 37.140 ± 14.609 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 52.435 ± 18.444 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 17.325 ± 7.811 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 24.575 ± 10.633 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 22.370 ± 11.794 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 30.160 ± 4.987 ทั้ง 4 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 2)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (%MVC)



* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

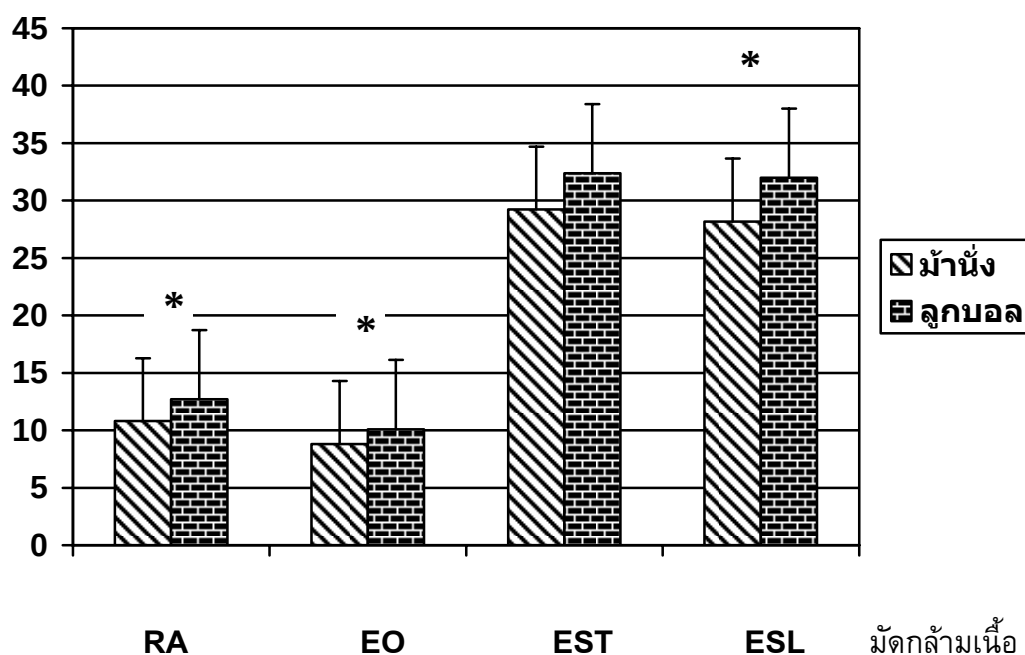
RA = กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส EST = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก)

EO = กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค ESL = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว)

ภาพประกอบ 5 แสดงรูปแบบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอ็กซ์เทนชันขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง

จากภาพประกอบ 5 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอ็กซ์เทนชันขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง มีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 11.510 ± 8.447 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 14.380 ± 10.045 กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค มีค่าเท่ากับ 8.205 ± 4.779 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 11.130 ± 7.845 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 31.985 ± 9.564 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 42.005 ± 11.800 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 33.135 ± 12.157 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 40.010 ± 14.935 ทั้ง 4 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 2)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (%MVC)



* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

RA = กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส EST = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)

EO = กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค ESL = กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)

ภาพประกอบ 6 แสดงรูปแบบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าซูปไฟนารีตซ์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่ง

จากภาพประกอบ 6 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าซูปไฟนารีตซ์ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล และม้านั่งมีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเท่ากับ 10.810 ± 5.376 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 12.710 ± 6.163 กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมีค่าเท่ากับ 8.815 ± 4.996 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 10.105 ± 5.387 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) มีค่าเท่ากับ 29.235 ± 14.177 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 32.385 ± 14.037 ไม่มีความแตกต่างกันในการออกกำลังด้วยม้านั่งและลูกบอล กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) มีค่าเท่ากับ 28.180 ± 13.122 และลูกบอลมีค่าเท่ากับ 31.990 ± 13.323 ทั้ง 3 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 2)

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัว ในแต่ท่าขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล

1. การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง

จากการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์
สไปนายเน (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สไปนายเน (ส่วนเอว) ในท่าแพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง
พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .000 ซึ่งไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์
ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำแบบมิติเดียว ทำให้ต้องใช้การวิเคราะห์แบบ Paired-Samples t-test

ตาราง 4 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค

อีเรคเตอร์ สไปนายเน (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สไปนายเน (ส่วนเอว) ในท่าแพลงค์

ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Paired-Samples t-test

มัดกล้ามเนื้อ	$\bar{X}$	S.D.	t	p
เรคตัส แอบโดมินิส	47.270	24.412	2.532*	.020
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	32.675	12.141		
เรคตัส แอบโดมินิส	47.270	24.412	6.827*	.000
อีเรคเตอร์ สไปนายเน (ส่วนนอก)	10.000	4.998		
เรคตัส แอบโดมินิส	47.270	24.412	6.469*	.000
อีเรคเตอร์ สไปนายเน (ส่วนเอว)	11.420	5.539		
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	32.675	12.141	7.793*	.000
อีเรคเตอร์ สไปนายเน (ส่วนนอก)	10.000	4.998		

ตาราง 4 (ต่อ)

มัดกล้ามเนื้อ	$\bar{X}$	S.D.	t	p
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	32.675	12.141	7.986*	.000
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	11.420	5.539		
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก)	10.000	4.998	-1.718	.102
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	11.420	5.539		

*p < .05

จากตาราง 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอลออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และอิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส สูงกว่า กล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิคกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .000 ซึ่งไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำแบบมิติเดียว ทำให้ต้องใช้การวิเคราะห์แบบ Paired-Samples t-test

ตาราง 5 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าครันช์ ขณะออกกำลังกาย ด้วยม้านั่งโดยใช้การวิเคราะห์แบบ Paired-Samples t-test

มัดกล้ามเนื้อ	$\bar{X}$	S.D.	t	p
เรคตัส แอบโดมินิส	43.265	20.005	2.865*	.010
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	29.375	16.637		
เรคตัส แอบโดมินิส	43.265	20.005	7.589*	.000
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	11.985	6.807		
เรคตัส แอบโดมินิส	43.265	20.005	7.612*	.000
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	11.240	4.079		
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	29.375	16.637	5.811*	.000
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	11.985	6.807		
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	29.375	16.637	5.304*	.000
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	11.240	4.079		

ตาราง 5 (ต่อ)

มัดกล้ามเนื้อ	$\bar{X}$	S.D.	t	p
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	11.985	6.807		
			.741	.468
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	11.240	4.079		

*p < .05

จากตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส สูงกว่า กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ตามลำดับ

ตาราง 6 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์แพลงค์
ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	19	11186.072	588.741		
ภายในสมาชิก	60	18528.202	2453.882		
มัดกล้ามเนื้อ	3	6741.283	2247.094	10.867*	.000***
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและ มัดกล้ามเนื้อ	57	11786.919	206.788		
รวม	79	29714.274	3042.623		

*p < .05

จากตาราง 6 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์แพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วย ม้านั่ง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่ากล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งมีการทำงานแตกต่างไปจากกล้ามเนื้อมัดอื่น ดังนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด เป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ดังตาราง 7

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์แพลงก์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

มัดกล้ามเนื้อ		กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	กล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	กล้ามเนื้อ อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	กล้ามเนื้อ อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
	$\bar{X}$	36.430	44.340	24.020	21.905
กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	36.430	-	-7.910	12.410	14.525
กล้ามเนื้อเอกซ์เทอ นอลออบบลิค	44.340		-	20.320*	22.435*
อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	24.020			-	2.115
อีเรคสพายเน่ (ส่วนเอว)	21.905				-

*p < .05

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อซึ่งให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค สูงกว่า กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส กล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ตามลำดับ

ตาราง 8 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์ครันช์
ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	19	56913.781	289.048		
ภายในสมาชิก	60	13211.965	1656.531		
มัดกล้ามเนื้อ	3	4511.682	1503.894	9.853*	.000***
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและ มัดกล้ามเนื้อ	57	8700.283	152.637		
รวม	79	70125.746	1945.579		

*p < .05

จากตาราง 8 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์ครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วย ม้านั่ง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่ากล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งมีการทำงานแตกต่างไปจากกล้ามเนื้อมัดอื่น ดังนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด เป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ดังตาราง 9

ตาราง 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์ครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

มัดกล้ามเนื้อ	กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	กล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	กล้ามเนื้อ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	กล้ามเนื้อ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	
	$\bar{X}$	29.855	37.140	17.325	22.370
กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	29.855	-	-7.285	12.530*	7.485
กล้ามเนื้อเอกซ์เทอ นอลออบบลิค	37.140	-	19.815*	14.770*	
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	17.325		-	-5.045	
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	22.370				-

*p < .05

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค สูงกว่า กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) และกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) ตามลำดับ

ตาราง 10 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอกซ์เทนชัน
ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	19	3128.126	164.638		
ภายในสมาชิก	60	13638.497	3533.128		
มัดกล้ามเนื้อ	3	10430.525	3476.842	61.777*	.000***
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและ มัดกล้ามเนื้อ	57	3207.972	56.286		
รวม	79	16766.623	3697.766		

*p < .05

จากตาราง 10 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอกซ์เทนชัน ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า กล้ามเนื้อ มัดใดมัดหนึ่งมีการทำงานแตกต่างไปจากกล้ามเนื้อมัดอื่น ดังนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด เป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ดัง ตาราง 11

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิสเอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอกซ์เทนชัน ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

มัดกล้ามเนื้อ	กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	กล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	กล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	กล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
	$\bar{X}$ 11.510	8.205	31.985	33.135
กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	11.510	-	20.475*	21.625*
กล้ามเนื้อเอกซ์เทอ นอลออบบลิค	8.205	-	23.780*	24.930*
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	31.985		-	-1.150
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	33.135			-

*p < .05

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และอีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้า เนื้อกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) สูงกว่า กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส และกล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค ตามลำดับ

ตาราง 12 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์สไปน (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สไปน (ส่วนเอว) ในท่าซูปายันบริดจ์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	19	3890.217	204.748		
ภายในสมาชิก	60	11415.295	2471.221		
มัดกล้ามเนื้อ	3	7191.351	2397.117	32.348*	.000***
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและมัดกล้ามเนื้อ	57	4223.944	74.104		
รวม	79	15305.512	2675.969		

*p < .05

จากตาราง 12 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สไปน (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สไปน (ส่วนเอว) ในท่าซูปายันบริดจ์ ขณะออกกำลังกายด้วย ม้านั่ง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า กล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งมีการทำงานแตกต่างไปจากกล้ามเนื้อมัดอื่น ดังนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด เป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ดังตาราง 13

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส
 เอกซ์เทอนอลออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่
 (ส่วนเอว) ในท่าซูปายาน์บริดจ์ ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง โดยวิธีของบอนเฟอโรนี
 (Bonferroni)

