ผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย

นายศรัณย์ รุจิธรรมกุล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACUTE EFFECTS OF THREE BENCH PRESS EXERCISES ON ELECTROMYOGARPHIC ACTIVITY AND BLOOD LACTATE CONCENTRATION IN MALE BODYBUILDERS

Mr. Saran Rujithamkul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2016
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย
โดย	นายศรัณย์ รุจิธรรมกุล
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันชัย บุญรอด)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันชัย บุญรอด)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. นงนภัส เจริญพานิช)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. อภิลักษณ์ เทียนทอง)

ศรัณย์ รุจิธรรมกุล : ผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย (ACUTE EFFECTS OF THREE BENCH PRESS EXERCISES ON ELECTROMYOGARPHIC ACTIVITY AND BLOOD LACTATE CONCENTRATION IN MALE BODYBUILDERS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 92 หน้า.

งานวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเพาะกายชายจำนวน 15 คน อายุเฉลี่ย 24.73 ± 4.01 ปี ทำการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน โดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ทั้งหมด 4 เซ็ท เวลาพักระหว่างเซ็ท 60 – 90 วินาที โดยใช้การถ่วงดุลลำดับสัปดาห์ละ 1 ครั้ง วัดค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย และทันทีหลังการออกกำลังกาย ผลการวิจัยพบว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 ของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน แตกต่างกัน คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรียเดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 4 มีค่าน้อยกว่าเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน มากกว่า 10 มิลลิโมล/ลิตร แต่ไม่มีความแตกต่างกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ที่ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ทั้งหมด 4 เซ็ท สามารถนำไปใช้กับการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5778410639 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: ELECTROMYOGRAPHIC ACTIVITY / BLOOD LACTATE CONCENTRATION / Ã Â¸ÂºBENCH PRESS

SARAN RUJITHAMKUL: ACUTE EFFECTS OF THREE BENCH PRESS EXERCISES ON ELECTROMYOGARPHIC ACTIVITY AND BLOOD LACTATE CONCENTRATION IN MALE BODYBUILDERS. ADVISOR: ASST. PROF. CHANINCHAI INTIRAPORN, Ph.D., 92 pp.

The purpose of this study was to examines the acute effect of three bench press exercises on electromyographic activity and blood lactate concentration in male bodybuilders. Fifteen male bodybuilders (age, 24.73 ± 4.01 years) performed weekly barbell, dumbbell, and smith machine bench press exercises 4 sets of 10 RM, rest interval between set 60- 90 seconds, in counter- balance order. Blood lactate concentration were recorded before and immediately after exercises. EMG of pectoralis major, anterior deltoid, triceps brachii, and serratus anterior were recorded during each exercises. The optained data were analyzed in term of means and standard deviations, one-way analysis of variance with repeted measures and multiple comparison by the Bonferroni were also employed for statistical significant. The results of this study was indicated that EMG of pectoralis major, anterior deltoid, triceps brachii and surratus anterior in 4^{th}set significantly lesser ($p < .05$) than 3^{rd}set, 2^{nd}set, and 1^{st}set and blood lactate concentration immediately after exercises were over 10 mmol/l. but the difference did not reach statistical significance. The results showed that bench press exercises by using barbell, dumbbell, and smith machine performed 4 sets of 10 RM can be applied in training for muscle hypertrophy.

Field of Study: Sports Science Student's Signature .....

Academic Year: 2016 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้อันมีค่า ตลอดช่วยให้คำปรึกษาแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อภิลักษณ์ เทียนทอง (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) อาจารย์ ดร. ไวพจน์ จันทร์เสม (สถาบันการพลศึกษา) อาจารย์ ดร. เบญจพล เบญจพลากร (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) และ นางนุจรีย์ โมหะโยดีน (พาวเวอร์เฮ้าส์ยิม กรุงเทพฯ) ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา และพาวเวอร์เฮ้าส์ยิม เดอะ เซนต์ ปิ่นเกล้า ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ รวมถึงอุปกรณ์ในการทำวิจัย และนักกีฬาเพาะกายชายในสังกัดพาวเวอร์เฮ้าส์ยิมที่เข้าร่วมการวิจัยทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พี่น้องร่วมรุ่นวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา ตลอดจนทางครอบครัวที่คอยให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอใช้คำขอบพระคุณแทนคำอวยพร แด่ทุกท่านทั้งที่ได้เอ่ยนามและไม่ได้เอ่ยนาม ที่มีส่วนร่วมทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฑ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฒ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

สมมุติฐานการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 3

คำจำกัดความของการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 4

บทที่ 2 5

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

เอกสารที่เกี่ยวข้อง 5

กีฬาเพาะกาย 6

การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 6

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 8

หลักการวิเคราะห์ภาระงานของกล้ามเนื้อด้วยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ความเข้มข้นของแลคเตท 11
ภาวะเครียดทางเมตาบอลิก 12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
บทที่ 3 22
วิธีดำเนินการวิจัย 22
ผู้เข้าร่วมการวิจัย 22
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 22
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 23
การวิเคราะห์ข้อมูล 25
การพิทักษ์สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 25
บทที่ 4 26
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 26
ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ และน้ำหนักโดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ในท่านอนดันโดยใช้บาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 27
ตอนที่ 2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่ด้วยโดยวิธีการของบอนเฟอโรนี 28
ตอนที่ 3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยหลังการทดลองภายในการระหว่างการทดลองทั้ง 3 กลุ่มการทดลองโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งถ้าพบความแตกต่าง จึงเปรียบเทียบรายคู่ด้วยโดยวิธีการของบอนเฟอโรนี 55
บทที่ 5 63
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 63

หน้า

สรุปผลการวิจัย 63
อภิปรายผลการวิจัย 66
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 67
รายการอ้างอิง 68
ภาคผนวก 71
ภาคผนวก ก 72
หนังสือรับรองจริยธรรม 72
ภาคผนวก ข 76
แบบประเมินผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย 76
ภาคผนวก ค 77
แบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย 77
ภาคผนวก ง 78
แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล 78
ภาคผนวก จ 79
แบบบันทึกผลการวิจัย 79
ภาคผนวก ฉ 81
การหาค่า 1 อาร์เอ็ม ในท่านอนดัน 81
ภาคผนวก ช 83
การทดสอบหาค่าแลคเตทในเลือด 83
ภาคผนวก ซ 84
การวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 84
ภาคผนวก ญ 85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน 85
ภาคผนวก ฎ 88
เครื่องมือที่ใช้ประกอบในการเก็บข้อมูลวิจัย 88
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน 23

ตารางที่ 2 แสดงการถ่วงดุลลำดับของการทดลองทั้ง 3 การทดลอง 24

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ และน้ำหนักโดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม..... 27

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบลเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 28

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 29

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 30

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 31

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายของโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1..... 32

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 33

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1..... 34

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 35

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 36

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1..... 37

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 38

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 39

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 40

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 41

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 42

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1..... 43

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 44

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 45

ตารางที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 46

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 47

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 48

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 ปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 49

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 50

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 51

ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 53

ตารางที่ 30 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 54

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย และหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน 55

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าร้อยละของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน 56

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน โดยใช้ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 57

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน โดยใช้ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ..... 58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 1 แสดงการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันโดยใช้ดัมเบล 7

ภาพที่ 2 แสดงการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันโดยใช้บาร์เบล 7

ภาพที่ 3 แสดงการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันโดยใช้สมิธมะชีน 8

ภาพที่ 4 การปรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากข้อมูลดิบ มาเป็นผลรวมของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 9

ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ขณะออกกำลังกายในท่านอนดันของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และ กล้ามเนื้อไบเซพซ์ บราคิไอ 10

ภาพที่ 6 แสดงภาพเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการตรวจคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 11

ภาพที่ 7 แสดงตารางผลของระดับแลคเตทในเลือด ของผู้เข้าร่วมการทดลอง 17

ภาพที่ 8 แสดงตำแหน่งการติดอิเล็กโทรด 4 จุด 24

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล 59

แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล 60

แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน 61

แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย และหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน 62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จุดประสงค์ของการฝึกด้วยแรงต้านมีสองประการ คือ เพิ่มความแข็งแรง (Strength) และเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) จึงมีนักวิจัยจำนวนมากความพยายามที่จะศึกษาถึงวิธีการฝึก เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดของโปรแกรมการฝึกซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจถึงกลไกการเพิ่มเพิ่มความแข็งแรง และเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Buresh et al., 2009) ในการฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ Schoenfeld (2000) ได้เสนอแนะให้ใช้การฝึกที่จำนวนครั้งปานกลาง ซึ่งทำให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยหน่วยยนต์ (Motor units) ขนาดเล็กของกล้ามเนื้อจะถูกระดมขึ้นมาก่อน เมื่อความหนักเพิ่มมากขึ้น หน่วยยนต์ขนาดใหญ่จะถูกระดมขึ้นจนครบ ทำให้หน่วยยนต์ทั้งหมดถูกระดมมาทำงาน การฝึกด้วยจำนวนครั้งปานกลาง ระหว่าง 8 – 10 ครั้ง จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ (Muscular mass) ต่อมา Schoenfeld (2010) ได้สรุปว่า จากผลการวิจัยในปัจจุบัน ได้แนะนำให้ใช้จำนวนครั้งระหว่าง 6-12 ครั้ง ใช้เวลาพักระหว่างเซ็ท 60-90 วินาที เพื่อที่จะมั่นใจได้ว่า จำนวนหน่วยยนต์ กล้ามเนื้อทั้งหมดถูกระดมมาทำงาน โดยช่วงคอนเซนตริก (Concentric) ใช้ความเร็วปานกลาง (เวลา 1-3 วินาที) และช่วงเอ็คเซนตริก (Eccentric) ใช้ความเร็วที่น้อยลง (เวลา 2-4 วินาที) ซึ่งการเสียหายของกล้ามเนื้อเกิดจากการเพิ่มเวลาตึงตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้มัยโอซินครอสบริดจ์ (Myosin crossbridges) ดึงเส้นใยแอคติน (Actin filaments) ประสานกับเส้นใยมัยโอซิน (Myosin filaments) นานขึ้น จึงทำให้เนื้อเยื่อถูกทำงานมากขึ้น ซึ่งก่อนหน้านี้ Willardson (2007) พบว่า การใช้เวลา 6 สัปดาห์เพื่อการผึกกล้ามเนื้อในการออกแรงยกน้ำหนักอย่างเต็มที่จนกระทั่งไม่สามารถยกได้อีกในแต่ละเซ็ทของการฝึก จะมีผลทำให้กล้ามเนื้อพัฒนาความแข็งแรงและขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อได้มากกว่าการกำหนดจำนวนครั้งของการยกในแต่ละเซ็ทเท่ากัน

Schoenfeld (2010) กล่าวว่า จุดเริ่มต้นของการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่เกิดจากการออกกำลังกาย เกิดขึ้นจาก 3 กระบวนการที่เป็นการตอบสนองต่อการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อในการฝึกด้วยแรงต้าน ได้แก่ ความตึงของกล้ามเนื้อที่เกิดจากภาระงานของการฝึก (Mechanical tension) ความเสียหายของกล้ามเนื้อ (Muscle damage) และตัวกระตุ้นที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร (Metabolic stress) จากการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้าน มีรายงานการวิจัยได้สนับสนุนว่า การออกกำลังกายที่ทำให้เกิดตัวกระตุ้นที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารนี้ เป็นที่ประจักษ์

ว่า มาจากการออกกำลังกายที่เป็นกระบวนการ แอนแอโรบิก ไกลโคไลสิส (Anaerobic glycolysis) ซึ่งมีผลทำให้เกิดสารที่เกิดจากการสันดาป (Metabolites) เช่น แลคเตท (Lactate) ไฮโดรเจนไอออน (Hydrogen ion) อนินทรีย์ ฟอสเฟส (Inorganic phosphate) ครีเอทีน (creatine) และอื่นๆ (Tesch et al.,1986, Suga et al.,2009) สอดคล้องกับ Buresh et al. (2009) ที่กล่าวว่า สามารถตั้งสมมุติฐานได้ว่า เมื่อสภาพความเป็นกรดมากขึ้นจากการฝึกที่ใช้กระบวนการไกลโคไลสิส อาจจะนำมาซึ่งการเพิ่มการเสื่อมของเส้นใยกล้ามเนื้อ และเป็นสื่อให้มีการเพิ่มการสนองต่อการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งกรดแลคติกที่เกิดขึ้นนี้ Schoenfeld (2010) ได้กล่าวว่า จะไปกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนต่างๆในร่างกาย ในปริมาณที่สูง ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีการสังเคราะห์โปรตีนในเส้นใยกล้ามเนื้อและยับยั้งการแตกตัวของโปรตีน จึงถือได้ว่ากรดแลคติกเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ซึ่งถือเป็นท่าพื้นฐานที่ใช้ในการฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายที่นิยมใช้กันในกีฬาหลายชนิด ที่ต้องใช้กล้ามเนื้อหลายส่วนในการเคลื่อนไหว ได้แก่ กล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยกระบวนการไกลโคไลสิสให้กล้ามเนื้อออกแรงยกน้ำหนักอย่างเต็มที่จนกระทั่งไม่สามารถยกได้อีกในแต่ละเซ็ทของการฝึก โดยมีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดแสดงถึงตัวกระตุ้นที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร อันเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ที่มีต่อค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกายของนักกีฬาเพาะกายชาย

สมมุติฐานการวิจัย

1. การเปลี่ยนแปลงของผลรวมของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 ในเซ็ทที่ 2 เซ็ทที่ 3 และเซ็ทที่ 4 ของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน มีความแตกต่างกัน

2. ภายหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ทำให้ปริมาณแลคเตทในเลือดไม่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นในขณะออกกำลังกายในเซ็ทที่ 1 เซ็ทที่ 2 เซ็ทที่ 3 และเซ็ทที่ 4 โดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีนและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังออกกำลังกาย

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น

- โปรแกรมการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล
- โปรแกรมการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล
- โปรแกรมการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน

ตัวแปรตาม

- การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1
- การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1
- การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ ในขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1
- การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1
- ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล
- ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล
- ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน

คำจำกัดความของการวิจัย

ท่านอนดัน หมายถึง ท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าอกโดยใช้แรงต้าน โดยผู้ฝึกต้องออกแรงดันน้ำหนักขึ้นจากลำตัวในแนวตรง

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ หมายถึง สัญญาณไฟฟ้าที่บันทึกจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดจากการผ่านเข้าออกของเซลล์อิออนต่างๆ ทำให้เกิดดีโพลาไรเซชั่นไปตามเซลล์ของกล้ามเนื้อ มีหน่วยเป็นไมโครโวลต์.วินาที (uv.s)

ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด หมายถึง ความเข้มข้นของสารประกอบของกรดแลคติกที่กระจายตัวอยู่ในเลือด มีหน่วยเป็นมิลลิโมล/ลิตร (mmol/l.)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของนักกีฬาเพาะกายชาย

2. ผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีผลต่อระดับแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย

3. เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกให้เหมาะสมสำหรับนักกีฬา

4. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกีฬาที่ต้องการโปรแกรมฝึกโดยท่านอนดันต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยเรื่องนี้ ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย ผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นต้องค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. นักกีฬาเพาะกาย

2. การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน

- บาร์เบล
- ดัมเบล
- สมิธมะชีน

3. คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

4. ความเข้มข้นของแลคเตท

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- งานวิจัยในประเทศ
- งานวิจัยต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กีฬาเพาะกาย