มัดกล้ามเนื้อ		กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	กล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	กล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	กล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
	$\bar{X}$	10.810	8.815	29.235	28.180
กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	10.810	-	1.995	18.425*	17.370*
กล้ามเนื้อเอกซ์เทอ นอลออบบลิค	8.815		-	20.420*	19.365*
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	29.235			-	1.055
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	28.180				-

*p < .05

จากตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และอีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ.05 ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อซึ่งให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) สูงกว่า กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค ตามลำดับ

2. การออกกำลังกายด้วยลูกบอล

จากการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์สไปน (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สไปน (ส่วนเอว) ในท่าแพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .000 ซึ่งไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำแบบมิติเดียว ทำให้ต้องใช้การวิเคราะห์แบบ Paired-Samples t-test

ตาราง 14 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์สไปน (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สไปน (ส่วนเอว) ในท่าแพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Paired-Samples t-test

มัดกล้ามเนื้อ	$\bar{X}$	S.D.	t	p
เรคตัส แอบโดมินิส	53.405	26.000	2.859*	.010
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	37.470	14.002		
เรคตัส แอบโดมินิส	53.405	26.000	7.422*	.000
อีเรคเตอร์ สไปน (ส่วนนอก)	11.260	5.010		
เรคตัส แอบโดมินิส	53.405	26.000	7.463*	.000
อีเรคเตอร์ สไปน (ส่วนเอว)	11.820	5.041		
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	37.470	14.002	8.031*	.000
อีเรคเตอร์ สไปน (ส่วนนอก)	11.260	5.010		
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	37.470	14.002	8.447*	.000
อีเรคเตอร์ สไปน (ส่วนเอว)	11.820	5.041		

ตาราง 14 (ต่อ)

มัดกล้ามเนื้อ	$\bar{X}$	S.D.	t	p
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	11.260	5.010	-.582	.567
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	11.820	5.041		

*p < .05

จากตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิสแตกต่างกับกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอลออบบลิค กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอลออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส สูงกว่า กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .000 ซึ่งไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำแบบมิติเดียว ทำให้ต้องใช้การวิเคราะห์แบบ Paired-Samples t-test

ตาราง 15 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Paired-Samples t-test

มัดกล้ามเนื้อ	$\bar{X}$	S.D.	t	p
เรคตัส แอบโดมินิส	53.930	19.207	4.772*	.000
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	33.355	18.684		
เรคตัส แอบโดมินิส	53.930	19.207	9.695*	.000
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	14.865	8.179		
เรคตัส แอบโดมินิส	53.930	19.207	10.117*	.000
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	13.870	5.273		
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	33.355	18.684	5.366*	.000
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	14.865	8.179		
เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	33.355	18.684	5.359*	.000
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	13.870	5.273		

ตาราง 15 (ต่อ)

มัดกล้ามเนื้อ	$\bar{X}$	S.D.	t	p
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	14.865	8.179		
			.764	.454
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	13.870	5.273		

*p < .05

จากตาราง 15 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิสแตกต่างกับกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอลออบบลิค กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอลออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส สูงกว่า กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ตามลำดับ

ตาราง 16 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์แพลงค์
ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	19	16563.249	871.750		
ภายในสมาชิก	60	26290.79	3386.673		
มัดกล้ามเนื้อ	3	9266.401	3088.000	10.342*	.000***
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และมัดกล้ามเนื้อ	57	17024.389	298.673		
รวม	79	42854.039	4258.423		

*p < .05

จากตาราง 16 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์แพลงค์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่ากล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งมีการทำงานแตกต่างไปจากกล้ามเนื้อมัดอื่น ดังนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด เป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ดังตาราง 17

ตาราง 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส
 เอกซ์เทอนอลออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่
 (ส่วนเอว) ในท่าไซด์แพลงค์ ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยวิธีของบอนเฟอโรนี
 (Bonferroni)

มัดกล้ามเนื้อ		กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	กล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	กล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	กล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
	$\bar{X}$	44.160	57.300	31.160	31.470
กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	44.160	-	-13.140	13.000	12.690
กล้ามเนื้อเอกซ์เทอ นอลออบบลิค	57.300		-	26.140*	25.830*
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	31.160			-	-.310
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	31.470				-

*p < .05

จากตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอลออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค สูงกว่า กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) และกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) ตามลำดับ

ตาราง 18 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์ครันช์
ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	19	11342.692	596.984		
ภายในสมาชิก	60	20680.877	3194.784		
มัดกล้ามเนื้อ	3	8967.881	2989.294	14.547*	.000***
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและ มัดกล้ามเนื้อ	57	11712.996	205.491		
รวม	79	32023.569	3791.768		

*p < .05

จากตาราง 18 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์ครันช์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่ากล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งมีการทำงานแตกต่างไปจากกล้ามเนื้อมัดอื่น ดังนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด เป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ดังตาราง 19

ตาราง 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิสเอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าไซด์ครันช์ ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

มัดกล้ามเนื้อ		กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	กล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	กล้ามเนื้อ อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	กล้ามเนื้อ อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
	X	40.025	52.435	24.575	30.160
กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	40.025	-	-12.410	15.450*	9.865
กล้ามเนื้อเอกซ์เทอ นอลออบบลิค	52.435		-	27.860*	24.275*
อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	24.575			-	-5.585
อีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	30.160				-

*p < .05

จากตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอลออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค สูงกว่า กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส กล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) และกล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) ตามลำดับ

ตาราง 20 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอกซ์เทนชัน
ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	19	5318.989	279.947		
ภายในสมาชิก	60	20761.112	5451.44		
มัดกล้ามเนื้อ	3	16109.500	5369.833	65.801*	.000***
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และมัดกล้ามเนื้อ	57	4651.612	81.607		
รวม	79	26080.101	5731.387		

*p < .05

จากตาราง 20 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล
ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอกซ์เทนชัน
ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า
กล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งมีการทำงานแตกต่างไปจากกล้ามเนื้อมัดอื่น ดังนั้นจึงทำการทดสอบความ
แตกต่างของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด เป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)
ดังตาราง 21

ตาราง 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในแบคเอกซ์เทนชั่น ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

มัดกล้ามเนื้อ		กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	กล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	กล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	กล้ามเนื้อ อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)
	$\bar{X}$	14.380	11.150	42.005	40.010
กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	14.380	-	3.250	27.625*	25.630*
กล้ามเนื้อเอกซ์เทอ นอลออบบลิค	11.150		-	30.875*	28.880*
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก)	42.005			-	1.995
อีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว)	40.010				-

*p < .05

จากตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอลออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) สูงกว่า กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค ตามลำดับ

ตาราง 22 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค
อิเรคเตอร์สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าซูปายันน์บริดจ์
ขณะออกกำลังกายด้วย ลูกบอล โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำชนิดมิติเดียว

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างสมาชิก	19	4065.310	213.964		
ภายในสมาชิก	60	13030.151	2977.733		
มัดกล้ามเนื้อ	3	8705.589	2901.863	38.248*	.000***
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกและ มัดกล้ามเนื้อ	57	4324.562	75.870		
รวม	79	17095.461	3191.697		

*p < .05

จากตาราง 22 การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าซูปายันน์บริดจ์ ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า กล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งมีการทำงานแตกต่างไปจากกล้ามเนื้อมัดอื่น ดังนั้นจึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด เป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ดังตาราง 23

ตาราง 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก)และ อีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าซูปพายนันบริดจ์ ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกบอล โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

มัดกล้ามเนื้อ		กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	กล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค	กล้ามเนื้อ อีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก)	กล้ามเนื้อ อีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว)
	$\bar{X}$	12.710	10.106	32.385	31.990
กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส	12.710	-	2.605	19.675*	19.280*
กล้ามเนื้อเอกซ์เทอ นอลออบบลิค	10.106		-	22.280*	21.885*
อีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก)	32.385			-	.395
อีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว)	31.990				-

*p < .05

จากตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอลออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก) สูงกว่ากล้ามเนื้ออีเรเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว)กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาลักษณะการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล
2. เปรียบเทียบลักษณะการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล

สมมุติฐานในการวิจัย

การทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และด้วยลูกบอล มีความแตกต่างกัน

วิธีการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตชายในระดับอุดมศึกษา ชั้นปี 3 และปีที่ 4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ โดยคัดเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 20 คน โดยกลุ่มตัวอย่างผ่านการคัดเลือกดังนี้

1. จากแบบสอบถาม (ภาคผนวก ง)
2. มีประสบการณ์การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว
3. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อลำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกายด้วย ม้านั่ง และลูกบอล
4. เป็นผู้ที่ได้ลงนามในหนังสือแสดงความยินยอม (ภาคผนวก ค)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (รุ่น ME3000P) และโปรแกรมวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG Analysis, Muscle Tester Me3000P Version 1.2) บริษัท Mega Electronics ประเทศฟินแลนด์
2. ขั้วรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าชนิดผิว (Surface Electrode) บริษัท Medicotest ประเทศเดนมาร์ก ซึ่งสร้างจากโลหะซิลเวอร์ (Ag) และสารละลายซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl)
3. เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อและอุปกรณ์ (Electrical Stimulator รุ่น Phyaaction 300)
4. สำลี แอลกอฮอล์ และกระดาษกาว
5. ลูกบอล
6. ม้านั่ง
7. โกลิโอมิเตอร์

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อหา

1. คำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอลโดยใช้สถิติแบบ ที (Paired Samples t-test)
3. วิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวในแต่ท่าขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One - Way Analysis of Variance for Repeated Measures) ทดสอบความความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. หากพบค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล ทั้ง 4 มัดกล้ามเนื้อ โดยใช้วิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. จากการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ขณะออกกำลังกายด้วย ม้านั่ง และลูกบอล ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วย ม้านั่ง และลูกบอล พบว่า ค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดในการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล ทั้ง 6 ท่าในแต่ละมัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นท่าแพลงค์ กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ไม่มีความแตกต่างกันในการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล และท่าซูปพายน์บริดจ์ กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) ไม่มีความแตกต่างกันในการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวในแต่ละท่าขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล พบว่า

2.1 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแพลงค์

2.1.1 ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เรคตัสแอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และอิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2.1.2 ขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอลออบบลิค กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และ กล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอลออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้อ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากผลการวิจัยทำให้ทราบว่ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดในท่าแพลงค์ มีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยจะเห็นว่าการออกกำลังกายด้วยลูกบอล มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายด้วยลูกบอล ในท่าแพลงค์สามารถ เพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อได้ดีกว่า การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง

2.2 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าครันช์

2.2.1 ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่งพบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อ เอกซ์เทอนอล ออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2.5 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอปโดมินิส เอกซ์เทนซอล ออบบลิค อีเรคเตอร์
สไปยาเน่ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สไปยาเน่ (ส่วนเอว) ในท่าแบคเอกซ์เทนชัน

2.5.1 ขณะออกกำลังกายด้วยม้าหนึ่ง พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และอิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอคซิทอนอล ออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2.5.2 ขณะออกกำลังกาย ด้วยลูกลบอลล พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สปายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากผลการวิจัยทำให้ทราบว่ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดในท่าแบคเอกซ์เทนชัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยจะเห็นว่าการออกกำลังกายด้วยลูกบอล มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายด้วยลูกบอล ในท่าแบคเอกซ์เทนชัน สามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อได้ดีกว่า การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง

2.6 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอปโดมินิส เอกซ์ทอนอล ออบบลิค อิเรคเตอร์
สพายเน่ (ส่วนนอก) และ อิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) ในท่าซูปายนับริตจ์

2.6.1 ขณะออกกำลังกายด้วยมานั่ง พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) และอิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้อเอกซ์เทอนอล ออบบลิค แตกต่างกับกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนนอก) กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ส่วนเอว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2.6.2 ขณะออกกำลังกายด้วย ลูกบอล พบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
เรคตัส แอบโดมินิส แตกต่างกับกล้ามเนื้ออวัยวะอื่นๆ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออวัยวะ
อื่นๆ (ส่วนใน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และกล้ามเนื้ออกซี่ทอนอลออบบลิค
แตกต่างกับกล้ามเนื้ออวัยวะอื่นๆ (ส่วนนอก) และกล้ามเนื้ออวัยวะอื่นๆ (ส่วนใน)
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากผลการวิจัยทำให้ทราบว่ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดในท่าซุปรพายน์บริตจ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยจะเห็นว่าการออกกำลังกายด้วยลูกบอล มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายด้วยลูกบอล ในท่าซุปรพายน์บริตจ์ สามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อได้ดีกว่า การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง

อภิปรายผล

จากการศึกษาเพื่อวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สไปนเ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สไปนเ (ส่วนเอว) ขณะออกกำลังกายด้วย ม้านั่ง และลูกบอล พบว่า ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแต่ละมัด ทั้ง 4 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 4 ท่า ยกเว้นท่าแพลงค์ และท่าซูปายาน์บริตจ์ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแตกต่างกัน 3 มัด ท่าแพลงค์ กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สไปนเ (ส่วนเอว) ไม่มีความแตกต่างกันขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล ท่าซูปายาน์บริตจ์ กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สไปนเ (ส่วนนอก) ไม่มีความแตกต่างกันขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล ส่วนการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในแต่ละท่านั้น พบว่า คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุก ๆ ท่า ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการอภิปรายผลการทดลองออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อลำตัว ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล
2. คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อลำตัว ขณะออกกำลังกายในแต่ละท่า

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อลำตัว ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล

จากการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัว ขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล พบว่า ค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด ซึ่งประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอ็กซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สไปนเ (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สไปนเ (ส่วนเอว) ในการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอลทั้ง 6 ท่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งหมด 4 ท่า ยกเว้น ท่าแพลงค์ และท่าซูปายาน์บริตจ์ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแตกต่างกัน 3 มัด ท่าแพลงค์ กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สไปนเ (ส่วนเอว) ไม่มีความแตกต่างกันขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล ท่าซูปายาน์บริตจ์ กล้ามเนื้ออีเรคเตอร์ สไปนเ (ส่วนนอก) ไม่มีความแตกต่างกันขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล ซึ่งสอดคล้องกับเลห์แมน, โฮดะ; และ โอริเวอร์ (Lehman; Hoda; & Oliver. 2005: Abstract) ได้ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายในท่าบริตจ์แบบนอนคว่ำและนอนหงายบน สวิสบอล จากผลการศึกษา ระหว่างการปฏิบัติท่าโพรอนบริตจ์ โดยใช้ลูกบอลมีผลต่อการเพิ่มการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส และ เอ็กซ์เทอนอลออบบลิค และไม่มีผลต่อ อินเทอนอล ออบบลิค และ อีเรคเตอร์สไปนเ และในการใช้สวิสบอลปฏิบัติท่าซูปายาน์บริตจ์ ไม่มีผลต่อการ ทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวในมัดที่ทำการศึกษา ดังนั้น การใช้สวิสบอลสามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว ในกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส (Rectus Abdominis) และ เอ็กซ์เทอนอลออบบลิค (Exeternal Oblique) ระหว่างการปฏิบัติท่าโพรอนบริตจ์ แต่เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัย ในแต่ละมัด กล้ามเนื้อ พบว่า การออกกำลังกายด้วยลูกบอลมีค่าเฉลี่ยสูง ซึ่งสอดคล้องกับฟิตบอล (ฟิตบอล. 2007: Online) ได้กล่าวว่าลูกบอล ช่วยสร้างความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกาย โดยเฉพาะ กล้ามเนื้อมัดเล็ก การพยายามเกร็งกล้ามเนื้อเพื่อควบคุมให้บอลคงที่ในขณะที่ออกกำลังกาย จะมี

การทำงาน ทั้งกล้ามเนื้อหน้าท้อง ตรงกลางและส่วนล่างของกล้ามเนื้อหลัง และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันอื่น ๆ จะมีการตอบสนองต่อการฝึกมากขึ้นช่วยให้เกิดความสมดุลของร่างกาย ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้อย่างสมบูรณ์ และยังช่วยในเรื่องของความยืดหยุ่นด้วยคุณสมบัติพิเศษของลูกบอลที่มีความยืดหยุ่นขณะที่ถ่ายน้ำหนักกับลูกบอล ต้องควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ จะช่วยเพิ่มความสมดุลของร่างกาย และก็ได้สอดคล้องกับมาร์แชลล์; และเมอร์ฟี (Marshall; & Murphy. 2006: abstract) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการทำงานของกล้ามเนื้อ และการออกแรงขณะออกกำลังกายบนสวิสบอล จากผลการศึกษาพบว่าเกิดการเพิ่มขึ้นในการทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างออกกำลังกายโดยใช้สวิสบอลในการรองรับร่างกาย และในทำนองเดียวกัน เลห์แมน และคนอื่น ๆ (Lehman; et al. 2006: Abstract) ได้ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อไหล่ระหว่างปฏิบัติท่า พูชอัพ (Push Up) บนลูกสวิสบอล จากผลการศึกษาพบว่าการใช้ลูกสวิสบอล สามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับ เบห์ม ; และคนอื่น ๆ (Behm; et al. 2005: Abstract) ได้กล่าวว่า การใช้ลูกบอลทำให้กล้ามเนื้อลำตัวมีการทำงานสูงขึ้น เช่นเดียวกับที่ โมริ (Mori. 2004: Abstract) ได้ศึกษาการใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวัดการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวในระหว่างการออกกำลังกายเพื่อสร้างความแข็งแรงโดยใช้ยิมบอล จากผลการศึกษาลูกบอลสามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวได้

ดังนั้นจากผลการศึกษาจึงแสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายด้วยลูกบอลจะช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อลำตัวได้ดีกว่า การออกกำลังกายด้วยม้านั่ง

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อลำตัว ขณะออกกำลังกายในแต่ละท่า

จากการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อลำตัว ขณะออกกำลังกายในแต่ละท่า พบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดซึ่งประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรเตอร์ สปายเน (ส่วนนอก) และ อีเรเตอร์ สปายเน (ส่วนใน) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้ง 6 ท่า โดยในท่าแพลงค์ ของการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายในท่าแพลงค์ มีการทำงานของกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิสมากที่สุดแสดงว่ากล้ามเนื้อเรคตัสมีการทำงานมากที่สุด ในการปฏิบัติท่าแพลงค์กล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส จะมีการทำงานของกล้ามเนื้อในลักษณะการหดตัวแบบไอโซเมตริก (Isometric) ซึ่งเมื่อดูจากผลการวิจัยจะเห็นว่ากล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิส มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ท่าอื่นเนื่องมาจากการปฏิบัติท่าแพลงค์นั้นต้องเกร็งกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิสอยู่ตลอดเวลาที่ทำการบันทึก ซึ่งต่างจากท่าอื่นที่มีการเกร็งกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิสจากท่าเริ่มต้นจนถึงจุดสูงสุดของการยกลำตัวซึ่งจะสั้นกว่าการปฏิบัติท่าแพลงค์ ซึ่งสอดคล้องกับที่ โมริ (Mori. 2004: Abstract) ได้ศึกษาการใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวัดการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวในระหว่างการออกกำลังกายเพื่อสร้างความแข็งแรงโดยใช้ยิมบอล ในการปฏิบัติท่าพูชอัพโดยใช้แขนทั้งสองข้างวางบนยิมบอล และวางปลายเท้าบนพื้นในท่านอนคว่ำจะเกิดการออกกำลังกายที่กล้ามเนื้อหน้าท้องในระดับสูง

ท่า ครันช์ เมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายในท่าครันช์ มีการทำงานของกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิสมากที่สุดแสดงว่าการทำงานของกล้ามเนื้อแอบโดมินิสมากที่สุด ในการปฏิบัติท่าครันช์ กล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิสจะทำหน้าที่หลัก (Agonist) โดยทำงานในลักษณะที่มีการหดตัวแบบหดสั้นเข้า (Concentric Contraction) ในขณะเดียวกันกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ (ลัมบาร์ รีเจียน) ก็จะทำหน้าที่ตรงกันข้าม (Antagonist) ซึ่งก็สอดคล้องกับ เวเรส-การ์เซีย; และคนอื่น ๆ (Vera-Garcia; et al. 2006: Abstract) ได้ศึกษาการตอบสนองของกล้ามเนื้อลำตัวระหว่างปฏิบัติท่า เคิร์ลอัพ ใน 2 สถานะ ที่มีการทรงตัวและไม่มีการทรงตัว ผลการศึกษา การปฏิบัติท่าเคิร์ลอัพบนอุปกรณ์ที่มีการทรงตัว จะเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัว โดยกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิสมีการทำงานคิดเป็น 21% ของการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด และกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอลออบบลิค มีการทำงานคิดเป็น 5% ของการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการปฏิบัติท่าเคิร์ลอัพที่ร่างกายส่วนบนอยู่บนลูกบอล โดยกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิสมีการทำงานคิดเป็น 35% ของการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด และกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอลออบบลิค มีการทำงานคิดเป็น 10% ของการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด

ท่า ไซด์แฟลงค์ เมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายในท่าไซด์แฟลงค์ มีการทำงานของกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมากที่สุด แสดงว่าการทำงานของกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมากที่สุด การปฏิบัติท่าไซด์แฟลงค์ กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคจะมีทำงานในลักษณะการหดตัวแบบไอโซเมตริก (Isometric)

ท่า ไซด์ครันช์ ซึ่งเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายในท่าไซด์ครันช์ มีการทำงานของกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมากที่สุด แสดงว่าการทำงานของกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคมากที่สุด ในการปฏิบัติท่าไซด์ครันช์กล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคจะทำหน้าที่หลัก (Agonist) โดยทำงานในลักษณะที่มีการหดตัวแบบหดสั้นเข้า (Concentric Contraction) ในขณะเดียวกันกล้ามเนื้อเอ็กซ์เทอนอล ออบบลิคในด้านตรงข้าม ก็จะทำหน้าที่ตรงกันข้าม (Antagonist)

ท่า แบคเอ็กซ์เทนชันเมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายในท่าแบคเอ็กซ์เทนชัน มีการทำงานของกล้ามเนื้อ อิเรคเตอร์ สพายเน่ มากที่สุด แสดงว่าการทำงานของกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ มากที่สุด ในการปฏิบัติท่าแบคเอ็กซ์เทนชันกล้ามเนื้อ อิเรคเตอร์ สพายเน่ จะทำหน้าที่หลัก (Agonist) โดยทำงานในลักษณะที่มีการหดตัวแบบหดสั้นเข้า (Concentric Contraction) ในขณะเดียวกันกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิสจะทำหน้าที่ตรงกันข้าม (Antagonist)

ท่า ชูพพายน์บริดจ์เมื่อดูจากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อชี้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายในท่าชูพพายน์บริดจ์มีการทำงานของกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ มากที่สุด แสดงว่าการทำงานของกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ มากที่สุด ในการปฏิบัติท่าชูพพายน์บริดจ์กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์ สพายเน่ จะทำหน้าที่หลัก (Agonist) โดยทำงานในลักษณะที่มีการหดตัวแบบหดสั้นเข้า (Concentric Contraction) ในขณะเดียวกันกล้ามเนื้อเรคตัสแอบโดมินิสจะทำหน้าที่ตรงกันข้าม (Antagonist)

จากผลการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล สรุปได้ว่า การออกกำลังกายด้วยลูกบอลจะช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวได้ดีกว่าการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง ดังนั้นถ้าต้องการเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อหน้าท้องก็ควรจะทำท่าแพลงค์ หรือท่าครันช์ และควรปฏิบัติบนลูกบอล เพราะมีการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องสูง แต่ถ้าต้องการพัฒนาหรือเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านข้างลำตัวก็ควรจะทำไซด์แพลงค์ หรือท่าไซด์ครันช์ และควรปฏิบัติบนลูกบอล เพราะมีการทำงานของกล้ามเนื้อด้านข้างลำตัวสูง หรือถ้าต้องการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังก็ควรจะทำแบคเอกซ์เทนชัน กับท่าซูพายน์บริดจ์ และควรปฏิบัติบนลูกบอล เพราะว่ามีการทำงานของกล้ามเนื้อหลังสูง ด้วยเช่นกัน

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่า คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลำตัวขณะออกกำลังกายด้วยม้านั่ง และลูกบอล แตกต่างกันโดยลูกบอลจะมีค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวที่สูงกว่า แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายด้วยลูกบอลเป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมแก่การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว ดังนั้นจึงสมควรที่จะมีการกำหนดรูปแบบการออกกำลังกายด้วยลูกบอลเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อลำตัวสำหรับผู้ที่ต้องการเสริมสร้างกลุ่มกล้ามเนื้อดังกล่าว นอกจากนี้การออกกำลังกายด้วยลูกบอลสามารถทำได้ขณะอยู่บ้าน เหมือนกับที่ฟิตบอล (ฟิตบอล. 2007: Online) แนะนำให้ใช้ลูกบอลมารองนั่งอ่านหนังสือ หรือดูทีวีแทนเก้าอี้ ขณะเดียวกันก็เก็บหน้าท้อง นั่งหลังตรงพยายามควบคุมบอลให้หนึ่งประมาณวันละประมาณ 30 นาที และยังมีข้อดีในเรื่องการลดแรงกระแทก หากเล่นลูกบอลก่อนการออกกำลังกายอย่างอื่น จะมีการเผาผลาญพลังงานมากขึ้นเท่าตัว แล้วคนที่มีอายุมาก ๆ ก็เล่นได้ (ลูกบอลเพื่อสุขภาพ. 2007: Online)

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวในการออกกำลังกายในอุปกรณ์แบบอื่น ๆ
2. ควรทำการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมัดอื่น ๆ ในการออกกำลังกายด้วยม้านั่งและลูกบอล
3. ควรเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ และทำการศึกษาเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวในการออกกำลังกายท่าเดียวกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกพร จันทวร. (2542). การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขน ไหล่ และหลังส่วนบน ในท่า
สแนทช์ของนักกีฬายกน้ำหนักเยาวชน. ปรินซ์นิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์การกีฬา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อุดมสำเนา.
- กรมพลศึกษา. (2542). การพัฒนาวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อเตรียมพร้อมเข้าสู่ศตวรรษที่ 21.
กรุงเทพฯ: กรมพลศึกษา .
- เกริกวิทย์ พงศ์ศรี. (2549). การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขาที่ใช้รองรับน้ำหนักตัว ในการเตะ
ฟุตบอลจากมุมที่แตกต่างกัน. ปรินซ์นิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์การกีฬา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดมสำเนา.
- จินตนาภรณ์ วัฒนธร. (2532). ระบบกล้ามเนื้อ. ภาควิชาสรีรวิทยา
คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ฉัตรศรี เดชะปัญญา; และ สกล พงศกร. (2536). สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ.
(เอกสารประกอบคำสอน). กรุงเทพฯ: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. อุดมสำเนา.
- ชูศักดิ์ เวชแพทย์. (2528). อิเล็กโทรไมโอกราฟี. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะ
แพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชูศักดิ์ เวชแพทย์; และ กัลยา ปาละวิวัฒน์. (2536). สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย.
กรุงเทพฯ: กรมพลศึกษา.
- ณัฐธิดา บังเมฆ. (2547). เปรียบเทียบผลของการวิ่งบนพื้นเรียบและพื้นลาดชัน ที่มีต่อความ
เมื่อยล้าของกล้ามเนื้อขา. ปรินซ์นิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์การกีฬา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดมสำเนา.
- ปรเมท เหมรชตนนท์. (2547). การวิเคราะห์ทางคิเนเมติกส์ แบบ 2 มิติ และคลื่น
ไฟฟ้ากล้ามเนื้อในท่าลันซ์ของนักกีฬาฟันดาบหญิงทีมชาติไทย. ปรินซ์นิพนธ์ วท.ม.
(วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
อุดมสำเนา.
- ฟุตบอล. (2550). ฟุตบอล. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2550, <http://www.sponsor.co.th/intrend/exercise02.asp>
- เรณู พรหมเนตร. (2542). การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสะโพกและขาควบคู่กับการเคลื่อนไหว
2 มิติ ในท่าสแนทช์ของนักกีฬายกน้ำหนักเยาวชน. ปรินซ์นิพนธ์ วท.ม.
(วิทยาศาสตร์การกีฬา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
อุดมสำเนา.

- ลูกบอลเพื่อสุขภาพ. (2550). ลูกบอลเพื่อสุขภาพ. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2550,
from http://www.bangkokhealth.com/healthnews_htdoc/healthnews_detail.asp?Number=9488
- วัฒนา เอียวสวัสดิ์. (2541). คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเมื่อยล้าของพนักงานจับเส้น
ขนมจีนที่นั่งปฏิบัติงานบนเก้าอี้เตี้ยและเก้าอี้สูงกึ่งยืน. ปริญญาณิพนธ์ วท.ม.
(สหศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล. อัดสำเนา.
- สนธยา สีละมาต. (2547). หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. กรุงเทพฯ:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Andrson, KG.; & Behm, DG. (2005, February). *Trunk muscle activity increases with
unstable squat movement*. Retrieved February 10, 2005, from
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list_uids=15855681&itool=iconabstr&query_hl=14
- Basmajian, J. V.; & De Luca, C. J. (1985). *Muscle Alive: Their Function Revealed by
Electromyography*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Behm, DG.; Leonard, AM.; Young, WB.; Bonsey, WB.; & Mackinnon, SN. (2005, Februar).
Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises.
Retrieved February 10, 2005, from
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list_uids=15705034&query_hl=6
- Bench. (2007). *Bench*. Retrieved March 15, 2007, from <http://www.en.wikipedia.org/wiki/bench>
- Brittenham, Dean.; & Brittenham, Greg. (1997). *Stronger abs and back*.
United States of America: Humam Kinetics Books.
- Clarys, J. P.; & Cabri, J. (1993). *Electromyography and The Study of Sports Movement*.
J Sport Sci. (11): 379-448.
- De Luca, C. J. (1997). *The use of surface electromyography in biomechanics*.
J. Appl. Biomech. (13): 135-163
- Fit Ball & Yogalates Modern Exercise. (2550). *Fit Ball & Yogalates Modern Exercise*.
Retrieved March 10, 2005, from http://www.geocities.com/tk_kanchana/fitness.html
- Fit Ball. (2007). *Fit Ball*. Retrieved March 15, 2007, from http://www.medicalworkasia.com/_tps-13/marticle.php?47880
- Flat Utility Benches. (2007). *Flat Utility Benches*. Retrieved March 15, 2007, from
<http://www.fitnessgear101.com/weight-benches/flat-utility-bench.aspx>

- Incline Utility Benches. (2007). *Flat Utility Benches*. Retrieved March 15, 2007, from <http://www.fitnessgear101.com/weight-benches/incline-utility-bench.aspx>
- Lehman, GJ.; Hoda, W.; & Oliver, S. (2005, July). *Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a Swissball*. Retrieved February 10, 2005, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list_uids=16053529&query_hl=1
- Lehman, GJ.; MacMillan, Brandon.; MacIntyre, Ian.; & Chivers, Michael. (2006). *Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball*. Retrieved August 15, 2006, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplu&db=pubmed=Retrieve&do=Abstract&list_uids=16762080
- Marshall, PW.; & Murphy, BA. (2006). *Changes in muscle activity and perceived exertion during exercises performed on a swiss ball*. Retrieved August 15, 2006, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplu&db=pubmed=Retrieve&do=Abstract&list_uids=16900226
- Mori, A. (2004, January-February). *Electromyographic activity of selected trunk muscles during stabilization exercises using a gym ball*. Retrieved February 10, 2005, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list_uids=15008027&query_hl=10
- Konrad Peter. (2005). *The ABC of EMG A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. Noraxon INC.
- Vera-Garcia, FJ.; Grenier, SG.; & McGill, SM. (2006). *Abdominal muscle reponse during curl-ups on both stable and labile surfaces*. Retrieved August 15, 2006, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplu&db=pubmed=Retrieve&do=Abstract&list_uids=10842409
- Wilmore, Jack H.; & Costill, David L. (2004). *Physiology of Sport and Exercise*. Illinois: Human Kinetics.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การหาค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด
(Maximum Voluntary Contraction: MVC)