กีฬาเพาะกาย เป็นกีฬาชนิดหนึ่งที่อาศัยการพัฒนากล้ามเนื้อโดยใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก การเพิ่มปริมาณอาหาร และการพักผ่อน เป็นกีฬาที่มีลักษณะเฉพาะ โดยมุ่งเน้นไปที่การฝึกด้วยแรงต้านเพื่อเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อให้ใหญ่โต และสวยงามสมส่วน ซึ่งแตกต่างจากกีฬาชนิดอื่นที่มุ่งเน้นไปที่การเอาชนะฝ่ายตรงข้ามโดยการทำคะแนน ผู้ที่เล่นกีฬาเพาะกายนี้จะเรียกว่านักกีฬาเพาะกาย

จุดประสงค์ของการฝึกด้วยแรงต้านมีสองประการ คือ เพิ่มความแข็งแรง (Strength) และเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) จึงมีนักวิจัยจำนวนมากความพยายามที่จะศึกษาถึงวิธีการฝึก เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดของโปรแกรมการฝึกซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจถึงกลไกการเพิ่มเพิ่มความแข็งแรง และเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Buresh et al., 2009)

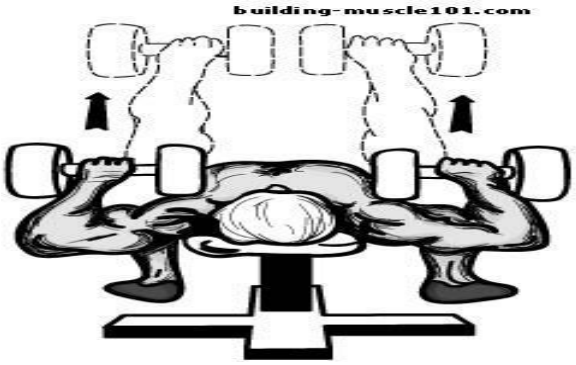
Schroenfeld (2010) กล่าวว่า จุดเริ่มต้นของการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่เกิดจากการออกกำลังกาย เกิดขึ้นจาก 3 กระบวนการที่เป็นการตอบสนองต่อการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อในการฝึกด้วยแรงต้าน ได้แก่ ความตึงเครียดเชิงกลไก การทำลายกล้ามเนื้อ และภาวะเครียดทางเมตาบอลิก จากการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้าน

การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน

ท่านอนดัน หรือ ท่าฝึกกล้ามเนื้ออกรวม เป็นท่าที่ใช้การออกแรง ในลักษณะการดันน้ำหนักสู้กับแรงต้านทาน มีความสำคัญในการบริหารกล้ามเนื้อหน้าอก โดยกล้ามเนื้อเป้าหมายสำหรับการบริหาร คือ กล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ เป็นกล้ามเนื้อมัดหลักในการออกแรง กล้ามเนื้อที่มีส่วนในการบริหาร คือ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อไบเซพซ์ บราคิไอ โดยสามารถแยกออกได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

ท่านอนดันโดยใช้ดัมเบล

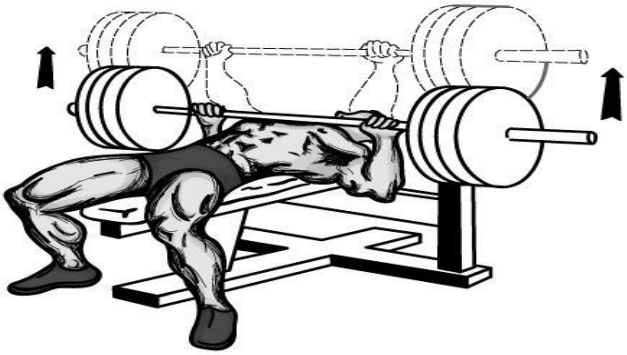
เป็นท่าออกกำลังกายแบบเคลื่อนไหว 2 ข้อต่อ มีเป้าหมายเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อหน้าอก โดยเจาะจงไปที่กล้ามเนื้อ เพคเทอราลิส เมเจอะ เป็นกล้ามเนื้อมัดหลักในการออกแรง เป็นการเคลื่อนไหว 2 ข้อต่อ กล้ามเนื้อที่มีส่วนในการบริหาร คือ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อไบเซพซ์ บราคิไอ เป็นกล้ามเนื้อร่วมในการเคลื่อนไหว ทำให้ผู้ฝึกสามารถยกแขนทั้งสองข้างชิดกันได้ในจังหวะขึ้น (Aaberg, 2006)



ภาพที่ 1 แสดงการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันโดยใช้ดัมเบล

ท่านอนดันโดยใช้บาร์เบล

เป็นท่าออกกำลังกายแบบเคลื่อนไหว 2 ข้อต่อ มีเป้าหมายเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อหน้าอก โดยเจาะจงไปที่กล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ โดยใช้บาร์เบล ผู้ฝึกหลายคนสามารถควบคุมสมดุลของน้ำหนักได้ง่ายกว่าการใช้ดัมเบล อย่างไรก็ตาม การใช้บาร์เบลแทนดัมเบลนั้น จะเป็นการจำกัดการเคลื่อนไหวในช่วงจังหวะลงสุดของแขน และการเคลื่อนไหวของข้อต่อ



ภาพที่ 2 แสดงการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันโดยใช้บาร์เบล

ท่านอนดันโดยใช้สมิธมะชีน

เป็นท่าออกกำลังกายแบบเคลื่อนไหว 2 ข้อต่อ มีเป้าหมายเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อหน้าอก โดยเจาะจงไปที่เพคเทอราลิส เมเจอะ โดยใช้สมิธมะชีน ผู้ฝึกหลายคนสามารถควบคุมสมดุลของน้ำหนักได้ง่ายกว่าการใช้ดัมเบล การใช้สมิธมะชีนแทนบาร์เบลและดัมเบลนั้น จะเป็นการจำกัดการเคลื่อนไหวให้เป็นไปในแนวตรง

เทคนิคการฝึกท่านอนดัน

1. วางฝ่าเท้าแนบกับพื้น หัวและกระดูกสันหลังราบไปกับม้าฝึก

2. หลีกเลี่ยงการลงแขนมากเกินไปเมื่อแขนขนานกับพื้น
3. หลีกเลี่ยงการหมุนหัวไหลหรืองอข้อมือ
4. กดสะบักลงและปล่อยหลังส่วนล่างให้เป็นธรรมชาติตลอดการออกกำลังกาย

ภาพที่ 3 แสดงการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันโดยใช้สมิธมะชีน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจจะศึกษาเปรียบเทียบผลฉับพลันของท่านอนดันทั้ง 3 แบบ โดยใช้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อ 4 จุด ได้แก่ กล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และ กล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวในท่านอนดันทั้ง 3 แบบนั้น มีความแตกต่างกันอย่างไร และเนื่องด้วยน้ำหนักที่ใช้ของทั้ง 3 ท่าฝึกไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสรีระความถนัดของแต่ละบุคคล จึงจำเป็นต้องให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการทดสอบหาค่า 10 อาร์เอ็ม ของทั้ง 3 ท่า ก่อนเข้าร่วมการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

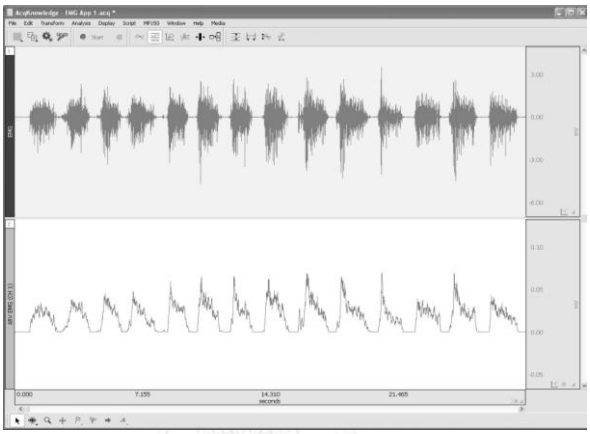
คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ หมายถึง สัญญาณไฟฟ้าที่บันทึกได้ จากการหดตัวของกล้ามเนื้อ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดจากการผ่านเข้าออกของเซลล์อิออนต่างๆ ทำให้เกิดดีโพลาไรเซชันไปตามเซลล์ของกล้ามเนื้อ มีหน่วยเป็นไมโครโวลต์.โวลต์ ค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยทั่วไปมีความสูงประมาณ 50 – 1,500 ไมโครโวลต์.วินาที (ภูเบศร์, 2543) แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ในกล้ามเนื้อแต่ละมัด ในทางกีฬานิยมใช้การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อร่วมกับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของร่างกาย (Clarys and Cabri, 1993) โดยจากการวิจัยครั้งนี้ จะแสดงการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อ 4 จุด ได้แก่ กล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทีเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และ กล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย

การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อนั้น กล้ามเนื้อเป็นเนื้อเยื่อที่ไวต่อสิ่งเร้า สามารถสร้างสัญญาณไฟฟ้าและส่งผ่านสัญญาณ เมื่อถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าดังกล่าวไปตามเส้นประสาทกล้ามเนื้อ

การตรวจคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เป็นเทคนิคที่ใช้ตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าที่สร้างจากเส้นประสาทและกล้ามเนื้อโดยตรง ซึ่งคล้ายกับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจและคลื่นไฟฟ้าสมอง แตกต่างเฉพาะขนาดของความถี่และ ศักย์ไฟฟ้า

การส่งกระแสไฟฟ้ามาที่พื้นผิวด้านนอกของผิวหนัง สามารถวัดได้ด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เรียกว่า สัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyographic activity) ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดที่ใช้วัดกิจกรรมของกล้ามเนื้อผ่านทางคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในขณะที่กล้ามเนื้อเกิดการเกร็ง (Pinel, 2009)



ภาพที่ 4 การปรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากข้อมูลดิบ มาเป็นผลรวมของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Pinel, 2009)

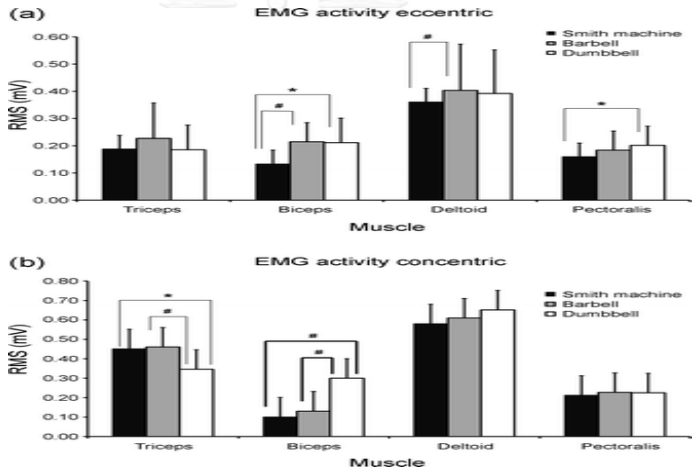
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือเครื่องที่ใช้สำหรับบันทึกสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการทำงานของหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดขึ้นจากการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ ถูกควบคุมโดยเซลล์ประสาทสั่งการ 1 หน่วยยนต์ เท่ากับ 1 เซลล์ประสาทของเส้นใยกล้ามเนื้อที่เซลล์ประสาทตัวนั้นไปเลี้ยง คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อนั้น เริ่มต้นจากการสั่งการของสมอง ส่งกระแสไฟฟ้าผ่านเส้นประสาทสั่งการไปยังกล้ามเนื้อ ส่งผ่านสัญญาณไฟฟ้าไปตามเส้นประสาทเส้นใยกล้ามเนื้อ เมื่อถูกกระตุ้นต่อสิ่งเร้า การตรวจคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหรือสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เป็นเทคนิคที่ใช้ตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าที่สร้างจากเส้นประสาทและกล้ามเนื้อโดยตรง ซึ่งคล้ายกับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจและคลื่นไฟฟ้าสมอง แตกต่างกันเฉพาะขนาดของความถี่และศักย์ไฟฟ้า

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ประกอบด้วย ตัวเครื่องและขั้วไฟฟ้าบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้า ตัวเครื่องมักมีอุปกรณ์วงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่กรองขยายสัญญาณและแสดงผล

วิธีการตรวจวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เริ่มจากการจัดท่าทางในท่าที่ผ่านคลาย ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อที่ต้องการวัดด้วยแอลกอฮอล์หรือเจลขัดทำความสะอาดผิว ทำการติดขั้วไฟฟ้าบริเวณกล้ามเนื้อที่ต้องการวัด ตามลักษณะของกล้ามเนื้อนั้นๆ กรณีที่ใช้ขั้วไฟฟ้าแบบเข็มมักนิยมใช้เข็มวัดสัญญานขั้วไฟฟ้า (Concentric needle electrode) แทงเข็มเข้ากล้ามเนื้อนั้นโดยสุ่มหาความผิดปกติภายในกล้ามเนื้อนั้น หากต้องการวัดโดยใช้ขั้วไฟฟ้าติดที่ผิวหนัง มักนิยมติดตรงกับตำแหน่งจุดแรงของกล้ามเนื้อ และสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่บันทึกได้จะมีลักษณะเป็นการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อ ไม่ใช้เส้นใยกล้ามเนื้อเหมือนกับที่บันทึกจากขั้วบันทึกแบบเข็ม (Saeterbakken, 2011)

หลักการวิเคราะห์ภาระงานของกล้ามเนื้อด้วยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ขณะออกกำลังกายในท่านอนดันของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อไบเซพซ์ บราคิไอ (Saeterbakken, 2011)

การวิเคราะห์ภาระงานของกล้ามเนื้อที่นิยมใช้ มี 2 วิธี คือ การเปรียบเทียบด้วยค่าศักย์ทางไฟฟ้า โดยสามารถวัดได้จากเครื่องวัดไฟฟ้ากล้ามเนื้อในขณะที่กล้ามเนื้อหดตัว เป็นค่าที่ได้จากการทดสอบภายใต้เงื่อนไขการออกแรงของกล้ามเนื้อในท่าใดท่าหนึ่ง ที่จะให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อมากที่สุด หลังจากนั้นจึงหาค่าของเอ็มวีซี (Maximum voluntary contraction - MVC) เพื่อใช้เปรียบเทียบการทำงานในภาวะต่างๆ เพื่อวิเคราะห์หาเกณฑ์ที่เหมาะสมของการทำงาน เพื่อไม่ให้เกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ และการเปรียบเทียบขนาดสัญญาณและความถี่ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ที่วัดได้ในภาวะต่างๆกัน ซึ่งเมื่อกล้ามเนื้อมีความล้าจะส่งผลให้ขนาดของสัญญาณมีค่ามากขึ้นในขณะที่ความถี่ของสัญญาณจะมีค่าลดน้อยลง

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการตรวจคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อประกอบด้วยตัวเครื่องและขั้วไฟฟ้า โดยใช้ขั้วไฟฟ้าแบบวางที่ผิวหนังบนกล้ามเนื้อ 4 ได้แก่ กล้ามเนื้อเพคเทอราลิสเมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทีเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และ กล้ามเนื้อเซอราตัสแอนทิเรีย หาค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อระหว่างออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน มีความแตกต่างกันอย่างไร

ภาพที่ 6 แสดงภาพเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการตรวจคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ความเข้มข้นของแลคเตท

มีรายงานวิจัยได้สนับสนุนว่า การออกกำลังกายที่ทำให้เกิดภาวะเครียดทางเมตาบอลิกนี้ เป็นที่ประจักษ์ว่า มาจากการออกกำลังกายที่เป็นกระบวนการ แอนแอโรบิก ไกลโคไลสิส (Anaerobic glycolysis) ซึ่งมีผลทำให้เกิดเมตาบอไลต์ (Metabolites) เช่น แลคเตท (Lactate) ไฮโดรเจน ไอออน (Hydrogen ion) อนินทรีย์ ฟอสเฟส (Inorganic phosphate) ครีเอทีน (creatine) และอื่นๆ (Tesch et al., 1986, Suga et al., 2009)