การหาค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximum Voluntary Contraction: MVC)

1. การบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะที่ทดสอบหาค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximum Voluntary Contraction: MVC) ของกล้ามเนื้อเรคตัส แอบโดมินิส เอกซ์เทอนอล ออบบลิค อีเรคเตอร์ สปายเน (ส่วนนอก) และ อีเรคเตอร์ สปายเน (ส่วนใน) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ คือ

1.1 หาจุดมอเตอร์ (Motor point) ของกล้ามเนื้อลำตัวทั้ง 4 มัดของกลุ่มตัวอย่างทุกคน โดยใช้เครื่องกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า

1.2 กำหนดตำแหน่ง และเช็ดทำความสะอาดผิวหนัง บริเวณที่วางขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าชนิด ผิวด้วยสาลีชุบแอลกอฮอล์ แล้วทำการติดขั้วรับสัญญาณชนิดผิว ซึ่งมีส่วนประกอบของโลหะซิลเวอร์ (Ag) และสารละลายซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) ใช้ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าชนิดผิว ซึ่งมีลักษณะเป็น วงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน วางบริเวณกึ่งกลางระหว่างจุด มอเตอร์ กับรอยต่อระหว่างกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อ (Myotendinous Junction) โดยให้จุดศูนย์กลางของขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าห่างกัน 4 เซนติเมตร ส่วนขั้วอ้างอิง (Reference Electrode) ติด บริเวณปุ่มกระดูกที่อยู่ใกล้เคียง ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด

1.3 จัดท่าทางเพื่อทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด ของผู้เข้ารับการทดสอบโดยจัดทำในการทดสอบของกล้ามเนื้อแต่ละมัด ดังนี้

1.3.1 กล้ามเนื้อ เรคตัส แอบโดมินิส จัดทำโดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบอยู่ในท่านอน หายต้งเข้าสองข้างขึ้นแขนทั้งสองข้างเหยียดตรงอยู่ข้างลำตัว ออกแรงยกลำตัวเต็มที่ โดยผู้วิจัยจะ กดปลายเท้าและออกแรงต้านบริเวณหัวไหล่ทั้งสองข้างของผู้เข้ารับการทดสอบ (Konrad. 2005: 32)



2.3.1 กล้ามเนื้อ เอคซ์เทอนอล ออบลิค จัดทำโดยให้ ผู้เข้ารับการทดสอบอยู่ในท่า นอนตะแคงด้านซ้ายโดยให้มือซ้ายวางพาดอยู่บริเวณหน้าอก มือขวาเหยียดตรงออกไปด้านข้างลำตัว ให้ผู้เข้ารับการทดสอบออกแรงยกลำตัวขึ้นเต็มที่ โดยผู้วิจัยจะทำการกดปลายเท้าและสะโพกโดยจะ ออกแรงต้านบริเวณหัวไหล่ขวา (Konrad. 2005: 32)



3.3.2 กล้ามเนื้อ อิเรคเตอร์ สไปนายน์ (ส่วนอก) และ อิเรคเตอร์ สไปนายน์ (ส่วนเอว) จัดทำโดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบอยู่ในท่านอนคว่ำประสานมือทั้งสองข้างไว้ใต้คางออกแรงยกลำตัว และปลายเท้าขึ้นเต็มที่ โดยผู้วิจัยจะออกแรงต้านบริเวณปลายเท้าและหลังส่วนบน (Konrad. 2005: 32)



1.4 บันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ขณะทำการทดสอบการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุดของกล้ามเนื้อ ทั้ง 4 มัด โดยใช้เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ บันทึกแบบต่อเนื่อง (Continupus Mode) และตั้ง ความถี่ของการบันทึก (Sampling Frequency) 1000 เฮิร์ต โดยกลุ่มตัวอย่างจะทำท่าค้างไว้เป็นเวลา 5 วินาที ตามด้วยการพัก 2 นาที ทดสอบจำนวน 3 ครั้ง

1.5 บันทึกค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวสูงสุดในเวลา 1 วินาที ของ กล้ามเนื้อแต่ละมัด และถือเป็นค่าสูงสุดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแต่ละมัด

1.6 เมื่อทดสอบการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดเสร็จแล้ว ให้นำค่าที่ได้จากการทดสอบ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด (Average Maximal EMG) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG Analysis, Muscle Tester ME3000P Version 1.2) โดยแทนค่า สูตรดังนี้

$$\text{ค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ} = \frac{\text{ผลรวมคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่บันทึกได้ในช่วงเวลาที่กำหนด}}{\text{จำนวนคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่บันทึกได้ในช่วงเวลาที่กำหนด}}$$

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยน้ำแข็ง และลูกบอล

1. โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง

ขนาดของม้านั่ง

ม้านั่งมีความสูง ขนาด 50.8 เซนติเมตร

ม้านั่งมีความกว้าง ขนาด 119.38 เซนติเมตร

ม้านั่งมีความยาว ขนาด 55.88 เซนติเมตร

ในการเก็บข้อมูลกระทำโดยการวางม้านั่ง บนพื้นกระเบื้องยาง

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง

ท่าที่ 1 ท่าแพลงค์ (plank) (ภาพประกอบ 13)

ท่าที่ 2 ท่าครันช์ (Crunch) (ภาพประกอบ 14-15)

ท่าที่ 3 ท่าไซด์แพลงค์ (Side Plank) (ภาพประกอบ 16)

ท่าที่ 4 ท่าไซด์ครันช์ (Side Crunch) (ภาพประกอบ 17-18)

ท่าที่ 5 ท่าแบคเอ็กซ์เทนชัน (Back Extension) (ภาพประกอบ 19-20)

ท่าที่ 6 ท่าซูปพายนับริดจ์ (Supine Bridge) (ภาพประกอบ 21-22)

1. ทำการออกกำลังกายด้วยม้านั่ง

ท่าที่ 1 ท่าแพลงค์ (plank)

วิธีทำ

1. นั่งคุกเข่าหันหน้าเข้าหาม้านั่ง
2. โน้มลำตัวไปด้านหน้าตั้งศอก 2 ข้างบนม้านั่ง ระวังอย่าให้ศอกอยู่เลยบริเวณหัวไหล่ทั้ง 2 ข้าง ใช้แขนทั้ง 2 ข้างรองรับน้ำหนักตัว
3. ยกลำตัวขึ้นช้า ๆ ให้ลำตัวเป็นแนวเส้นตรง ระวังอย่าให้หลังแอ่น ปลายนิ้วเท้าทั้ง 2 ข้าง วางอยู่บนพื้น ค้างท่าไว้ 10 วินาที
4. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 13

ท่าที่ 2 ทำครันช์ (Crunch)

วิธีทำ

1. นอนหงายลงบนม้านั่ง แผ่นหลังราบติดกับพื้น พร้อมกับตั้งเข่า 2 ข้างขึ้น มือ 2 ข้างแตะบริเวณหลังไปหูทั้ง 2 ข้าง
2. ยกลำตัวขึ้นช้า ๆ แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น
3. ระวังอย่าใช้มือดันดันคอมาด้านหน้า



ภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 15

ท่าที่ 3 ท่าไซด์แพลงก์ (Side Plank)

วิธีทำ

- 1.คุกเข่าหันลำตัวด้านซ้ายเข้าหาม้านั่ง ตั้งศอกซ้ายลงบนม้านั่ง ระวังอย่าให้ศอกอยู่เลยบริเวณหัวไหล่ด้านซ้าย แขนขวาเหยียดตรงข้างลำตัว
- 2.ใช้แขนซ้ายรองรับน้ำหนักตัว เหยียดปลายเท้าทั้ง 2 ข้างออกไปด้านข้าง ยกลำตัวขึ้นช้า ๆ ให้ลำตัวเป็นแนวเส้นตรง เคาเหยียดตึง ระวังอย่าให้สะโพกแอ่นลง ค้างท่าไว้ 10 วินาที
3. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 16

ท่าที่ 4 ท่าไซด์ครันช์ (Side Crunch)

วิธีทำ

1. นอนตะแครงด้านซ้ายลงบนม้านั่ง ใช้มือ 2 ข้าง ไว้บริเวณหน้าอก ตามองตรงไป
ด้านหน้า
2. ยกลำตัวขึ้นช้า ๆ อย่าไขว่คอกดดันลำตัวยกขึ้น
3. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 18

ท่าที่ 5 ท่าแบคเอ็กซ์เทนชัน (Back Extension) (ดูภาพประกอบ 19-20)

วิธีทำ

1. นอนคว่ำลงบนม้านั่ง มือทั้ง 2 ข้างแตะไว้หลังใบหู ตามองตรงไปด้านหน้า
2. ยกลำตัวขึ้นช้า ๆ แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 20

ท่าที่ 6 ท่าสะพานบริดจ์ (Supine Bridge) (รูปภาพประกอบ 21-22)

วิธีทำ

1. นอนหงายราบลงกับพื้น ยกขา 2 ข้างวางพาดบนม้านั่ง มือ 2 ข้างเหยียดตรงอยู่ข้างลำตัว
2. ยกสะโพกขึ้นช้า ๆ ค้างท่าไว้ 10 วินาที แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 22

2. โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยลูกบอล

ขนาดของลูกบอล

ลูกบอลมีความสูง ขนาด 65 เซนติเมตร ในการเก็บข้อมูลกระทำโดยการวางลูกบอลบนพื้นกระเบื้องยาง

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยลูกบอล

ท่าที่ 1 ท่าแพลงก์ (plank) (ภาพประกอบ 23)

ท่าที่ 2 ท่าครันช์ (Crunch) (ภาพประกอบ 24-25)

ท่าที่ 3 ท่าไซด์แพลงก์ (Side Plank) (ภาพประกอบ 26)

ท่าที่ 4 ท่าไซด์ครันช์ (Side Crunch) (ภาพประกอบ 27-28)

ท่าที่ 5 ท่าแบคเอ็กซ์เทนชัน (Back Extension) (ภาพประกอบ 29-30)

ท่าที่ 6 ท่าซูปพายนับริดจ์ (Supine Bridge) (ภาพประกอบ 31-32)

2. ทำการออกกำลังกายด้วยลูกบอล

ท่าที่ 1 ท่าแพลงค์ (plank)