Hogan et al. (1995) กล่าวว่า การเจาะเลือดหลังการออกกำลังกายจะต้องดำเนินการให้เร็วที่สุด ซึ่งจะต้องทำการเจาะทันทีหรือไม่เกิน 5 นาที เพื่อให้ค่าของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด (Hermansen and Stensvold, 1972) พบว่า ค่าครึ่งชีวิต (Half-life) ของกรดแลคติกจะมีค่าเท่ากับ 15-25 นาที และกรดแลคติกจะกลับสู่ภาวะเกือบปกติใน 60 นาที หลังจากการออกกำลังกาย และ Kruse et al. (1987) อธิบายว่า ปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 50 จะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคส และอีกร้อยละ 50 จะถูกย่อยสลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยจะมีเพียงตับและไตเท่านั้นที่สามารถเปลี่ยน กรดแลคติกไปเป็นกลูโคสได้เนื่องจากมีเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าว

Schoenfeld (2010) กล่าวว่า จุดเริ่มต้นของการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่เกิดจากการออกกำลังกาย เกิดขึ้นจาก 3 กระบวนการที่เป็นการตอบสนองต่อการเพิ่มขนาดของเส้นใย

กล้ามเนื้อในการฝึกด้วยแรงต้าน ได้แก่ ความตึงของกล้ามเนื้อที่เกิดจากภาระงานของการฝึก (Mechanical tension) ความเสียหายของกล้ามเนื้อ (Muscle damage) และตัวกระตุ้นที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร (Metabolic stress)

ภาวะเครียดทางเมตาบอลิก

ก่อนหน้านี้ Schoenfeld (2000) ได้เสนอแนะให้ใช้การฝึกที่จำนวนครั้งปานกลาง ซึ่งทำให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยหน่วยยนต์ (Motor units) ขนาดเล็กของกล้ามเนื้อจะถูกระดมขึ้นมาก่อน เมื่อความหนักเพิ่มมากขึ้น หน่วยยนต์ขนาดใหญ่จะถูกระดมขึ้นจนครบ ทำให้หน่วยยนต์ทั้งหมดถูกระดมมาทำงาน การฝึกด้วยจำนวนครั้งปานกลาง ระหว่าง 8 – 10 ครั้ง จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ (Muscular mass) ต่อมา Schoenfeld (2010) ได้สรุปว่า จากผลการวิจัยในปัจจุบัน ได้แนะนำให้ใช้จำนวนครั้งระหว่าง 6-12 ครั้ง ใช้เวลาพักระหว่างเซ็ท 60-90 วินาที เพื่อที่จะมั่นใจได้ว่า จำนวนหน่วยยนต์ทั้งหมดถูกระดมมาทำงาน โดยช่วงคอนเซนตริก (Concentric) ใช้ความเร็วปานกลาง (เวลา 1-3 วินาที) และช่วงเอ็คเซนตริก (Eccentric) ใช้ความเร็วที่น้อยลง (เวลา 2-4 วินาที) เพื่อให้เกิดภาวะเครียดทางเมตาบอลิก ที่มีนัยสำคัญกับการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เพื่อที่จะมั่นใจได้ว่า จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งหมดถูกระดมมาทำงาน

Schoenfeld (2010) กล่าวว่า จุดเริ่มต้นของการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่เกิดจากการออกกำลังกาย เกิดขึ้นจาก 3 กระบวนการที่เป็นการตอบสนองต่อการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อในการฝึกด้วยแรงต้าน ได้แก่ ความตึงของกล้ามเนื้อที่เกิดจากภาระงานของการฝึก (Mechanical tension) ความเสียหายของกล้ามเนื้อ (Muscle damage) และตัวกระตุ้นที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร (Metabolic stress) จากการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้าน มีรายงานการวิจัยได้สนับสนุนว่า การออกกำลังกายที่ทำให้เกิดตัวกระตุ้นที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร นี้ เป็นที่ประจักษ์ว่า มาจากการออกกำลังกายที่เป็นกระบวนการ แอนแอโรบิก ไกลโคไลสิส (Anaerobic glycolysis) ซึ่งมีผลทำให้เกิดสารที่เกิดจากการสันดาป (Metabolites) เช่น แลคเตท (Lactate) ไฮโดรเจนไอออน (Hydrogen ion) อนินทรีย์ ฟอสเฟส (Inorganic phosphate) ครีเอทีน (creatine) และอื่นๆ (Tesch et al., 1986, Suga et al., 2009) สอดคล้องกับ Buresh et al. (2009) ที่กล่าวว่าสามารถตั้งสมมุติฐานได้ว่า เมื่อสภาพความเป็นกรดมากขึ้นจากการฝึกที่ใช้กระบวนการไกลโคไลสิสอาจจะนำมาซึ่งการเพิ่มการเสื่อมของเส้นใยกล้ามเนื้อ และเป็นสื่อให้มีการเพิ่มการสนองต่อการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งกรดแลคติกที่เกิดขึ้นนี้ Schoenfeld (2010) ได้กล่าวว่า จะไปกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนต่างๆในร่างกาย ในปริมาณที่สูง ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีการสังเคราะห์โปรตีนในเส้นใยกล้ามเนื้อและยับยั้งการแตกตัวของโปรตีน จึงถือได้ว่ากรดแลคติกเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ซึ่งถือเป็นท่าพื้นฐานที่ใช้ในการฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายที่นิยมใช้กันในกีฬาหลายชนิด ที่ต้องใช้กล้ามเนื้อหลายส่วนในการเคลื่อนไหว ได้แก่ กล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยกระบวนการไกลโคไลสิสให้กล้ามเนื้อออกแรงยกน้ำหนักอย่างเต็มที่จนกระทั่งไม่สามารถยกได้อีกในแต่ละเซ็ทของการฝึก โดยมีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดแสดงถึงตัวกระตุ้นที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร อันเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

กนกพร จันทวร (2542) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อแขน ไหล่ และหลังส่วนบน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬายกน้ำหนักที่มีทักษะแตกต่างกันและยกน้ำหนักโดยใช้ความหนักที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักยกน้ำหนักที่มีทักษะสูง จำนวน 5 คน และนักยกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำกว่า จำนวน 9 คน จากนักกีฬายกน้ำหนักทีมชาติไทย และนักยกน้ำหนักเยาวชนชายโรงเรียนกีฬาประจำจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยกลุ่มตัวอย่างทำการยกน้ำหนักในท่าสแนทช์ ด้วยความหนักที่ร้อยละ 80 และ 100 ของน้ำหนักที่ยกได้ใน 1 ครั้ง บันทึกภาพการเคลื่อนไหวและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จากนั้นวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่วง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบของการทำงานของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ช่วง พบว่า นักกีฬายกน้ำหนักที่มีทักษะสูง มีการทำงานของกล้ามเนื้อไหล่ กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า และการทำงานของกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลังเพิ่มมากขึ้น ส่วนนักกีฬายกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำกว่ามีการทำงานของกล้ามเนื้อทุกมัดเพิ่มขึ้น ยกเว้นกล้ามเนื้อหลังส่วนบน นั่นคือ เมื่อสามารถยกน้ำหนักได้มากขึ้นและมีทักษะมากขึ้น พบว่าการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า มีความจำเป็นต้องฝึกยกน้ำหนักด้วยน้ำหนักที่สามารถยกได้สูงสุด เมื่อนักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพียงพอแล้ว เพื่อช่วยให้สามารถใช้แรงของกล้ามเนื้อและทักษะที่ถูกต้องในแต่ละช่วงของการยกน้ำหนัก

เรณู พรหมเนตร (2542) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสะโพก และกล้ามเนื้อขา ร่วมกับการเคลื่อนไหว 2 มิติของขา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักยกน้ำหนักที่มีทักษะสูง จำนวน 5 คน และนักยกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำกว่า จำนวน 9 คน จากนักกีฬายกน้ำหนักทีมชาติไทย และนักยกน้ำหนักเยาวชนชายโรงเรียนกีฬาประจำจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยกลุ่มตัวอย่าง

ทำการยกน้ำหนักในท่าสแนทช์ ด้วยความหนักที่ร้อยละ 80 และ 100 ของน้ำหนักที่ยกได้ใน 1 ครั้ง บันทึกภาพการเคลื่อนไหวและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและภาพการเคลื่อนไหว 2 มิติ ที่บันทึกการยกน้ำหนักในท่าแสนทช์ จากนั้นวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่วง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า นักกีฬายกน้ำหนักที่มีทักษะสูง มีการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากขึ้น รวมทั้งการงอและการเหยียดของสะโพกและเข่ามีค่ามากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับนักกีฬายกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำกว่า จึงสรุปได้ว่า มีความจำเป็นต้องฝึกยกน้ำหนักด้วยน้ำหนักที่สามารถยกได้สูงสุด เมื่อนักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพียงพอแล้ว เพื่อช่วยให้สามารถใช้แรงของกล้ามเนื้อและทักษะที่ถูกต้องในแต่ละช่วงของการยกน้ำหนัก

อารมณ์ ตรีราช (2559) ทำการทดลองเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับใช้ในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชาย 12 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี ทำการฝึกโปรแกรมหนักสลับช่วงพัก 3 โปรแกรม

รูปแบบที่ 1 การยกน้ำหนักในท่า คลีนพูลล์ 6 ครั้ง ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 อาร์เอ็ม พัก 30 วินาที ตามด้วยยืนกระโดดสูง ติดต่อกันจำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งโดยใช้ความเร็วสูงสุด 20 เมตร จากนั้นกลับตัว 180 องศา วิ่งโดยใช้ความเร็วสูงสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด

รูปแบบที่ 2 การยกน้ำหนักในท่า คลีนพูลล์ 3 ครั้ง ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 อาร์เอ็ม พัก 30 วินาที ตามด้วยยืนกระโดดสูง ติดต่อกันจำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งโดยใช้ความเร็วสูงสุด 20 เมตร จากนั้นกลับตัว 180 องศา วิ่งโดยใช้ความเร็วสูงสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด

รูปแบบที่ 3 การยกน้ำหนักในท่า คลีนพูลล์ 1 ครั้ง สลับพัก 15 วินาทีที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 อาร์เอ็ม จำนวนทั้งสิ้น 6 รอบ ตามด้วยยืนกระโดดสูง ติดต่อกันจำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งโดยใช้ความเร็วสูงสุด 20 เมตร จากนั้นกลับตัว 180 องศา วิ่งโดยใช้ความเร็วสูงสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด

โดยทุกรูปแบบทำการวัดความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนและหลังการฝึกทันที นาทีที่ 3 6 9 12 และ 15 รวมทั้งค่า เมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊ส

ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการฝึกหนักสลับพัก ในรูปแบบที่ 1 ทำให้เกิดความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดและอัตราการกำจัดแลคเตทได้มากกว่ารูปแบบที่ 2 และ 3 ซึ่งมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่มีความใกล้เคียงกับการแข่งขันจริงมากที่สุด

งานวิจัยต่างประเทศ

Kraemer et al. (1990) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอนาบอริก ฮอร์โมน (Anabolic hormones) ในร่างกาย และโกรธฮอร์โมนที่ตอบสนองต่อการฝึกหนักด้วยแรงต้านที่ต่างชนิดกัน (Various heavy resistance exercises protocal : HERPs) กลุ่มตัวอย่างเป็นชาย 9 ฝึกแบบ HREPs ทั้งหมด 6 ท่า ซึ่งแต่ละท่าการฝึกจะถูกควบคุมในเรื่องปริมาณ (Load)[5-10RM] เวลาขณะพัก (Time)[1vs3Min.] และผลการฝึกรวม (Total work effect) Serum human growth hormone (hGH),Testosterone(T), Somatomedin-C (SM-C), Glucose, และ Whole blood lactate (HLa)

การทดสอบจะแบ่งออกเป็นช่วงก่อนการฝึก, ระหว่างการฝึก, และในเวลา 0, 5, 15, 30, 60, 90, และ 120 นาที หลังการฝึก HERPs เพิ่มขึ้น แม้ว่าจำนวนครั้งและเวลานั้นจะมากกว่าค่าทั่วไปของ HERPs แต่ไม่มีความแตกต่างกันของ T เมื่อทำการเปรียบเทียบจากกราฟ (AUC) แม้ว่า HERPs จะเพิ่ม Serum hGH ทั้งหมด แต่รูปแบบการฝึกที่ตอบสนองได้ดีที่สุดคือการฝึกแบบ H 10/1 (High total work, 1 min.rest, 10 RM) ในการตอบสนองของทั้งจำนวนและเวลา รูปแบบของ SM-1 นั้นมีความแตกต่างกันระหว่าง HERPs และไม่เปลี่ยนผลตามค่าการเปลี่ยนแปลงของ hGH ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงชั่วขณะนั้น ไม่มีเวลาใดที่มีผลแตกต่างกันในแต่ละชนิดการฝึก จากข้อมูลบ่งบอกถึงรูปแบบของเวลาการฝึกของ HERPs แตกต่างกันจะช่วยในเรื่องระบบการไหลเวียนโลหิตได้แตกต่างกันออกไป HERPs ทั้งหมดอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความแตกต่างในการหลั่งฮอร์โมนและปัจจัยในการเจริญเติบโตด้านอื่นๆ

Barnett (1995) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับผลการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่มีส่วนในการทำงานของกล้ามเนื้อไหล่ทั้ง 5 จุดที่มีต่อการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันที่มีความชันต่างกัน 4 ระดับ คือ ความชันแบบลาดเอียงลง (Decline) ความชันแบบตามพื้นราบ (Horizontal) ความชันแบบลาดเอียงขึ้น (Incline) และ ความชันแบบแนวตั้ง (Vertical) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ฝึกสอนยกน้ำหนัก เพศชาย จำนวน 6 คน ใช้ความหนักอยู่ที่ 80% ของน้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดใน 1 ครั้ง วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยวัดลักษณะเด่นของสัญญาน แบบ ผลรวมของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อใช้การติดตัวส่งสัญญานอิเล็กโทรดบนกล้ามเนื้อทั้ง 5 จุดที่ต้องการวัด คือกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ไบเซพซ์ บราคิไอ ไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อลาติซิมัส ดอร์ไซ (Latisimus dorsi)

ผลการวิจัยพบว่า กล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ มีค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากที่สุดในท่านอนดันด้วยความชันแบบตามพื้นราบ และน้อยที่สุดในท่านอนดันด้วยความชันแบบแนวตั้ง

กล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ มีค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากที่สุดในท่านอนดันแบบลาดเอียงขึ้น และน้อยที่สุดในท่านอนดันแบบแนวตั้ง

กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ จะมีค่าผลรวมของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากที่สุดในท่านอนดันแบบแนวตั้ง และน้อยที่สุดในท่านอนดันแบบลาดเอียงลง

กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ จะมีค่าผลรวมของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากที่สุดในท่านอนดันแบบตามพื้นราบ และน้อยที่สุดในท่านอนดันแบบลาดเอียงขึ้น

กล้ามเนื้อลาติซิมัส ดอร์ไซ จะมีค่าผลรวมของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากที่สุดในท่านอนดันแบบลาดเอียงลง และน้อยที่สุดในท่านอนดันแบบลาดเอียงขึ้น

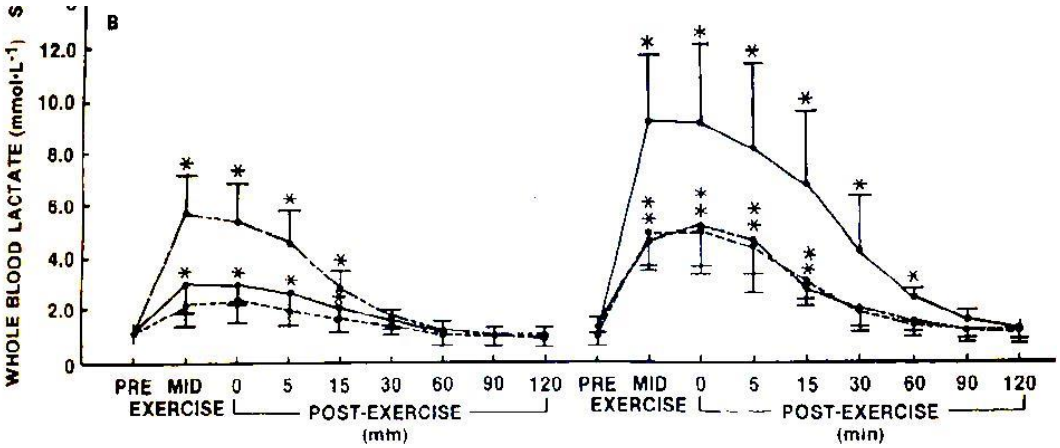
จากการทดลองนี้สรุปได้ว่า มีการออกแรงของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ และไทรเซพซ์ บราคิไอ สูงที่สุดในท่านอนดันแบบตามพื้นราบ และแบบลาดเอียงลง มีการออกแรงของกล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ สูงที่สุดในท่านอนดันแบบแนวตั้ง และมีการออกแรงของกล้ามเนื้อลาติซิมัส ดอร์ไซ สูงที่สุดในท่านอนดันแบบลาดเอียงลง

Glass and Armstrong (1997) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ระหว่างท่านอนดันแบบลาดเอียงขึ้น และแบบลาดเอียงลง กลุ่มตัวอย่างเป็นชายที่มีประสบการณ์ในการยกน้ำหนัก 15 คน โดยให้ยกน้ำหนักด้วยท่านอนดันแบบลาดเอียงขึ้นและแบบลาดเอียงลง ท่าละ 6 ครั้ง โดยใช้การติดตัวส่งสัญญานอิเล็กโทรดบนกล้ามเนื้อ 2 ส่วน คือ กล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยวัดลักษณะเด่นของสัญญาน แบบผลรวมของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในระหว่างเซ็ท โดยมีการหาค่า 1 อาร์เอ็ม ของท่านอนดันทั้ง 2 แบบก่อนการทดลอง

ผลการทดลองสรุปได้ว่า มีการออกแรงของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ส่วนล่างสูงที่สุดในท่านอนดันแบบลาดเอียงลง และมีการออกแรงของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ส่วนบนสูงที่สุดในท่านอนดันแบบลาดเอียงขึ้น

Schroenfeld (2000) ศึกษาถึง การออกกำลังกายที่มีผลต่อขนาดของมวลกล้ามเนื้อนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งในระหว่างการเล่นในแต่ละเซ็ท คือการฝึกแบบความหนักปานกลาง จำนวนเซ็ทที่ 4 เซ็ท และจำนวนครั้งที่ 10 ครั้ง เนื่องจากพื้นฐานของกีฬาเพาะกายคือ การฝึกด้วยน้ำหนัก โดยโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle hypertrophy) ในกีฬาเพาะกายนั้น ถือเป็นพื้นฐานสำคัญที่นักกีฬาเพาะกายใช้ฝึก โดยมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

การฝึกในจำนวนครั้งปานกลาง จะไปกระตุ้นหน่วยยนต์ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้หน่วยยนต์ในร่างกายถูกระดมขึ้นตั้งแต่หน่วยเล็กๆ จากนั้นเมื่อแต่ละเซ็ทมีความหนักเพิ่มขึ้นหน่วยยนต์ในร่างกายก็จะถูกระดมในหน่วยที่มากขึ้นจนครบทุกเส้นใยกล้ามเนื้อ ทำให้หน่วยยนต์ทั้งหมดเกิดการกระตุ้น ซึ่งก็คือรูปแบบปกติของการฝึกแบบจำนวนครั้งปานกลาง



ภาพที่ 7 แสดงตารางผลของระดับแลคเตทในเลือด ของผู้เข้าร่วมการทดลอง (Kraemer et al. 1990)

สอดคล้องกับทฤษฎีการเกิดกรดแลคติก (Lactic acid) ที่เป็นของเสียที่เกิดจากขบวนการเผาผลาญพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน เช่นการออกกำลังกาย หรือทำงานหนัก ซึ่งคนส่วนใหญ่มันคิดว่านั้นเป็นอุปสรรคสำหรับการออกกำลังกาย แต่ความจริงแล้วกลับมีส่วนช่วยในกระบวนการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เนื่องจากกรดแลคติกนั้นจะส่งผลโดยตรงทำให้ร่างกายหลั่งโกรธฮอร์โมน ที่ช่วยในการสร้างกล้ามเนื้อ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้จากโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้น้ำหนักแบบปานกลาง คือจำนวนเซ็ทที่ 4 เซ็ท และจำนวนครั้งที่ 10 ครั้ง มากกว่าการฝึกแบบอื่น

นอกจากนั้น การฝึกจำนวนเซ็ทปานกลาง ช่วยขยายน้ำในกล้ามเนื้อระหว่างฝึก หลอดเลือดจะนำเลือดออกจากกล้ามเนื้อที่ถูกทำลาย อย่างไรก็ตาม หลอดเลือดจะลำเลียงเลือดกลับเข้าไปที่กล้ามเนื้อ สร้างความเข้มข้นของพลาสม่าในเลือดภายในกล้ามเนื้อ ส่งผลให้พลาสม่าไหลเวียนออกจากหลอดเลือดไปยังช่องว่างเล็กๆระหว่างกล้ามเนื้อและเส้นเลือดทำให้ช่องว่างนั้นเกิดการขยายตัวขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้เกิดการไหลเวียนของพลาสม่าไปยังกล้ามเนื้อ สรุปว่า ระบบการส่งถ่ายเลือดในกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดสิ่งที่เรียกว่า การเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

Haff et al. (2003) ศึกษาถึงผลของความแตกต่างของจำนวนเซ็ทที่มีต่อการออกกำลังกายโดยใช้บาร์เบลในท่าคลีนพูล (cleanpull) ผลการวิจัยพบว่า มีการลดลงของความเร็วในการยก ในเซ็ทที่ 5 ขึ้นไป ในความหนักที่ 90% และ 120% ของ 1 RM ในท่าคลีนพูล

Ojasto and Häkkinen (2009) ศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงของผลฉับพลันของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โกรธฮอร์โมน และและการตอบสนองของแลคเตทในเลือดระหว่างการฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นชายสุขภาพดีจำนวน 11 คน ทำการทดลองโดยใช้การเล่นแบบ 4 เซ็ท 10 ครั้ง ความหนักที่ร้อยละ 70 80 90 และ 100 ของ 1 อาร์เอ็ม โดยใช้ช่วงเอสเซนตริค (ECC) ที่ร้อยละ 70 และช่วงคอนเซนทริค (CON) ที่ร้อยละ 70

ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการทดลองไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละชุดการทดลอง อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดเพิ่มขึ้นระหว่าง ก่อน และ หลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกชุดการทดลอง

Saeterbakken (2011) ศึกษาถึงการเปรียบเทียบการออกแรงของกล้ามเนื้อและน้ำหนักที่มากที่สุดที่ยกได้ใน 1 ครั้ง ของท่าการบริหารกล้ามเนื้อออกในท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีร่างกายแข็งแรง 12 คน ที่มีประสบการออกกำลังกายด้วยการฝึกด้วยแรงต้าน มาหาค่า 1 อาร์เอ็ม ของท่าการฝึกและใช้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเป็นตัววัดการออกแรงของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อเดลทอยต์ ไบเซพซ์ บราคิไอ และไทรเซพซ์ บราคิไอ ได้ผลการวิจัย ดังนี้

1. ท่าฝึกด้วยดัมเบล มีค่าความสามารถสูงสุดในการยกน้ำหนัก 1 ครั้ง ได้น้อยที่สุด

2. ท่าฝึกด้วยบาร์เบล มีค่าความสามารถสูงสุดในการยกน้ำหนัก 1 ครั้ง ได้มากที่สุด

3. การออกแรงของกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ และกล้ามเนื้อเดลทอยต์ไม่แตกต่างกันในทั้งสามท่าการฝึก

4. การออกแรงของกล้ามเนื้อหน้าแขนจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้สมิธมะชีน บาร์เบล และ ดัมเบล

5. การออกแรงของกล้ามเนื้อหลังแขนจะลดลงเมื่อใช้ ดัมเบล บาร์เบล และ สมิธมะชีน

Joy et al. (2013) ทำการทดลองเกี่ยวกับ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของท่าสควอช (squat) โดยใช้การฝึกแบบคลัสเตอร์เซ็ท (Cluster set) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาทั้งความแข็งแรงและขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เปรียบเทียบกับ การฝึกแบบประเพณีนิยม (Traditional) ซึ่งเป็นโปรแกรมปกติที่ใช้กันทั่วไปในการฝึกยกน้ำหนัก กลุ่มตัวอย่างเป็นชายที่มีประสบการณ์การฝึกด้วยน้ำหนักอย่างสม่ำเสมอ ฝึกยกน้ำหนักในท่า Back squat โดยใช้การฝึกแบบ คลัสเตอร์เซ็ท กับการฝึกแบบวัฒนธรรม ใช้การติดขั้วไฟฟ้าเพื่อวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อกล้ามเนื้อเวสตัส เลตเตอราลิส (Vastus lateralis) และ กล้ามเนื้อไบเซพซ์ ฟีเมอริส (Bicep femoris)

ผลการวิจัยพบว่าคลัสเตอร์เซ็ท มีความแปรปรวนในค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะทำการฝึกในครั้งที่ 6-10 จากรูปแบบการฝึกแบบพักระหว่างเซ็ทของการฝึกแบบคลัสเตอร์เซ็ท (5x5/rep.) เปรียบเทียบกับการฝึกแบบประเพณีนิยม (10/rep.) ดังนั่น จึงสรุปได้ว่า การฝึกแบบประเพณีนิยมเหมาะสมกับการฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อมากกว่าการฝึกแบบคลัสเตอร์เซ็ท

งานวิจัยของ Hackett et al. (2013) ศึกษาถึงการฝึกและสารที่ช่วยเพิ่มพละกำลังที่ใช้ในนักกีฬาเพาะกาย และ เพื่อเปรียบเทียบการฝึกในรูปแบบต่างๆ เปรียบเทียบกับทฤษฎีการพัฒนากล้ามเนื้อ สำรวจผ่านเว็บไซต์เพื่อหานักกีฬาเพาะกาย 127 คน โดยผลลัพธ์ที่ได้มีดังนี้

1. ในช่วงนอกฤดูกาลแข่งขัน (Off - season) ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จะเล่นอยู่ที่ 3-6 เซ็ท จำนวนครั้งที่ 7-12 ครั้งต่อ 1 อาร์เอ็ม และ ช่วงขณะพักระหว่างเซ็ทอยู่ที่ 60-120 วินาที

2. ในช่วงเตรียมการแข่งขัน (Pre - season) ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จะเล่นอยู่ที่ 5-6 เซ็ท จำนวนครั้งที่ 10-15 ครั้งต่อ 1 อาร์เอ็ม และ ช่วงขณะพักระหว่างเซ็ทอยู่ที่ 30-60 วินาที

3. ผู้ตอบแบบสอบถามทุกคนมีการใช้อาหารเสริม

4. มีการยอมรับว่าใช้สารกระตุ้นจำพวกสารสเตียรอยด์ 56 คน จากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

พบว่า นักกีฬาเพาะกายทุกคนมีการใช้ตารางฝึกที่เน้นไปที่การเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้ออย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตาม ตารางฝึกนั้น ได้ถูกปรับเปลี่ยนไปเมื่อถึงช่วงเตรียมการแข่งขัน ด้วยการลดความหนักในการฝึกลง และ จะเน้นในทางการฝึกแบบแอโรบิคเพื่อความคมชัดของกล้ามเนื้อ (Muscle definition) อย่างไรก็ตาม ผลของการฝึกนี้อาจเกิดภาวะสูญเสียกล้ามเนื้อ (Muscle mass loss)

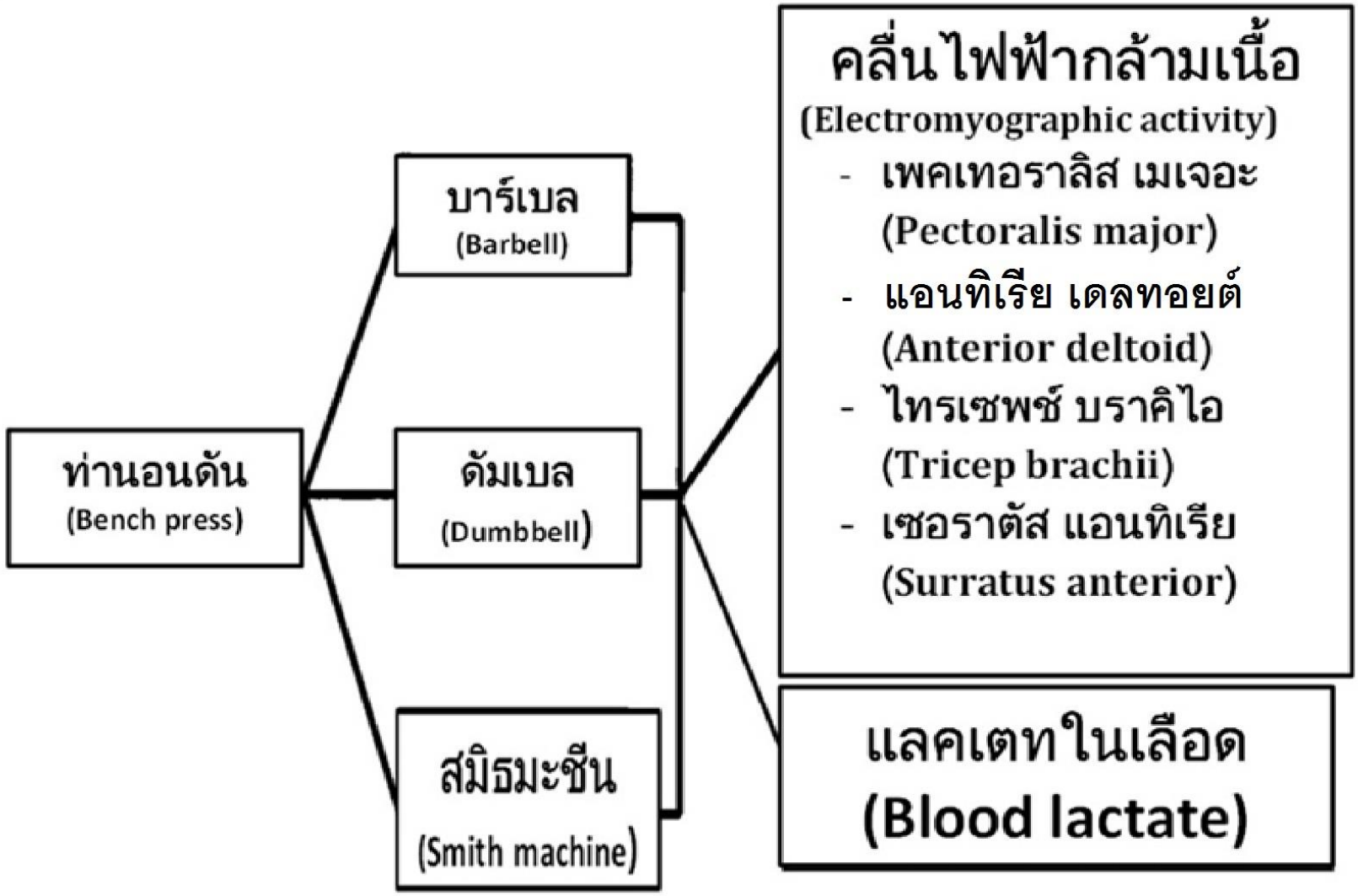
ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้การฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้น้ำหนักแบบปานกลาง คือจำนวนเซ็ทที่ 4 เซ็ท และจำนวนครั้งที่ 10 ครั้ง มาทดลองโดยเปรียบเทียบผลฉับพลันระหว่างท่านอนดัน 3 แบบ โดยใช้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเป็นตัววัดการออกแรงของกล้ามเนื้อ 4 จุด ได้แก่ กล้ามเนื้อ เพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ที่มีผลต่อความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดซึ่งมีส่วนช่วยในกระบวนการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเพาะกายชาย ที่มีความชำนาญในการฝึก เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่เที่ยงตรงและมีประสิทธิภาพมากที่สุด และเพื่อศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อที่มีส่วนในการออกแรงของทั้ง 3 ท่าฝึก ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