วิธีทำ

1. นั่งคุกเข่าหันหน้าเข้าหาบอล ตั้งศอกทั้ง 2 ข้างลงบนบอล ระวังอย่าให้ศอกเลยหัวไหล่
2. ใช้แขนทั้ง 2 ข้างรองรับน้ำหนักตัว เหยียดปลายเท้าทั้ง 2 ข้างออกไปด้านหลัง นิ้วเท้าติดพื้น เข้าทั้ง 2 ข้างเหยียดตรง
3. ยกตัวขึ้นช้า ๆ ให้ลำตัวเป็นแนวเส้นตรง ค้างท่าไว้ 10 วินาที ระวังอย่าให้บอลเคลื่อนที่ อย่าโก่งสะโพกขึ้น แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 23

ท่าที่ 2 ทำครันช์ (Crunch)

วิธีทำ

1. นั่งลงบนลูกบอล ฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้างราบลงบนพื้น กางขาออกกว้างประมาณช่วงไหล่ ให้หลังและสะโพกอยู่บนลูกบอล
2. วางมือ 2 ข้างบริเวณหลังใบหูทางศอกออกด้านข้าง
2. ยกตัวขึ้นช้า ๆ จนหลังส่วนบนพ้นจากลูกบอล แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น
3. ระวังอย่าใช้มือดันดันคอด้านหน้า อย่าให้ศอกเคลื่อนที่ขณะปฏิบัติ ไม่ต้องล็อกนิ้วมือทั้งสองข้าง และอย่าให้ลูกบอลเคลื่อนที่



ภาพประกอบ 24



ภาพประกอบ 25

ท่าที่ 3 ท่าไซด์แพลงก์ (Side Plank)

วิธีทำ

- 1.คุกเข่าหันลำตัวด้านซ้ายเข้าหาลูกบอล ตั้งศอกซ้ายลงบนลูกบอล ระวังอย่าให้ศอกอยู่เลยบริเวณหัวไหล่ด้านซ้าย แขนขวาเหยียดตรงข้างลำตัว
2. ใช้แขนซ้ายรองรับน้ำหนักตัว เหยียดปลายเท้าทั้ง 2 ข้างออกไปด้านข้าง ยกลำตัวขึ้นช้า ๆ ให้ลำตัวเป็นแนวเส้นตรง เข่าเหยียดตึง ระวังอย่าให้สะโพกแอ่นขึ้น หรือโก่งลำตัวไปด้านหลัง ค้างท่าไว้ 10 วินาที
3. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 26

ท่าที่ 4 ท่าไซด์ครันช์ (Side Crunch)

วิธีทำ

1. นอนตะแคงด้านซ้ายลงบนลูกบอล ให้บริเวณสะโพกอยู่บนลูกบอล ใช้มือ 2 ข้าง ไขว้บริเวณหน้าอก ตามองตรงไปด้านหน้า
2. ปลายเท้า 2 ข้างติดพื้น ทางออกกว้างประมาณช่วงไหล่ งอเข่าเล็กน้อย
2. ยกตัวขึ้นช้า ๆ ศอกขวาอยู่ด้านหน้า ระวังอย่าให้บอลเคลื่อนที่
3. กลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 27



ภาพประกอบ 28

ท่าที่ 5 ท่าแบคเอ็กซ์เทนชัน (Back Extension)

วิธีทำ

1. นอนคว่ำลงให้บริเวณท้องอยู่บนลูกบอล กางขากว้างเท่ากับช่วงไหล่ งอเข่าเล็กน้อย ปลายเท้าทั้ง 2 ข้างติดพื้น
2. วางมือทั้ง 2 ข้างไว้หลังใบหู ศอกกางออกข้างลำตัว ไม่ต้องล็อกนิ้วมือ
3. ยกลำตัวขึ้นช้า ๆ แล้วให้สะโพกและหลังเป็นแนวเส้นตรง ระวังอย่าให้ลูกบอลเคลื่อนที่ แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 29



ภาพประกอบ 30

ท่าที่ 6 ท่าซูปพายน์บริดจ์ (Supine Bridge)

วิธีทำ

1. นอนหงายราบลงกับพื้น ยกขา 2 ข้างวางพาดลงบนลูกบอล มือ 2 ข้างเหยียดตรงอยู่ข้างลำตัว
2. ยกสะโพกขึ้นช้า ๆ ให้หลังและสะโพกเป็นแนวตรง กดฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้างลงบนลูกบอล ค้างท่าไว้ 10 วินาที แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น



ภาพประกอบ 31



ภาพประกอบ 32

ภาคผนวก ค
หนังสือแสดงความยินยอม

หนังสือแสดงความยินยอม

ข้าพเจ้า นางสาวสุริสา โกษา นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา : การเป็นผู้ฝึกกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีความสนใจจะศึกษา การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลำตัวระหว่างการออกกำลังกายด้วยม้าและลูกบอล โดยข้าพเจ้าจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงระหว่างวันที่ 15 สิงหาคม 2549 ถึง 15 กันยายน 2549 ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ภายในอาคารศูนย์กีฬาสิริธร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ท่านผู้เข้ารับการทดสอบจะปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ของการทดสอบ ตามที่ผู้วิจัยออกแบบไว้ ชื่อ นามสกุล รวมถึงข้อมูลส่วนตัวของท่านจะถูกปกปิดเป็นความลับ ซึ่งในการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ ข้าพเจ้าคิดว่าไม่มีความเสี่ยงใด ๆ กับสุขภาพของท่าน ในช่วงระหว่างที่ข้าพเจ้าทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ท่านสามารถขอข้อมูลของท่านได้และสามารถถอนตัว จากการเข้าร่วมการวิจัยได้ตลอดเวลา แม้ว่าการวิจัยครั้งนี้จะยังไม่เสร็จสิ้นก็ตาม

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการทำวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา และข้าพเจ้าจะนำเสนอเผยแพร่ข้อมูลในรูปของบทความ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีความสนใจศึกษาในเรื่องนี้ต่อไป หากท่านมีความสนใจที่จะเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ กรุณาลงลายมือชื่อแสดงความยินยอมบริเวณใต้ข้อความนี้ และหากมีข้อสงสัยประการใดเกี่ยวกับการวิจัยครั้งนี้ กรุณาติดต่อข้าพเจ้าโดยตรงที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ หรือที่โทรศัพท์หมายเลข 086-038-3391 หรือส่งอิเล็กทรอนิกส์เมลล์ (e-mail) มาที่ s_ur_isa@hotmail.com

ข้าพเจ้าขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ที่กรุณาให้ความร่วมมือ เข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้

ลงชื่อผู้เข้าร่วมการวิจัย.....
 (ชื่อตัวบรรจง.....)
 หมายเลขโทรศัพท์.....วันที่.....
 เวลาที่สะดวกต่อการติดต่อ.....
 ลงชื่อผู้ทำการวิจัย.....

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามการประเมินผู้เข้าร่วมวิจัย

แบบประเมินการตรวจร่างกาย

ชื่อ.....นามสกุล.....อายุ.....ปี โทรศัพท์.....
 น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

ประวัติส่วนตัว

1. เคยมีประวัติการปวดหลังจนต้องเข้ารับการรักษากายในระยะเวลา ตั้งแต่ 6 เดือน – 1ปี ก่อนเข้าร่วมการทดลอง
เคย
ไม่เคย
2. ท่านเคยได้รับอุบัติเหตุหรือไม่
เคย
ไม่เคย
3. ถ้าท่านเคยได้รับอุบัติเหตุ ท่านได้รับอุบัติเหตุที่ส่วนใด
หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง
ขาตอนบน ขาตอนล่าง
 อื่น ๆ
4. ความรุนแรงทางอุบัติเหตุมีความรุนแรงเพียงใด
น้อย
ปานกลาง
มาก
5. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่
มี
ไม่มี
6. ถ้ามีโรคประจำตัว โรคนั้น คือ.....
7. ท่านออกกำลังกายเป็นประจำหรือไม่
ประจำ
ไม่ประจำ
8. ท่านเคยฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องหรือไม่
เคย
ไม่เคย

9. ท่านเคยฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านข้างลำตัวหรือไม่

.....เคย

.....ไม่เคย

10. ท่านเคยฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังหรือไม่

.....เคย

.....ไม่เคย

11. ท่านออกกำลังกายสัปดาห์ละกี่ครั้ง

..... 1 ครั้ง/สัปดาห์

..... 2 ครั้ง/สัปดาห์

..... 3 ครั้ง/สัปดาห์

..... 4 ครั้ง/สัปดาห์

..... 5 ครั้ง/สัปดาห์

..... 6 ครั้ง/สัปดาห์

..... 7 ครั้ง/สัปดาห์

ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยม้าขี่และลูกบอล

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยม้าและลูกบอล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุกัญญา พานิชเจริญนาม	ภาควิชาพลศึกษา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา สีละมอด	ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร. คุณันต์ พิธพรชัยกุล	ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
นางสาว ศิริรัตน์ พูลเอี่ยม	ผู้จัดการศูนย์สุขภาพ โรงแรมอัมมารีวอเตอร์เกด
นาย เกรียงไกร ตั้งเจริญไพบูลย์	ผู้จัดการศูนย์สุขภาพ ฟิตเนสเฟิร์ส สาขาบางแค

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดขณะออกกำลังกายด้วยลูกบอล

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อใน ท่าแพลงค์

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	240.0	24.9	139.0	30.1	71.0	18.4	74.0	14.9
2	165.0	20.0	181.5	27.9	31.0	7.3	34.0	7.3
3	172.0	21.3	163.5	28.0	81.5	17.6	81.0	20.7
4	225.0	65.2	237.5	29.7	52.5	11.2	55.5	13.2
5	156.0	23.0	101.0	13.2	31.0	5.8	30.0	5.1
6	121.5	68.2	87.0	34.5	17.5	8.5	21.0	12.0
7	17.0	26.9	138.0	43.6	51.0	12.0	52.5	4.1
8	155.0	86.8	91.0	31.9	41.0	14.1	44.0	15.9
9	184.5	23.7	102.0	21.5	40.5	7.1	125.0	10.4
10	199.0	83.4	149.5	32.7	32.0	8.8	34.5	7.5
11	186.6	78.8	197.0	32.0	45.5	25.4	45.0	17.6
12	350.0	75.5	109.0	51.0	45.0	9.0	50.0	20.6
13	171.0	29.6	154.0	29.8	50.5	5.8	30.0	4.5
14	119.5	33.8	197.5	68.9	31.0	10.1	52.0	16.3
15	180.5	58.1	233.0	34.5	36.5	8.0	48.5	9.3
16	205.0	41.3	110.5	51.5	31.5	9.9	36.5	9.1
17	198.0	85.7	149.0	45.7	42.0	14.6	49.0	14.0
18	190.0	76.1	100.0	51.5	31.0	15.6	40.0	15.5
19	201.5	58.2	103.0	28.1	30.0	7.4	35.0	8.9
20	192.0	87.6	191.0	63.3	31.0	8.6	34.0	9.5
X	181.455	53.405	146.700	37.470	41.150	11.260	48.575	11.820
S.D.	61.466	26.000	47.036	14.002	14.981	5.010	23.086	5.041