งานวิจัยของ Oliver, Jagim et al. (2013) เปรียบเทียบการฝึกที่มีรูปแบบการพักแบบอินทราเซ็ท (Intraset rest interval - ISRs) ที่ใช้ในโปรแกรมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ เปรียบเทียบกับ การฝึกที่มีรูปแบบการพักแบบประเพณีนิยม (Traditional rest - TRD) โดยมี เป้าหมายเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นชายอายุระหว่าง 20 – 30 ปี จำนวน 22 คน ที่มีประสบการณ์การฝึกด้วยน้ำหนักอย่างสม่ำเสมอ แยกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกด้วยน้ำหนักในระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยใช้การฝึกแบบ ISRs กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกด้วยน้ำหนักในระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยใช้การฝึกแบบ TRD โดยทำการทดลองทั้งหมด 12 สัปดาห์ โดยทำการเก็บข้อมูลด้านความแข็งแรง (น้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดใน 1 ครั้ง) ในท่านอนดัน และ ท่าสควอชด้านพลังระดมของกล้ามเนื้อในน้ำหนักที่ 60% ของ 1 อาร์เอ็มในท่านอนดัน ท่าสควอช และ การกระโดดในแนวตรง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง ในสัปดาห์ที่ 4 8 และ 12 ของการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า การฝึกแบบอินทราเซ็ท มีการเพิ่มขึ้นของพลังระดมของกล้ามเนื้อในท่านอนดัน และการกระโดดในแนวตรง ส่วนพลังระดมของกล้ามเนื้อในท่าสควอช มีเพิ่มขึ้นในการฝึกแบบประเพณีนิยม ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เพิ่มขึ้นทั้งในท่าสควอช และ การกระโดดในแนว

ตรงในการฝึกแบบอินทราเซ็ท ส่วนในการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ มีการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อทั้ง 2 รูปแบบการฝึกอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การฝึกแบบอินทราเซ็ทสามารถใช้ในการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อควบคู่กับการฝึกเพื่อพัฒนาพลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


ท่านอนดัน
(Bench press)
บาร์เบล
(Barbell)
ดัมเบล
(Dumbbell)
สมิธมะชีน
(Smith machine)
คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
(Electromyographic activity)
- เพคเทอราลิส เมเจอะ
(Pectoralis major)
- แอนทิเรีย เดลทอยต์
(Anterior deltoid)
- ไทรเซพซ์ บราคิไอ
(Tricep brachii)
- เซอราตัส แอนทิเรีย
(Surratus anterior)
แลคเตทในเลือด
(Blood lactate)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อศึกษาผลฉับพลันขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกายของนักกีฬาเพาะกายชาย ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเพาะกายชายสังกัดพาวเวอร์เฮ้าส์ยิม จำนวน 15 คน โดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องเป็นนักกีฬาเพาะกายที่ใช้โปรแกรมการฝึกแบบนักกีฬาเพาะกาย อายุตั้งแต่ 18 ปี ขึ้นไป และไม่เกิน 30 ปี

2. ไม่มีการบาดเจ็บทางร่างกายและโรคประจำตัว เช่น มีการบาดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อหรือเป็นโรคที่ส่งผลต่อการฝึกท่านอนดัน โดยผู้วิจัยเป็นผู้คัดกรองด้วยตัวเอง

3. ไม่อยู่ในช่วงฤดูกาลแข่งขัน (Pre–season)

4. ไม่อยู่ในช่วงการใช้ยาหรือสารกระตุ้นประเภทเพิ่มระดับฮอร์โมน

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยออกจากการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีการฝึกร่างกายภายใน 48 ชั่วโมงก่อนการวิจัย หรือผู้เข้าร่วมการวิจัยที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อุปกรณ์การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน ได้แก่ บาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน

2. เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ยี่ห้อ MEGAWIN

3. เครื่องวัดความเข้มข้นของแลคเตท ยี่ห้อ Analox รุ่น Analox – LM5

4. แบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

5. แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล และแบบบันทึกผลการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อจากบทความวิจัย

2. นำรูปแบบโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มขนาดเส้นใยของกล้ามเนื้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

3. นำรูปแบบโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ที่ได้รับการแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

4. นำรูปแบบโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบแก้ไขให้เหมาะสม

5. นำรูปแบบโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เสนอพิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ผู้วิจัยคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยคัดกรองและติดต่อกลุ่มตัวอย่างโดยตรง

7. ผู้วิจัยชี้แจงและทำหนังสืออธิบายวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งอธิบายรายละเอียดของโปรแกรม ดังตาราง 1

8. เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน

ลำดับการวิจัย	ท่าฝึก
การวิจัยที่ 1	ท่านอนดันโดยใช้บาร์เบล
การวิจัยที่ 2	ท่านอนดันโดยใช้ดัมเบล
การวิจัยที่ 3	ท่านอนดันโดยใช้สมิธมะชีน

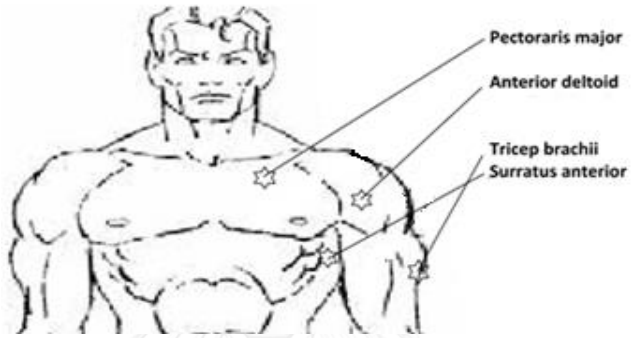
*ทุกการวิจัยจะใช้ความหนักที่ 10 อาร์เอ็ม

9. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย ทำการทดสอบหาค่า 10 อาร์เอ็ม ของท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน

10. ผู้วิจัยได้ชี้แจงกับผู้เข้าร่วมการวิจัยว่า ห้ามไม่ให้มีการออกกำลังกายอย่างน้อย 48 ชั่วโมงก่อนวันทำการวิจัย

11. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเดินบนลู่วิ่ง 5 นาที และ ใช้ท่านอนดันด้วยน้ำหนักครึ่งนึงของ 10 อาร์เอ็ม 10 – 15 ครั้ง เพื่ออบอุ่นร่างกาย

12. ก่อนเริ่มการวิจัย ผู้วิจัยทำการติดขั้วไฟฟ้าให้กับผู้เข้าร่วมการวิจัยในข้างที่ถนัดบนตำแหน่งกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทีเรีย



ภาพที่ 8 แสดงตำแหน่งการติดอิเล็กโทรด 4 จุด

13. ทำการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน โดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ทั้งหมด 4 เซ็ท เวลาพักระหว่างเซ็ท 60-90 วินาที โดยใช้การถ่วงดุลลำดับสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ตารางที่ 2 แสดงการถ่วงดุลลำดับของการทดลองทั้ง 3 การทดลอง

รอบ	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3
สัปดาห์ที่ 1	คนที่ 1-5	คนที่ 6-10	คนที่ 11-15
สัปดาห์ที่ 2	คนที่ 6-10	คนที่ 11-15	คนที่ 1-5
สัปดาห์ที่ 3	คนที่ 11-15	คนที่ 1-5	คนที่ 6-10

14. วัดค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนการออกกำลังกาย และหลังการออกกำลังกายทันที

15. วัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย โดยผู้วิจัยทำการบันทึกค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4

16. ทำการหาพื้นที่ใต้กราฟ ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อระหว่างครั้งที่ 2 ถึงครั้งที่ 6 ของการออกกำลังกายในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4

17. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ถ้าพบความแตกต่าง จึงเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลทั่วไป ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกาย และค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 ขณะออกกำลังกายของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ถ้าพบความแตกต่าง จึงเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การพิทักษ์สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. เอกสารสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัย (Participant sheet) มีการให้ข้อมูลอย่างครบถ้วนเป็นภาษาที่เข้าใจง่าย เนื้อหากระชับ หลีกเลี่ยงภาษาวิชาการ

2. หนังสือยินยอมผู้เข้าร่วมการวิจัย (Informed consent form) ต้องมีข้อความที่แสดงว่าได้รับการบอกกล่าวถึงลักษณะโครงการวิจัยซึ่งรวมถึงข้อความที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องปฏิบัติ ระยะเวลาการเข้าร่วมโคงการ ความสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย และรักษาความลับของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

3. ผู้วิจัยจะต้องสำเนาเอกสารของผู้เข้าร่วมการวิจัย (Participant sheet) และหนังสือยินยอมผู้เข้าร่วมการวิจัย (Informed consent form) ให้กับผู้เข้าร่วมการวิจัย 1 ชุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไป ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย และหลังการออกกำลังกาย และค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย แบ่งการนำเสนอเป็น 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ และน้ำหนักโดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ในท่านอนดันโดยใช้บาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ถ้าพบความแตกต่าง จึงเปรียบเทียบรายคู่ด้วยโดยวิธีการของบอนเฟอโรนี

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย และหลังการออกกำลังกาย โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ และน้ำหนักโดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ในท่านอนดันโดยใช้บาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ และน้ำหนักโดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ในท่านอนดันโดยใช้บาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัย (n=15)	$\bar{x}_{(n=15)}$	S.D.
อายุ (18-30 ปี)	24.73	4.01
น้ำหนัก 10 อาร์เอ็ม ในท่านอนดันด้วยบาร์เบล (กิโลกรัม)	57.33	5.12
น้ำหนัก 10 อาร์เอ็ม ในท่านอนดันด้วยดัมเบล (กิโลกรัม)	34.60	4.64
น้ำหนัก 10 อาร์เอ็ม ในท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน (กิโลกรัม)	47.20	6.02

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยอายุของผู้เข้าร่วมการวิจัยเท่ากับ 24.73 ปี น้ำหนักที่ 10 อาร์เอ็ม ในท่านอนดันด้วยบาร์เบล เท่ากับ 57.33 กิโลกรัม น้ำหนัก 10 อาร์เอ็ม ในท่านอนดันด้วยดัมเบล เท่ากับ 34.60 กิโลกรัม และน้ำหนัก 10 อาร์เอ็ม และในท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน เท่ากับ 47.20 กิโลกรัม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่ด้วยโดยวิธีการของบอนเฟอโรนี

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบลเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

กล้ามเนื้อ	Set 1			Set 2			Set 3			Set 4		
	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD
เพคเทอราลิส เมเจอะ	2.835	100	0	2.542	90.28	7.26	2.277	81.97	12.88	2.146	77.48	13.14
แอนทิเรีย เดลทอยต์	2.599	100	0	2.405	91.94	4.08	2.265	85.99	7.72	2.054	77.61	13.82
ไทรเซพซ์ บราคิไอ	2.002	100	0	1.813	90.57	5.58	1.698	84.83	7.29	1.564	78.25	7.47
เซอราตัส แอนทิเรีย	1.877	100	0	1.722	92.02	7.99	1.609	86.23	8.86	1.456	78.12	10.69

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 2.835 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 2.542 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 90.28 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 2.277 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 81.97 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 2.146 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 77.48 ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 2.599 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 2.405 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 91.94 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 2.265 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 85.99 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 2.054 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 77.61 ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 2.002 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับ ร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 1.813 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 90.57 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 1.609 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 84.83 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 1.564 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 78.25 ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 1.877 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 1.722 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 92.02 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 1.609 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 86.23 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 1.456 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 78.12

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบลในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	3616.057	14	258.291	23.413	0.000*
ระหว่างการทดลอง	4422.430	3	1474.143		
ระหว่างสมาชิก	2644.453	42	62.963		
รวม	10682	59	181.067		

*p < .05

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	9.722*	18.028*	22.516*
Set 2	90.28	-	-	8.306*	12.794*
Set 3	81.97	-	-	-	4.488*
Set 4	77.48	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในขณะออกกำลังกายด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	1967.052	14	140.504	23.365	0.000*
ระหว่างการทดลอง	4024.828	3	1341.609		
ระหว่างสมาชิก	2411.660	42	57.420		
รวม	8403.541	59	142.433		

*p < .05

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายของโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	8.062*	14.015*	22.387*
Set 2	91.94	-	-	5.953*	14.325*
Set 3	85.99	-	-	-	8.372*
Set 4	77.61	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในขณะออกกำลังกายด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	1418.178	14	101.298	65.085	.000*
ระหว่างการทดลอง	3825	3	1275.106		
ระหว่างสมาชิก	822.829	42	19.591		
รวม	6066.324	59	102.819		

*p < .05

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	9.435*	15.173*	21.749*
Set 2	90.57	-	-	5.738*	12.315*
Set 3	84.83	-	-	-	6.577*
Set 4	78.25	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	2706.350	14	193.311	38.434	.000*
ระหว่างการทดลอง	3841.094	3	1280.365		
ระหว่างสมาชิก	1399.262	42	33.314		
รวม	7946.612	59	134.688		

*p < .05

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบลในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	7.976*	13.771*	21.876*
Set 2	92.02	-	-	5.795*	13.900*
Set 3	86.23	-	-	-	8.105*
Set 4	77.12	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในขณะออกกำลังกายด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบลเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

กล้ามเนื้อ	Set 1			Set 2			Set 3			Set 4		
	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD
เพคเทอราลิส เมเจอะ	2.811	100	0	2.607	92.62	5.10	2.434	86.93	5.81	2.255	81.08	5.84
แอนทิเรีย เดลทอยต์	2.361	100	0	2.158	91.87	4.73	2.064	87.94	4.30	1.839	78.48	11.48
ไทรเซพซ์ บราคิไอ	2.120	100	0	1.992	94.01	4.26	1.876	88.36	3.15	1.706	80.54	6.24
เซอราตัส แอนทิเรีย	1.947	100	0	1.763	90.40	6.68	1.644	84.11	8.48	1.495	76.40	10.50

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 2.811 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 2.607 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 92.62 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 2.436 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 86.93 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 2.255 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 81.08 ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 2.361 ไมโครโวลต์.วินาทีเท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 2.158 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 91.87 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 2.064 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 87.94 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 1.839 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 78.48 ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 2.120 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 1.992 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 94.01 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 1.876 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 88.36 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 1.706 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 80.54 ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 1.947 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 1.763 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 90.40 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 1,644 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 84.11 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 1.495 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 76.40

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	794.046	14	56.718	57.922	.000*
ระหว่างการทดลอง	2936.581	3	978.860		
ระหว่างสมาชิก	709.789	42	16.900		
รวม	4440.417	59	75.261		

*p < .05

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ โดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบลในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 ขณะออกกำลังกายเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	7.377*	13.068*	18.921*
Set 2	92.62	-	-	5.691*	11.544*
Set 3	86.93	-	-	-	5.853*
Set 4	81.08	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในขณะออกกำลังกายด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	1525.927	14	108.995	40.695	.000*
ระหว่างการทดลอง	3595.486	3	1198.495		
ระหว่างสมาชิก	1236.424	42	29.451		
รวม	6358.350	59	107.769		

*p < .05

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	8.128*	12.055*	21.519*
Set 2	91.87	-	-	3.927*	13.391*
Set 3	87.95	-	-	-	9.464*
Set 4	78.48	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในขณะออกกำลังกายด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	399.668	14	28.548	65.015	.000*
ระหว่างการทดลอง	3091.291	3	1030.430		
ระหว่างสมาชิก	665.660	42	15.849		
รวม	4156.619	59	70.451		

*p < .05

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบลในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	5.987*	11.644*	19.455*
Set 2	94.01	-	-	5.657*	13.468*
Set 3	88.36	-	-	-	7.811*
Set 4	80.54	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 19 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในขณะออกกำลังกายด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	2378.732	14	169.909	50.355	.000*
ระหว่างการทดลอง	4487.094	3	1495.698		
ระหว่างสมาชิก	1247.527	42	29.703		
รวม	8113.352	59	137.514		

*p < .05

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	9.596*	15.889*	23.599*
Set 2	90.40	-	-	6.293*	14.003*
Set 3	84.11	-	-	-	7.710*
Set 4	76.40	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในขณะออกกำลังกายด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

กล้ามเนื้อ	Set 1			Set 2			Set 3			Set 4		
	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD	$\bar{x}$ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (uv.s)	$\bar{x}$ ค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 (100%)	SD
เพคเทอราลิส เมเจอะ	2.655	100	0	2.295	86.57	14.16	2.158	81.89	15.15	1.993	75.97	17.19
แอนทิเรีย เดลทอยต์	2.678	100	0	2.342	88.53	8.68	2.130	80.98	14.36	1.988	74.57	13.93
ไทรเซพซ์ บราคิไอ	2.168	100	0	1.934	90.16	7.60	1.785	82.90	6.66	1.607	74.87	7.98
เซอราตัส แอนทิเรีย	1.955	100	0	1.746	90.34	9.40	1.594	83.18	11.00	1.405	73.57	13.16

จากตารางที่ 22 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 2.655 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 2.295 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 86.57 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 2.158 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 81.89 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 1.993 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 75.97 ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 2.678 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 2.342 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 88.53 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 2.130 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 80.98 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 1.988 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 74.57 ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 2.168 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 1.934 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 90.16 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 1.785 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 82.90 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 1.607 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 74.87 ค่าเฉลี่ยค่าร้อยละในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 1 เท่ากับ 1.955 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 100 ในเซ็ทที่ 2 เท่ากับ 1.746 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 90.34 ในเซ็ทที่ 3 เท่ากับ 1.594 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 83.18 ในเซ็ทที่ 4 เท่ากับ 1.405 ไมโครโวลต์.วินาที เท่ากับร้อยละ 73.57

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	8117.861	14	579.847	18.864	.000*
ระหว่างการทดลอง	4706.707	3	1568.902		
ระหว่างสมาชิก	3493.068	42	83.168		
รวม	16317.636	59	276.570		

*p < .05

จากตารางที่ 23 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึง เซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	13.433*	18.111*	24.030*
Set 2	86.57	-	-	4.679	10.597*
Set 3	81.89	-	-	-	5.919*
Set 4	75.97	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 24 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในขณะออกกำลังกายด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 3 และเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 ปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	5058.443	14	361.317	29.454	.000*
ระหว่างการทดลอง	5372.076	3	1790.692		
ระหว่างสมาชิก	2553.457	42	60.797		
รวม	12983.976	59	220.067		

*p < .05

จากตารางที่ 25 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	11.473*	19.015*	25.428*
Set 2	88.53	-	-	7.543*	13.955*
Set 3	80.98	-	-	-	6.413*
Set 4	74.57	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 26 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในขณะออกกำลังกายด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	1200.423	14	85.745	49.607	.000*
ระหว่างการทดลอง	5143.846	3	1714.615		
ระหว่างสมาชิก	1451.673	42	34.564		
รวม	7795.942	59	132.135		

*p < .05

จากตารางที่ 27 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 28 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1(100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	9.845*	17.099*	25.131*
Set 2	90.16	-	-	7.254*	15.287*
Set 3	82.90	-	-	-	8.033*
Set 4	74.87	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 28 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในขณะออกกำลังกายด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	3989.832	14	284.988	36.957	.000*
ระหว่างการทดลอง	5623.299	3	1874.433		
ระหว่างสมาชิก	2130.210	42	172.300		
รวม	11743.341	59	199.040		

*p < .05

จากตารางที่ 29 แสดงให้เห็นว่า ค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซฮราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 30 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 1 ถึงเซ็ทที่ 4 เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

	$\bar{x}$	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4
Set 1	100	-	9.657*	16.815*	26.430*
Set 2	90.34	-	-	7.157*	16.773*
Set 3	83.19	-	-	-	9.615*
Set 4	73.57	-	-	-	-

*p < .05

จากตารางที่ 30 แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในขณะออกกำลังกายด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยหลังการทดลองภายในการระหว่างการทดลองทั้ง 3 กลุ่มการทดลองโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งถ้าพบความแตกต่าง จึงเปรียบเทียบรายคู่ด้วยโดยวิธีการของบอนเฟอโรนี

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย และหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน

ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (mmol/l.)	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
ใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล	2.74	0.96	10.34	1.63
ใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล	2.76	0.78	10.27	1.01
ใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน	2.81	0.80	10.04	1.79

จากตารางที่ 31 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบลเท่ากับ 2.74 มิลลิโมล/ลิตร ท่านอนดันด้วยดัมเบลเท่ากับ 2.76 มิลลิโมล/ลิตร และท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนเท่ากับ 2.81 มิลลิโมล/ลิตร และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล เท่ากับ 10.34 มิลลิโมล/ลิตร ท่านอนดันด้วยดัมเบลเท่ากับ 10.27 มิลลิโมล/ลิตร และท่านอนดันด้วยสมิธแมชชีนเท่ากับ 10.04 มิลลิโมล/ลิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าร้อยละของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกาย โดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน

	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย		T	P
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD		
ท่านอนดันด้วยบาร์เบล	2.74	0.96	10.34	1.63	-17.657	.000*
ท่านอนดันด้วยดัมเบลเบล	2.76	0.78	10.27	1.74	-18.138	.000*
ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน	2.81	0.80	10.04	1.79	-18.037	.000*

*p < .05

จากตารางที่ 32 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบลเท่ากับ 2.74 มิลลิโมล/ลิตร หลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบลเท่ากับ 10.34 มิลลิโมล/ลิตร ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนเท่ากับ 2.76 มิลลิโมล/ลิตร และหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบลเท่ากับ10.27 มิลลิโมล/ลิตร ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบลเท่ากับ 2.76 มิลลิโมล/ลิตร และหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนเท่ากับ 10.04 มิลลิโมล/ลิตร

เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อน และหลังการออกกำลังกายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน โดยใช้ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	36.879	14	2.634	.168	.846
ระหว่างการทดลอง	.086	2	.043		
ระหว่างสมาชิก	7.148	28	.256		
รวม	44.112	44	1.003		

*p < .05

จากตารางที่ 33 แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน โดยใช้ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ

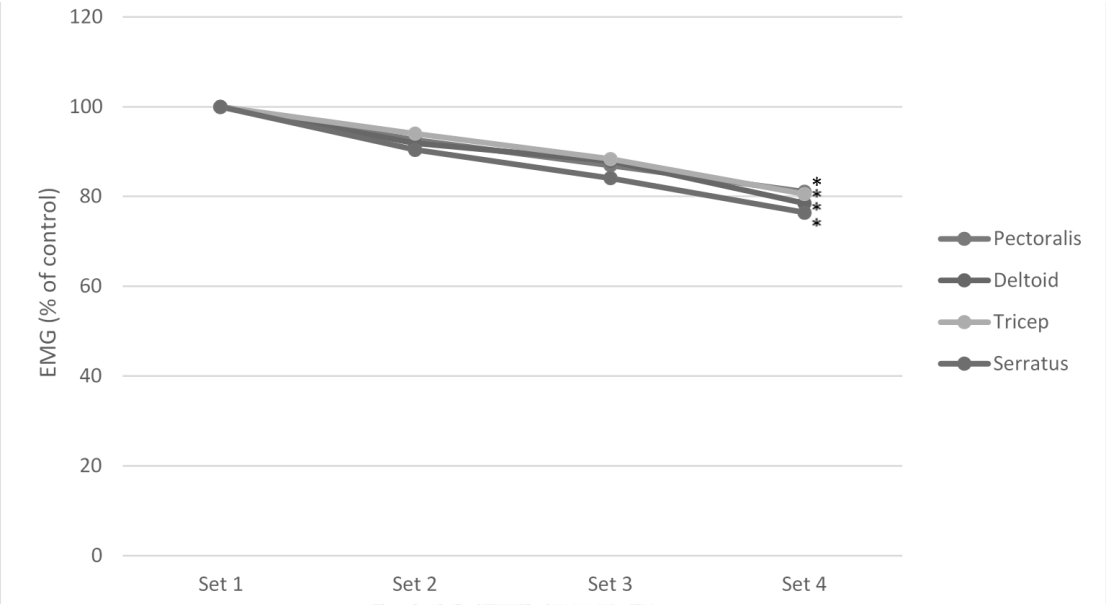
แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในสมาชิก	101.279	14	7.234	.306	.739
ระหว่างการทดลอง	.709	2	.355		
ระหว่างสมาชิก	32.444	28	1.159		
รวม	134.432	44	3.055		

*p < .05

จากตารางที่ 34 แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

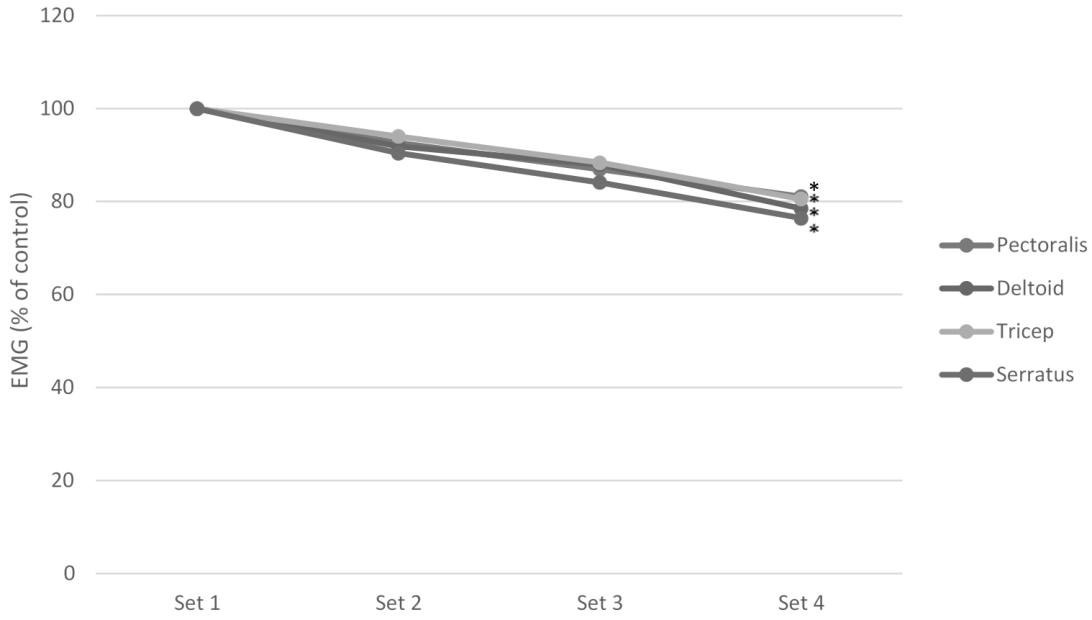
แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบลเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)



* น้อยกว่าเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

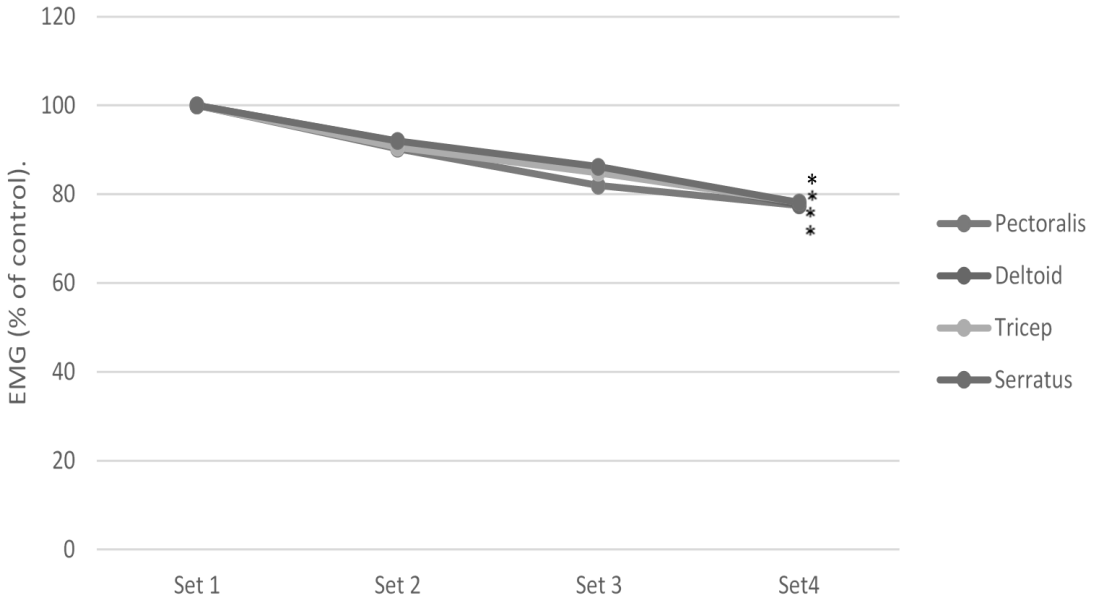
แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบลเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)



* น้อยกว่าเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

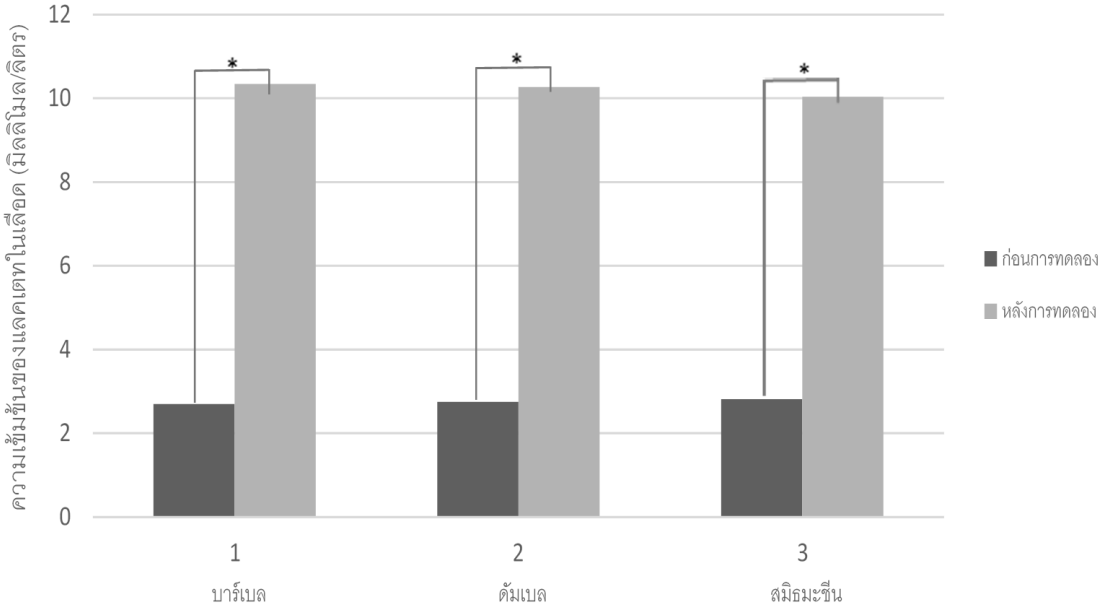
แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันสมิธมะชีน เปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)



* น้อยกว่าเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย และหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน



* มีค่ามากกว่าก่อนการออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษา การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และ สมิธมะชีน และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักกีฬาเพาะกายชาย 15 คน อายุเฉลี่ย 24.73 ปี ทำการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน โดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ทั้งหมด 4 เซ็ท เวลาพักระหว่างเซ็ท 60-90 วินาที โดยใช้การถ่วงดุลลำดับ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง วัดค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกาย วัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ และทำการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบลเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

1.1 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในขณะออกกำลังกายด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในขณะออกกำลังกายด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ขณะออกกำลังกายด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในขณะออกกำลังกายด้วยบาร์เบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบลเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

2.1 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในขณะออกกำลังกายด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในขณะออกกำลังกายด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในขณะออกกำลังกายด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในขณะออกกำลังกายด้วยดัมเบล ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีนเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 (100%)

3.1 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในขณะออกกำลังกายด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ ในเซ็ทที่ 3 และเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในขณะออกกำลังกายด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในขณะออกกำลังกายด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไทรเซ้พซ์ บราคิไอ ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.4 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในขณะออกกำลังกายด้วยสมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 4 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 3 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในเซ็ทที่ 2 น้อยกว่าในเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล เท่ากับ 2.74 มิลลิโมล/ลิตร และหลังการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยบาร์เบลเท่ากับ 10.34 มิลลิโมล/ลิตร

5. ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยดัมเบล เท่ากับ 2.76 มิลลิโมล/ลิตร และหลังการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยดัมเบลเท่ากับ 10.27 มิลลิโมล/ลิตร

6. ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน เท่ากับ 2.81 มิลลิโมล/ลิตร และหลังการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน เท่ากับ 10.04 มิลลิโมล/ลิตร

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเปรียบเทียบกับเซ็ทที่ 1 ในเซ็ทที่ 2 เซ็ทที่ 3 และเซ็ทที่ 4 ของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในเซ็ทที่ 1 ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ในขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และ สมิธมะชีน ในเซ็ทที่ 4 มีค่าน้อยกว่า เซ็ทที่ 3 เซ็ทที่ 2 และเซ็ทที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเป็นไปตามสมมุติฐาน ซึ่งเกิดจากการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ Schoenfeld (2000) ที่ได้เสนอแนะให้ใช้การฝึกที่จำนวนครั้งปานกลาง ซึ่งทำให้เกิดการกระตุ้นหน่วยยนต์ โดยหน่วยยนต์ขนาดเล็กจะถูกระดมขึ้นมาก่อน เมื่อความหนักเพิ่มมากขึ้น หน่วยยนต์ขนาดใหญ่จะถูกระดมขึ้นจนครบทุกหน่วยยนต์ เกิดกระบวนการไกลโคไลสิสมีผลทำให้แลคเตทในเลือดสูงขึ้นมาก มีผลทำให้ผลรวมของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลดลง

จากสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ภายหลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และ สมิธมะชีน ทำให้ปริมาณแลคเตทในเลือดไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยบาร์เบล เท่ากับ 2.74 มิลลิโมล/ลิตร และหลังการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยบาร์เบล เท่ากับ 10.34 มิลลิโมล/ลิตร ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ แลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยดัมเบล เท่ากับ 2.76 มิลลิโมล/ลิตร และหลังการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยดัมเบล เท่ากับ 10.27 มิลลิโมล/ลิตร และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วย สมิธมะชีน เท่ากับ 2.81 มิลลิโมล/ลิตร และหลังการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน เท่ากับ 10.04 มิลลิโมล/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย และหลังการออกกำลังกาย พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 แต่เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยหลังการออกกำลังกายด้วยท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันภายในรายกลุ่มจึงเป็นไปตามสมมุติฐาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ojasto & Hakkinen (2009) ที่พบว่า หลังการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันที่ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ทั้งหมด 4 เซ็ท เวลาพักระหว่างเซ็ท 2 นาที มีค่าเท่ากับ 10.23 มิลลิโมล/ลิตร

Schoenfeld (2010) ได้สรุปว่า จากผลการวิจัยในปัจจุบัน ได้แนะนำให้ใช้จำนวนครั้งระหว่าง 6-12 ครั้ง ใช้เวลาพักระหว่างเซ็ท เวลา 60-90 วินาที เพื่อที่จะมั่นใจได้ว่า จำนวนหน่วยยนต์ทั้งหมดถูกระดมขึ้นมาทำงาน โดยช่วงคอนเซนตริก ใช้ความเร็วปานกลาง (เวลา 1-3 วินาที) และช่วงเอ็คเซนตริก ใช้ความเร็วที่น้อยลง (เวลา 2-4 วินาที) เพื่อให้เกิดตัวกระตุ้นที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร ที่มีนัยสำคัญกับการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เพื่อที่จะมั่นใจได้ว่า จำนวนหน่วยยนต์ทั้งหมดถูกระดมมาทำงาน มีรายงานการวิจัยจำนวนมากได้สนับสนุนว่า การออกกำลังกายที่ทำให้เกิดตัวกระตุ้นที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารนี้ เป็นที่ประจักษ์ว่า เป็นผลมาจากการออกกำลังกายที่เป็นกระบวนการแอนแอโรบิกไกลโคไลสิส ซึ่งมีผลทำให้เกิดสารที่เกิดจากการสันดาป เช่น แลคเตท ไฮโดรเจน ไอออน อนินทรีย์ ฟอสเฟส และครีเอทีน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ จากงานวิจัยชิ้นนี้ สรุปได้ว่าการใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน ที่ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ทั้งหมด 4 เซ็ท ทำให้เกิดความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถเลือกใช้ในการออกกำลังกายด้วยความหนักที่ 10 อาร์เอ็มของแต่ละท่า

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การฝึกท่านอนดันในแต่ละอุปกรณ์ ที่ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ทั้งหมด 4 เซ็ท สามารถนำไปใช้กับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการฝึกในแต่ละโปรแกรมการฝึก เพื่อพัฒนากล้ามเนื้อให้เหมาะสมกับชนิดกีฬานั้น
2. ควรมีการศึกษาคลื่นกล้ามเนื้อมัดอื่น ในโปรแกรมการฝึกท่านอนดัน เพื่อให้สอดคล้องกับโปรแกรมการฝึกที่เฉพาะจงกับกีฬาชนิดอื่นๆ ที่ใช้มัดกล้ามเนื้อที่ต่างกันต่อไป
3. เนื่องด้วยการทดสอบมีความหนักค่อนข้างสูง ดังนั้นควรมีผู้ช่วยวิจัยที่มีประสบการณ์ในการฝึกด้วยน้ำหนักอย่างน้อย 1 คน เพื่อคอยให้ความช่วยเหลือดูแลผู้เข้าร่วมงานวิจัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกพร จันทวร. (2542). **การวิเคราะห์คลื่นกล้ามเนื้อแขนไหล่และหลังส่วนบนในท่าสแนทช์ของนักกีฬายกน้ำหนักเยาวชน**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภูเบศร์ นภัทรพิทยาธร. (2543). **การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของการฝึกคอนเซ็นตริกควบคู่กับการฝึกเอ็กซ์เซนตริกโดยใช้เวลาพักที่แตกต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เรนู พรหมเนตร. (2542). **การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสะโพกและขา ควบคู่กับการเคลื่อนไหวสองมิติในท่าสแนทช์ของนักกีฬายกน้ำหนักเยาวชน**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อารมย์ ตรีราช. (2559). **การพัฒนาโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย**, สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Aberg, E. (2006). **Muscle mechanics**, Human Kinetics.

Buresh, R., et al. (2009). **The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength, and hypertrophy with training**. The Journal of Strength & Conditioning Research 23(1): 62-71.

Campos, G. E., et al. (2002). **Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones**. European journal of applied physiology 88(1): 50-60.

Clarys, J. P. and J. Cabri (1993). **Electromyography and the study of sports movements: a review**. Journal of sports sciences 11(5): 379-448.

Hackett, D. A., et al. (2013). **Training practices and ergogenic aids used by male bodybuilders**. The Journal of Strength & Conditioning Research 27(6): 1609-1617.

Hermansen, L. and I. Stensvold (1972). **Production and removal of lactate during exercise in man**. Acta Physiologica 86(2): 191-201.

Hogan, M. C., et al. (1995). **Increased [lactate] in working dog muscle reduces tension development independent of pH**. Medicine and Science in Sports and Exercise 27(3): 371-377.

Joy, J. M., et al. (2013). **Power output and electromyography activity of the back squat exercise with cluster sets.** J Sports Sci 1: 37-45.

Kraemer, W. J., et al. (1990). **Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols**. Journal of Applied Physiology 69(4): 1442-1450.

Kruse, J. A., et al. (1987). **Significance of blood lactate levels in critically Ill patients with liver disease**. The American journal of medicine 83(1): 77-82.

Ojasto, T. and K. Häkkinen (2009). **Effects of different accentuated eccentric loads on acute neuromuscular, growth hormone, and blood lactate responses during a hypertrophic protocol**. The Journal of Strength & Conditioning Research 23(3): 946-953.

Oliver, J. M., et al. (2013). **Greater gains in strength and power with intraset rest intervals in hypertrophic training**. The Journal of Strength & Conditioning Research 27(11): 3116-3131.

Pinel, J. P. (2009). **Biopsychology**, Pearson education.

Saeterbakken, A. H., et al. (2011). **A comparison of muscle activity and 1-RM strength of three chest-press exercises with different stability requirements.** Journal of sports sciences 29(5): 533-538.

Schoenfeld, B. (2000). **Repetitions and Muscle Hypertrophy.** Strength & Conditioning Journal 22(6): 67.

Schoenfeld, B. J. (2010). **The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training.** The Journal of Strength & Conditioning Research 24(10): 2857-2872.

Sprague (1996). **More Muscle** . Champaine, IL:Human Kinetics : 126.

Suga, T., et al. (2009). **Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction**. Journal of Applied Physiology 106(4): 1119-1124.

Tesch, P. A., et al. (1986). **Muscle metabolism during intense, heavy-resistance**

exercise. European journal of applied physiology and occupational physiology 55(4): 362-366.

Willardson, J.M. (2007), **The application of training to failure in periodized multiple-set resistance exercise programs**. Journal of Strength and Conditioning Research. 21(2) 628-631.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
หนังสือรับรองจริยธรรม

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย

ชื่อผู้วิจัย นายศรัณย์ วุจิธรรมกุล

ต้นสังกัด นิสิตระดับมหาบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย 26-28 ถนนมหาราช แขวงพระราชวัง เขตพระนคร กทม 10200

โทรศัพท์มือถือ : 085-8510448 **E-mail** : tang_1905@hotmail.com

1. ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

2. โครงการนี้เกี่ยวข้องกับการวิจัย เพื่อหาผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อ 7 ชุด ได้แก่ กล้ามเนื้อหน้าอก 2 ส่วน คือ Pectoralis major sternal head (กล้ามเนื้ออกส่วนบน) และ Clavicular head (กล้ามเนื้ออกส่วนล่าง), กล้ามเนื้อไหล่ 2 ส่วน ได้แก่ Anterior deltoid (กล้ามเนื้อไหล่ด้านหน้า) และ Middle deltoids (กล้ามเนื้อไหล่ด้านข้าง), Biceps (กล้ามเนื้อหน้าแขน), Tricceps (กล้ามเนื้อหลังแขน) และ Surratus anterior (กล้ามเนื้อด้านข้างของอก) และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ของนักกีฬาเพาะกายชาย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลฉับพลันที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและเปรียบเทียบระหว่างท่านอนดันทั้ง 3 แบบในนักกีฬาเพาะกายชาย ที่มีต่อความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

3. รายละเอียดของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 055 1/59
วันที่รับรอง - 8 ก.ค. 2559
วันหมดอายุ - 7 ก.ค. 2560

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- ประชากร: กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเพาะกายชาย
- กลุ่มตัวอย่าง (Sample group) : จำนวน 15 โดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยผู้วิจัยจะทำการคัดกรองและคัดเลือกนักกีฬาที่มีการฝึกซ้อมอยู่เป็นประจำที่ พาวเวอร์เฮ้าส์ยิม เดอะเซ้นส์ ปิ่นเกล้า

เกณฑ์คัดเข้า

1. ผู้ร่วมทำการทดลองต้องเป็นนักกีฬาเพาะกายที่ใช้โปรแกรมการฝึกแบบนักกีฬาเพาะกายเพศชาย อายุตั้งแต่ 18 ปี ขึ้นไป จนถึงอายุ 30 ปี

2. เป็นผู้ที่ไม่มีการบาดเจ็บทางร่างกายและโรคประจำตัว เช่น มีการบาดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อ หรือเป็นโรคความดันโลหิตสูง ที่ส่งผลต่อการฝึกท่านอนดัน โดยผู้วิจัยเป็นผู้คัดกรองด้วยตัวเอง

4. เป็นผู้ที่ไม่อยู่ในช่วงฤดูกาลแข่งขัน (Pre–season)

5. ต้องไม่อยู่ในช่วงการใช้ยาหรือสารกระตุ้นประเภทเพิ่มระดับฮอร์โมนต่างๆ

เกณฑ์คัดออก

ผู้เข้าร่วมการทดลองมีการฝึกร่างกายช่วงบนภายใน 48 ชั่วโมงก่อนการทดลองและผู้ที่ได้รับบาดเจ็บระหว่างการทดลอง

4. กระบวนการการวิจัยที่กระทำต่อกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย มีนาย*ศรัณย์* รุจิธรรมกุล เป็นผู้วิจัยหลัก หลังจากที่ท่านได้ยินยอมเข้าร่วมโครงการ ผู้วิจัย จะสัมภาษณ์และบันทึกข้อมูลส่วนตัวของท่าน และจะทำการทดสอบหาค่า 10 RM ของทั้ง 3 ท่าฝึก ทุกวันอาทิตย์ 3 ครั้ง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ต่อเนื่องกัน โดยผู้วิจัยจะทำการนัดหมายเวลากับผู้เข้าร่วมฯแต่ละคน ทำการฝึกยกน้ำหนักด้วยท่านอนดัน 3 ท่า ท่าละ 4 เซ็ต 10 ครั้ง โดยแบ่งเป็น สัปดาห์ละ 1 ท่า โดยก่อนเริ่มการทดลองให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการติดอิเล็กโทรดที่ผิวหนัง บริเวณกล้ามเนื้อ 7 จุด และทุกการทดลองจะทำการวัดระดับแลคเตทในเลือดด้วยเครื่อง Lactate analyser ก่อนการฝึกและทันทีหลังการฝึก โดยจะมีการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วโดยพยาบาลวิชาชีพ ใช้เลือดปริมาณ 0.1 cc. โดยจะทำทั้งหมด 3 ครั้ง ตลอดการทดลอง

เลขที่โครงการวิจัย 055.1/59
วันที่รับรอง - 8 ก.ค. 2559
วันหมดอายุ - 7 ก.ค. 2560

สถานที่ในการทดลอง

พาวเวอร์เฮ้าส์ยิม เดอะเซ้นต์ ปิ่นเกล้า

ระยะเวลาในการทดสอบ

ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที

โดยงานวิจัยนี้ดำเนินการทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนการทดลอง กลุ่มตัวอย่างต้องไม่ฝึกร่างกาย อย่างน้อย 48 ชั่วโมง

2. ให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกาย โดยการเดินบนลู่วิ่ง 5 นาที จากนั้นให้ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 5 นาที

3. ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยการฝึกท่านอนดันโดยใช้น้ำหนักเบา 15 ครั้ง เป็นเวลา 1 นาที เพื่อป้องกันอาการล้าของกล้ามเนื้อ