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อใน ท่าครันช์

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	542.0	56.3	141.0	30.6	47.0	12.2	42.5	8.5
2	252.0	30.6	185.0	28.4	56.0	13.2	35.0	7.5
3	208.0	25.7	171.0	29.3	77.0	16.7	47.5	12.1
4	166.5	48.2	147.0	18.3	67.0	14.3	65.5	15.6
5	299.5	44.1	170.5	22.4	45.0	8.5	54.5	9.4
6	104.0	58.4	79.0	31.3	56.0	27.3	39.0	22.2
7	252.0	39.2	126.5	40.0	69.0	16.3	41.5	17.2
8	154.5	86.5	95.5	33.5	73.0	25.2	55.0	19.9
9	189.0	24.3	97.5	20.5	36.0	6.3	44.5	10.9
10	136.0	57.0	89.0	14.7	38.0	10.4	46.0	10.0
11	122.5	47.5	92.0	14.9	41.0	22.9	45.5	17.8
12	310.0	66.8	121.5	56.9	43.0	8.6	58.0	23.9
13	173.0	30.0	82.0	15.8	37.0	4.2	55.5	8.4
14	560.5	95.1	131.0	45.7	40.0	13.0	42.6	13.3
15	162.0	52.3	143.0	23.7	26.0	5.7	33.0	6.3
16	273.5	55.0	146.0	68.0	86.0	27.1	77.5	19.3
17	136.0	58.8	90.0	27.6	38.0	13.2	46.0	13.1
18	193.0	78.1	170.0	87.6	66.0	33.3	54.0	20.1
19	189.0	54.6	97.0	26.4	44.0	10.9	47.0	12.1
20	154.0	70.1	95.0	31.5	29.0	8.0	35.0	9.8
X̄	228.850	53.930	123.475	33.355	50.700	14.865	48.255	13.870
S.D.	124.464	19.207	34.186	18.684	17.001	8.179	10.838	5.273

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อใน ท่าไซด์แพลงค์

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	242.5	25.1	228.0	49.4	145.5	37.8	243.5	49.1
2	134.0	16.3	109.0	24.4	90.0	21.3	158.0	34.2
3	137.5	17.0	175.5	30.1	85.5	18.5	131.5	33.6
4	100.5	29.1	395.5	49.4	106.0	22.6	79.5	18.9
5	184.0	27.1	484.5	63.6	170.5	32.2	225.5	38.9
6	152.0	85.3	152.0	60.3	24.5	11.9	31.0	12.3
7	111.5	17.3	263.5	83.3	110.0	26.0	89.5	37.2
8	161.5	90.4	267.5	94.0	217.5	75.2	78.0	27.4
9	163.0	20.9	238.0	50.2	110.5	19.4	67.5	16.6
10	162.0	67.9	199.5	33.1	74.5	20.5	124.0	27.1
11	137.0	57.9	294.0	47.7	60.5	33.7	110.5	43.2
12	145.0	31.2	122.5	57.3	78.0	15.6	78.0	32.2
13	112.0	19.4	254.0	49.2	128.0	14.8	118.5	18.0
14	200.5	34.0	141.5	49.3	87.0	28.3	132.5	41.5
15	173.0	55.5	314.5	52.1	76.5	16.7	76.5	14.8
16	147.0	54.1	212.0	98.8	94.0	29.6	90.5	22.6
17	162.0	70.0	119.0	36.5	74.0	25.7	124.0	35.4
18	185.0	74.1	124.0	63.9	70.0	85.6	225.0	87.3
19	164.0	17.3	238.0	64.9	110.0	27.3	67.0	17.2
20	161.0	73.3	267.0	88.5	217.0	60.5	78.0	21.9
X	156.750	44.160	229.975	57.300	106.475	31.160	116.425	31.470
S.D.	32.450	25.635	96.217	20.689	49.132	19.960	57.637	16.854

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อใน ท่าไซด์ครันช์

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	203.5	21.1	228.5	49.5	66.0	17.1	112.0	22.6
2	54.0	6.5	129.5	19.9	90.0	21.3	207.5	44.9
3	93.0	11.5	269.5	46.2	133.5	28.9	89.0	22.7
4	143.5	41.5	433.5	54.2	59.0	12.5	67.5	16.1
5	271.5	40.0	429.0	56.3	33.5	6.3	105.5	18.2
6	149.5	83.9	156.0	61.9	40.5	19.7	114.5	65.4
7	135.0	21.0	115.5	36.5	147.5	34.9	59.0	24.5
8	120.0	67.2	124.0	43.5	104.5	36.1	121.0	43.9
9	65.5	8.4	153.0	32.3	92.5	16.2	53.0	13.0
10	139.0	58.2	298.5	49.6	142.5	39.3	156.0	34.2
11	167.5	70.8	236.0	38.3	65.5	36.5	64.5	25.2
12	257.0	55.4	187.0	87.5	72.5	14.5	81.5	33.6
13	149.5	25.9	258.5	50.0	134.5	15.6	118.5	18.0
14	199.0	33.8	179.0	62.4	89.0	29.0	119.0	62.3
15	145.0	46.8	267.5	44.3	110.0	24.1	68.5	13.2
16	117.5	23.7	120.5	56.1	70.0	22.0	51.0	12.7
17	140.0	60.6	298.0	91.4	141.0	49.0	155.0	44.3
18	127.0	50.9	167.0	86.0	33.0	16.6	105.0	40.7
19	65.0	18.7	153.0	41.7	92.0	22.9	54.0	13.8
20	120.0	54.6	124.0	41.1	104.0	29.0	121.0	33.9
X	143.100	40.025	216.375	52.435	91.050	24.575	101.150	30.160
S.D.	56.919	22.474	95.658	18.444	36.321	10.633	40.952	15.971

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ ทำแบบเอกซเทนชัน

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	115.0	11.9	40.5	8.7	158.0	41.0	154.0	31.1
2	275.0	3.3	37.0	5.6	193.0	45.7	198.5	43.0
3	30.0	3.7	33.5	5.7	172.0	37.5	143.5	36.7
4	49.0	14.2	28.0	3.5	132.5	28.2	122.5	29.3
5	70.0	10.3	28.0	3.6	209.0	39.5	186.0	32.1
6	45.0	25.2	58.0	23.0	120.0	58.5	93.5	53.4
7	25.0	3.8	46.0	14.5	194.0	45.9	105.5	43.9
8	75.0	42.0	47.0	16.5	156.0	53.9	146.5	53.1
9	31.0	3.9	32.0	6.7	200.5	35.5	118.0	29.0
10	55.0	23.0	32.0	5.3	134.0	36.9	138.5	30.3
11	41.5	17.5	27.5	4.4	56.0	31.2	68.0	26.6
12	44.0	9.4	73.5	34.4	143.5	28.7	192.0	79.3
13	40.0	6.9	25.0	4.8	190.5	20.9	170.0	25.8
14	53.5	9.1	44.5	15.5	142.5	46.4	128.0	40.1
15	44.0	14.2	45.5	7.5	125.5	27.4	114.5	22.1
16	45.0	9.0	37.0	17.2	217.5	68.6	166.0	41.5
17	56.0	24.2	32.0	9.8	134.0	46.6	138.0	39.4
18	70.0	28.0	28.0	14.4	108.0	54.4	186.0	72.2
19	31.0	8.9	22.0	6.0	200.0	49.8	118.0	30.3
20	42.0	19.1	47.0	15.5	156.0	43.5	146.0	41.0
X	61.850	14.380	38.200	11.130	157.125	42.005	141.650	40.010
S.D.	54.117	10.045	12.472	7.845	40.480	11.800	34.623	14.935

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อใน ท่าซูปพายนับบริดจ์

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	75.5	7.8	75.0	16.2	119.0	30.9	118.5	23.9
2	98.0	11.9	67.5	10.3	73.5	17.4	79.5	17.2
3	46.0	5.7	39.5	6.7	110.5	23.9	183.0	46.8
4	37.0	10.7	37.0	4.6	90.5	19.3	94.0	22.5
5	55.0	8.1	58.0	7.6	156.0	29.5	139.5	24.0
6	28.0	15.7	22.5	8.9	104.0	50.7	101.5	58.0
7	35.0	5.4	30.0	9.4	104.0	32.9	55.5	23.1
8	36.0	20.1	30.0	10.5	105.0	36.3	102.0	37.0
9	37.5	4.8	57.0	12.0	189.0	33.3	117.0	28.7
10	55.0	23.0	28.0	4.6	102.5	28.2	95.0	20.8
11	38.5	16.2	23.0	3.7	39.0	21.7	74.5	29.1
12	41.0	8.8	28.0	13.1	120.5	24.1	145.0	59.9
13	58.0	10.0	24.0	4.6	144.5	16.7	97.5	14.8
14	41.0	6.9	24.5	8.5	127.0	41.4	125.0	39.1
15	58.0	18.7	29.0	4.8	132.0	28.9	105.0	20.3
16	60.0	12.1	37.0	17.2	76.0	23.9	111.0	35.0
17	60.0	25.9	28.0	8.5	102.0	35.4	95.0	27.1
18	50.0	20.0	38.0	25.5	156.0	78.5	139.0	53.9
19	37.0	10.6	57.0	15.5	181.0	45.0	117.0	30.0
20	26.0	11.8	30.0	9.9	105.0	29.7	102.0	28.6
X	48.625	12.710	38.150	10.105	116.850	32.385	109.825	31.990
S.D.	17.137	6.163	15.863	5.387	36.188	14.037	28.012	13.323

ภาคผนวก ช

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดขณะออกกำลังกายด้วยม้าหิ่ง

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดขณะออกกำลังกายด้วยม้าหนัง

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อใน ท่าแพลงค์

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	234.5	24.3	118.0	25.1	61.0	15.8	71.0	14.3
2	150.5	18.3	156.0	23.9	31.0	7.3	25.0	5.4
3	157.5	19.5	157.5	27.0	72.0	15.6	75.0	19.1
4	221	64	200.5	25.0	52.0	11.0	20.5	4.9
5	123	18.1	84.5	11.1	30.0	5.6	27.0	4.6
6	116	65.5	65.5	25.9	12.5	6.0	20.5	11.7
7	144.5	22.4	125.0	39.5	45.0	10.6	46.0	19.1
8	146.5	82	86.0	30.2	38.0	13.1	40.5	14.7
9	182.5	23.4	91.5	19.3	39.5	6.9	41.0	10.0
10	198	83	148.5	24.6	27.0	7.4	28.0	6.1
11	172.5	72.9	175.5	28.5	45.0	25.1	35.5	23.8
12	330.5	71.3	83.5	39.1	41.0	8.2	39.0	16.1
13	170	29.4	137.0	26.5	37.5	4.3	28.0	4.2
14	112	19	166.5	58.1	30.5	9.9	49.0	15.3
15	174	56.2	204.5	33.9	32.0	7.0	48.0	9.2
16	175	35.5	109.0	50.8	22.0	6.9	30.0	7.5
17	125	54.1	148.0	45.3	31.0	10.7	48.0	13.7
18	123	49.2	84.0	43.2	31.0	15.6	32.0	12.4
19	182	52.6	91.0	24.8	29.0	7.2	31.0	7.9
20	186	84.7	156.0	51.7	21.0	5.8	30.0	8.4
X	171.200	47.270	129.400	32.675	36.400	10.000	38.250	11.420
S.D.	50.441	24.412	41.547	12.141	13.840	4.998	14.831	5.539

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อใน ท่าครันช์

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	125.0	12.9	21.0	26.2	36.5	9.4	34.5	6.9
2	213.0	25.9	156.5	24.0	36.5	8.6	32.0	6.9
3	159.5	19.7	164.0	28.1	54.5	11.8	29.0	7.4
4	151.0	43.7	115.5	14.4	44.0	9.3	53.5	12.6
5	194.0	28.6	144.5	18.9	32.0	6.0	47.0	8.1
6	95.0	53.3	77.0	30.5	45.0	21.9	31.0	17.7
7	147.0	22.8	114.0	36.0	56.0	13.2	36.0	15.0
8	147.5	82.6	75.5	26.5	49.0	16.9	46.5	16.8
9	164.0	21.0	88.0	18.5	34.0	5.9	36.5	9.2
10	119.0	49.8	83.0	13.7	33.0	9.1	4.1	8.9
11	97.5	41.2	72.0	11.6	37.0	20.6	4.2	16.4
12	218.5	47.1	100.0	46.8	39.0	7.8	36.5	15.0
13	101.5	17.8	76.0	14.7	32.0	3.7	48.0	7.3
14	313.0	53.1	122.5	42.7	31.0	10.1	28.0	8.7
15	148.5	47.9	99.0	16.4	25.0	5.4	32.0	6.1
16	187.0	37.7	138.0	64.3	77.0	24.2	72.0	18.0
17	120.0	51.9	80.0	24.5	33.0	11.4	40.0	11.4
18	189.0	75.7	144.0	74.2	56.0	28.2	37.0	14.3
19	164.0	65.7	88.0	24.0	34.0	8.4	39.0	10.0
20	147.0	66.9	95.0	31.5	28.0	7.8	29.0	8.1
X	160.050	43.265	102.675	29.375	40.625	11.985	35.790	11.240
S.D.	50.869	20.005	34.929	16.637	12.540	6.807	14.961	4.079

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อใน ท่าไซด์แพลงค์

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	189.0	19.6	191.5	41.4	123.0	31.9	145.5	29.3
2	133.0	16.1	155.5	23.9	51.5	12.2	90.0	19.5
3	128.5	15.8	136.5	23.4	42.0	9.1	85.5	21.8
4	91.5	26.5	243.0	30.4	75.5	16.1	75.5	18.0
5	129.5	19.1	290.5	38.1	140.5	26.6	170.5	29.4
6	150.0	84.2	139.5	55.3	13.0	6.3	24.5	9.7
7	97.5	15.1	239.0	75.6	98.0	23.1	48.0	20.0
8	116.0	64.9	225.5	79.2	160.5	55.5	60.5	21.9
9	142.0	18.2	150.0	31.6	106.0	18.6	60.0	14.7
10	138.0	57.8	194.0	24.7	27.5	7.5	74.5	16.3
11	128.0	54.1	166.0	26.9	43.0	24.0	60.5	23.6
12	136.0	29.3	106.0	49.6	62.5	12.5	62.5	25.8
13	80.5	14.1	227.0	43.9	81.5	9.4	81.5	12.4
14	182.0	30.9	108.0	37.6	83.5	27.2	83.5	26.1
15	167.5	29.9	222.5	36.8	53.5	11.7	58.5	11.3
16	109.5	59.7	199.0	92.9	76.0	23.9	76.0	19.0
17	138.0	27.8	104.0	31.9	67.0	23.3	74.0	21.1
18	129.0	51.7	119.0	61.3	140.0	70.5	170.0	66.0
19	142.0	41.0	150.0	40.9	106.0	26.4	60.0	15.4
20	116.0	52.8	125.0	41.4	160.0	44.6	60.0	16.8
X	132.175	36.430	174.575	44.340	85.525	24.020	81.050	21.905
S.D.	27.305	20.430	53.879	19.485	43.013	16.544	38.140	11.761

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อใน ท่าไซด์ครันช์

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	156.0	16.2	118.0	25.5	63.0	16.3	74.0	14.9
2	12.5	1.5	124.0	19.0	74.5	17.6	168.5	36.5
3	56.5	7.0	133.0	22.8	113.5	24.6	65.0	16.6
4	54.0	15.6	222.0	27.7	58.0	12.3	46.5	11.1
5	203.0	29.9	267.0	35.0	18.5	3.5	87.0	15.0
6	58.0	32.5	105.0	41.6	37.5	18.2	97.5	55.7
7	107.5	16.7	87.0	27.5	124.5	29.4	47.0	19.5
8	81.5	45.6	101.0	35.5	82.5	28.5	90.0	32.6
9	52.5	6.7	152.0	32.1	51.0	8.9	41.0	10.0
10	134.0	56.1	169.0	28.0	70.0	19.3	99.0	21.7
11	150.0	63.4	115.0	18.6	62.5	34.9	48.5	18.9
12	198.0	42.7	152.0	71.1	56.5	11.3	63.0	26.0
13	93.5	16.4	144.5	28.0	103.0	11.9	89.0	13.5
14	174.0	29.5	134.0	46.7	37.5	12.2	94.5	29.6
15	122.0	39.4	217.5	36.0	69.0	15.1	55.0	10.6
16	98.5	19.8	116.0	54.0	39.0	12.3	43.0	10.7
17	134.0	58.0	170.0	52.1	60.0	20.8	100.0	28.6
18	116.0	46.4	129.0	66.4	18.0	9.0	97.0	37.6
19	57.0	16.4	152.0	41.4	71.0	17.6	51.0	13.1
20	82.0	37.3	102.0	33.8	82.0	22.8	90.0	25.2
X	107.025	29.855	145.500	37.140	64.575	17.325	77.325	22.370
S.D.	52.159	18.259	45.649	14.609	28.104	7.811	30.517	11.794

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ ทำแบบเอกซเทนชัน

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	92.0	9.5	36.0	7.8	118.5	30.8	140.0	28.3
2	13.5	1.6	29.5	4.5	135.0	31.9	162.5	35.2
3	24.5	2.9	25.0	4.2	161.0	34.9	113.0	28.9
4	38.0	11.0	25.0	3.1	66.5	14.1	90.0	21.5
5	38.5	5.6	22.0	2.8	194.5	36.8	144.5	24.9
6	43.0	24.1	34.0	13.4	97.0	47.3	76.5	43.7
7	23.0	3.5	31.5	9.9	144.5	34.2	97.5	40.1
8	62.5	35.0	36.0	12.6	98.0	33.9	128.0	46.4
9	27.5	3.5	31.0	6.5	153.5	27.0	99.5	24.4
10	45.0	18.8	25.0	4.1	88.0	24.2	109.0	23.9
11	40.5	17.1	24.0	3.8	42.5	23.7	50.0	19.5
12	35.5	7.6	17.5	22.2	121.0	24.2	154.0	63.6
13	38.5	6.6	22.5	4.3	154.0	17.8	152.0	23.1
14	23.5	3.9	37.0	12.9	109.5	35.7	102.5	32.1
15	35.0	11.3	45.0	7.4	95.5	20.9	95.5	18.4
16	45.0	9.0	24.5	11.4	153.5	48.4	139.0	34.7
17	45.0	19.4	25.0	7.6	108.0	37.5	129.0	36.9
18	38.0	15.2	22.0	11.3	94.0	47.8	145.0	56.3
19	27.0	7.8	21.0	5.7	153.0	38.1	97.0	24.9
20	37.0	16.8	26.0	8.6	109.5	30.5	128.0	35.9
X	38.625	11.510	27.975	8.205	119.850	31.985	117.625	33.135
S.D.	16.467	8.447	6.833	4.778	36.342	9.564	29.283	12.157

ตารางแสดงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อใน ท่าซูปพายนับบริดจ์

ID	RA	%MVC	EO	%MVC	EST	%MVC	ESL	%MVC
1	64.5	6.7	74.5	16.1	114.0	29.6	114.0	23.0
2	67.5	8.2	65.0	9.9	33.5	7.9	51.0	11.0
3	39.5	4.8	31.0	5.3	67.0	14.5	170.0	43.4
4	37.0	10.7	31.0	3.8	75.5	16.1	82.5	19.7
5	51.0	7.5	54.0	7.0	148.5	28.1	96.5	16.6
6	22.5	12.6	21.0	8.3	83.5	40.7	93.0	53.1
7	27.0	4.2	27.0	8.5	93.5	22.1	52.5	21.8
8	25.0	14.0	25.0	8.7	101.0	34.9	94.0	34.1
9	28.5	3.6	37.5	7.9	161.0	28.3	113.0	27.7
10	42.0	17.6	21.0	3.4	99.0	27.3	64.0	14.0
11	33.0	13.9	22.0	3.5	35.5	19.8	61.0	23.8
12	38.0	8.1	23.5	11.0	114.0	22.8	135.0	55.7
13	55.0	9.5	20.5	3.9	139.5	16.1	93.0	14.1
14	31.0	5.2	22.0	7.6	93.0	30.3	107.5	33.6
15	57.0	18.4	28.0	4.6	120.0	26.3	95.5	18.4
16	51.0	10.2	35.0	16.3	145.0	45.7	96.0	24.0
17	52.0	22.5	22.0	6.7	90.0	31.3	84.0	24.0
18	48.0	19.2	34.0	22.8	148.0	74.5	129.0	50.0
19	28.0	8.0	47.0	12.8	161.0	40.0	113.0	29.0
20	25.0	11.3	25.0	8.2	102.0	28.4	95.0	26.6
X	41.125	10.810	33.300	8.815	106.225	29.235	96.975	28.180
S.D.	13.848	5.376	15.391	4.996	37.305	14.177	28.669	13.122

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสุริสา โกษา
วัน เดือน ปีเกิด	20 มีนาคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	10/6 ม.12 ตำบลบางสมบูรณ์ อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2537	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนวัดพลอยกระจำศรี อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2540	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนองครักษ์ อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2543	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนองครักษ์ อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2547	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2550	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