4. ก่อนเริ่มการทดลองให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการติดอิเล็กโทรดแบบวางที่ผิวหนัง บริเวณกล้ามเนื้อ 7 จุด คือ กล้ามเนื้อหน้าอก 2 ส่วน คือ Pectoralis major sternal head (กล้ามเนื้ออกส่วนบน) และ Clavicular head (กล้ามเนื้ออกส่วนล่าง), กล้ามเนื้อไหล่ 2 ส่วน ได้แก่ Anterior deltoid (กล้ามเนื้อไหล่ด้านหน้า) และ Middle deltoids (กล้ามเนื้อไหล่ด้านข้าง), Biceps (กล้ามเนื้อหน้าแขน), Triceps (กล้ามเนื้อหลังแขน) และ Surratus anterior (กล้ามเนื้อด้านข้างของอก) ในข้างลำตัวฝั่งที่ถนัด เป็นเวลา 5 นาที

5. ทุกการทดลองจะทำการวัดค่าเปอร์เซ็นต์ MVC ก่อนเริ่มการทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างจะออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อ พร้อมบันทึกค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุดของมัดกล้ามเนื้อทั้ง 7 จุด ค้างไว้เป็นเวลาทั้งสิ้นจุดละ 10 วินาที ระยะเวลาทั้งสิ้นไม่เกิน 2 นาที ทั้งนี้ ค่าที่วัดได้เป็นข้อมูลดิบที่มีหน่วยเป็น "โวลต์" โดยจะนำมากำหนดเป็นค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (100% of Maximum 7 voluntary contraction ; MVC)

6. ทำการฝึกท่านอนดัน 3 แบบ ตามการทดลองถ่วงดุลลำดับ

การทดลองที่ 1 ทำการฝึกท่านอนดันโดยใช้บาร์เบล 1 เซต 10 ครั้ง ความหนักที่ 10 RM

การทดลองที่ 2 ทำการฝึกท่านอนดันโดยใช้ดัมเบล 1 เซต 10 ครั้ง ความหนักที่ 10 RM

การทดลองที่ 3 ทำการฝึกท่านอนดันโดยใช้ Smith machine 1 เซต 10 ครั้ง ความหนักที่ 10 RM

โดยทุกเซ็ตจะใช้เวลาไม่เกิน 2 นาที และเวลาพักเซ็ตไม่เกิน 1 นาที

7. ทุกการทดลองจะทำการวัดระดับแลคเตทในเลือดด้วยเครื่อง Lactate analyser ทันทีหลังการฝึกเป็นเวลา 5 นาที

8. แบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล และแบบบันทึกผลการทดลอง จะมีการทำลายทิ้งทันทีหลังเสร็จสิ้นกระบวนการวิจัย

9. กระบวนการให้ข้อมูลแก่กลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย กระทำโดยการอธิบายให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยหรือกลุ่มตัวอย่างเข้าใจด้วยตัวผู้วิจัยหลักเองและหากมีข้อสงสัย สามารถซักถามได้ทันที

โครงการวิจัย 055.1/59
รับที่รับรอง -8 ก.ค. 2559
รับรองผลลาย -7 ก.ค. 2559

10. ในโครงการวิจัยนี้ อาจเกิดอันตรายและความเสี่ยงในการทดลองดังนี้

- อาจเกิดอาการบาดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อ จนไม่สามารถทำการทดลองต่อได้

แนวทางการป้องกันอันตรายและความเสี่ยง รวมถึงแนวทางการช่วยเหลือ มีดังนี้

- ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกาย โดยการเดินบนลู่วิ่ง 5 นาที จากนั้นให้ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 5 – 10 นาที
- หากเกิดอันตรายต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย เช่น มีอาการวิงเวียนศีรษะ มีการยึดเกร็งของกล้ามเนื้อบางจุด หรือมีบาดแผลเล็กน้อย ผู้วิจัยจะเป็นคนทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น
- หากมีอาการร้ายแรงเกินกว่าผู้วิจัยช่วยเหลือได้ เช่น มีการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ ผู้วิจัยจะนำผู้เข้าร่วมการวิจัยที่ได้รับอันตรายส่งแพทย์โดยด่วน และผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่ารักษาพยาบาลทั้งหมดด้วยตัวเอง

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้

- ทราบถึงผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของนักกีฬาเพาะกายชาย
- ผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีผลต่อระดับแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย
- เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกให้เหมาะสมสำหรับนักกีฬา
- สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกีฬาที่ต้องการโปรแกรมฝึกโดยท่านอนดันต่อไป

12. การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดย**สมัครใจ** และสามารถ**ปฏิเสธ**ที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับในด้านการศึกษา สุขภาพและจิตใจ

13. หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว**เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่**

14. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

15. การเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ ทุกครั้งที่ผู้มีส่วนร่วมเข้าร่วมทดสอบในวันที่ผู้วิจัยกำหนด จะมีค่าเดินทางและค่าชดเชยเสียเวลาให้ครั้งละ 300 บาท รวมทั้งสิ้นท่านละ 900 บาท และมีอาหารว่างเป็นนมและเวย์โปรตีน เป็นอาหารว่างขณะทดสอบ

16. หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท แขวงปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th

เลขที่โครงการวิจัย 055.1/59

วันที่รับรอง - 8 ก.ค. 2559

วันหมดอายุ - 7 ก.ค. 2560

ขอบคุณความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

นาย ศรัณย์ รุจิธรรมกุล

ภาคผนวก ข

แบบประเมินผลฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย

หัวข้อ	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ข้อเสนอแนะ
1.) ระยะเวลาการวิจัย				
2.) จำนวนครั้งของท่าฝึก				
3.) น้ำหนักที่ใช้ของแต่ละท่าฝึก				
4.) ท่าที่ใช้เปรียบเทียบการฝึกท่านอนดัน 3 แบบ 4.1 ฝึกท่านอนดันโดยใช้บาร์เบล 4.2 ฝึกท่านอนดันโดยใช้ดัมเบล 4.3 ฝึกท่านอนดันโดยใช้สมิธมะชีน				
5.) วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อระหว่างท่าฝึก 5.1 เพคเทอราลิส เมเจอะ 5.2 แอนทิเรีย เดลทอยต์ 5.3 ไทรเซพซ์ บราคิไอ 5.4 เซอราตัส แอนทิเรีย				
6.) วัดระดับแลคเตทในเลือดทันทีหลังการฝึก				

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

……

ลงชื่อ……

( )

ตำแหน่ง……

..../……../……../…….

ภาคผนวก ค

แบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ของการออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน 3 แบบ ที่มีต่อคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักกีฬาเพาะกายชาย

ลำดับที่.....

หัวข้อ	ใช่	ไม่ใช่
1. เป็นผู้ใช้โปรแกรมการฝึกแบบนักกีฬาเพาะกาย		
2. ไม่มีอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ		
3. ไม่เป็นโรคความดันโลหิตสูง		
4. ไม่อยู่ในช่วงฤดูกาลแข่งขัน (Pre–season)		
5. ไม่อยู่ในช่วงใช้ยาหรือสารกระตุ้นประเภทเพิ่มระดับฮอร์โมน		
6. สามารถเข้าร่วมการวิจัยตามวันและเวลาที่กำหนด		
7. ต้องไม่มีการฝึกร่างกายช่วงบนภายใน 48 ชั่วโมงก่อนการวิจัย		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล

คนที่	อายุ	น้ำหนัก 10 อาร์เอ็ม (10 RM)		
		บาร์เบล	ดัมเบล	สมิธมะชีน
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ

แบบบันทึกผลการวิจัย

แบบบันทึกความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

ลำดับ	บาร์เบล		ดัมเบล		สมิธมะชีน	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบบันทึกค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ตารางบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนด้านข้าง.....

ลำดับที่	กล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ				กล้ามเนื้อแอนทีเรีย เดลทอยด์				กล้ามเนื้อไทรเซ็พซ์ บราคี่ไอ				กล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทีเรีย			
	เซ็ทที่ 1	เซ็ทที่ 2	เซ็ทที่ 3	เซ็ทที่ 4	เซ็ทที่ 1	เซ็ทที่ 2	เซ็ทที่ 3	เซ็ทที่ 4	เซ็ทที่ 1	เซ็ทที่ 2	เซ็ทที่ 3	เซ็ทที่ 4	เซ็ทที่ 1	เซ็ทที่ 2	เซ็ทที่ 3	เซ็ทที่ 4
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																

ภาคผนวก ฉ

การหาค่า 1 อาร์เอ็ม ในท่านอนดัน

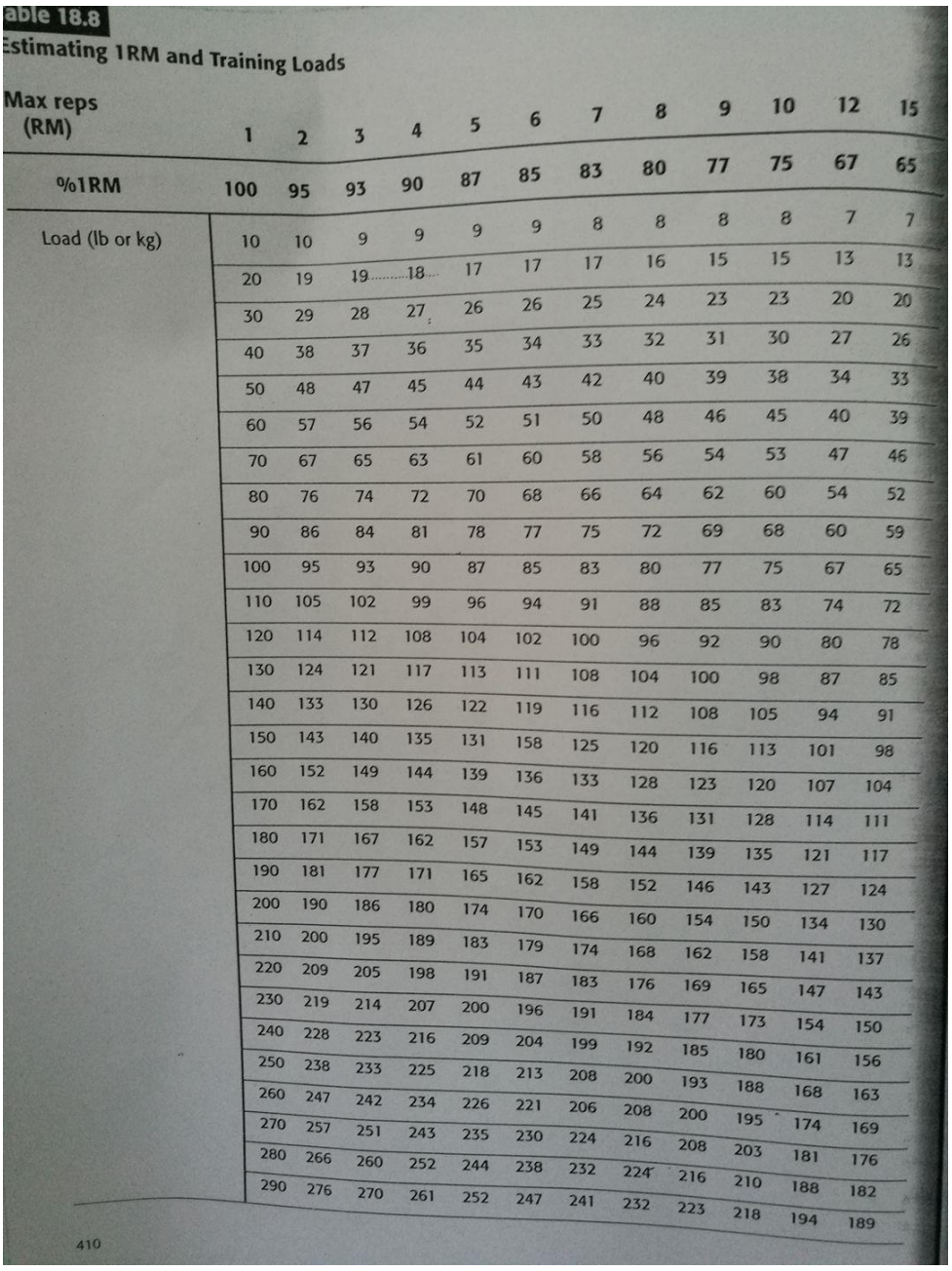
เครื่องมือ

1. อุปกรณ์การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดัน
2. ตารางเปรียบเทียบ 1 อาร์เอ็ม

วิธีการทดสอบ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยกน้ำหนักโดยใช้ท่านอนดันในเซ็ทที่ 1 โดยใช้น้ำหนักที่สามารถยกได้ 5 -10 ครั้ง
2. พักไม่เกิน 1 นาที
3. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบ ทำการยกน้ำหนักโดยใช้ท่านอนดัน โดยการเพิ่มน้ำหนักจากในเซ็ทที่ 1 โดยใช้น้ำหนักที่สามารถยกได้ 3-5 ครั้ง (เพิ่มขึ้น 4-9 กิโลกรัม)
4. พักไม่เกิน 2 นาที
5. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยกน้ำหนักโดยใช้ท่านอนดัน โดยเพิ่มน้ำหนัก โดยใช้น้ำหนักที่สามารถยกได้ 2-3 ครั้ง (เพิ่มขึ้น 4-9 กิโลกรัม)
6. พักเซ็ทประมาณ 2-4 นาที
7. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยกน้ำหนักโดยใช้ท่านอนดัน โดยเพิ่มน้ำหนักจากเซ็ทก่อน 4-9 กิโลกรัม ทำการยก 1 ครั้ง
8. ถ้าผู้เข้ารับการทดสอบสามารถยกได้ ให้กลับไปทำข้อ 6-7
9. ถ้าผู้เข้ารับการทดสอบสามารถยกได้ ให้ลดน้ำหนักลง 2-5 กิโลกรัม และให้ถือว่าเป็นน้ำหนัก 1 อาร์เอ็ม
10. นำค่าน้ำหนัก 1 อาร์เอ็มที่วัดได้เปรียบเทียบกับตารางเปรียบเทียบน้ำหนัก 1 อาร์เอ็ม เพื่อหาค่า 10 อาร์เอ็ม (Campos et al., 2002)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



able 18.8
Estimating 1RM and Training Loads

Max reps (RM)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
%1RM	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	67	65
Load (lb or kg)	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7
	20	19	19	18	17	17	17	16	15	15	13	13
	30	29	28	27	26	26	25	24	23	23	20	20
	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30	27	26
	50	48	47	45	44	43	42	40	39	38	34	33
	60	57	56	54	52	51	50	48	46	45	40	39
	70	67	65	63	61	60	58	56	54	53	47	46
	80	76	74	72	70	68	66	64	62	60	54	52
	90	86	84	81	78	77	75	72	69	68	60	59
	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	67	65
	110	105	102	99	96	94	91	88	85	83	74	72
	120	114	112	108	104	102	100	96	92	90	80	78
	130	124	121	117	113	111	108	104	100	98	87	85
	140	133	130	126	122	119	116	112	108	105	94	91
	150	143	140	135	131	158	125	120	116	113	101	98
	160	152	149	144	139	136	133	128	123	120	107	104
	170	162	158	153	148	145	141	136	131	128	114	111
	180	171	167	162	157	153	149	144	139	135	121	117
	190	181	177	171	165	162	158	152	146	143	127	124
	200	190	186	180	174	170	166	160	154	150	134	130
	210	200	195	189	183	179	174	168	162	158	141	137
	220	209	205	198	191	187	183	176	169	165	147	143
	230	219	214	207	200	196	191	184	177	173	154	150
	240	228	223	216	209	204	199	192	185	180	161	156
	250	238	233	225	218	213	208	200	193	188	168	163
	260	247	242	234	226	221	206	208	200	195	174	169
	270	257	251	243	235	230	224	216	208	203	181	176
	280	266	260	252	244	238	232	224	216	210	188	182
	290	276	270	261	252	247	241	232	223	218	194	189

410

ภาพที่ 9 ตารางเปรียบเทียบน้ำหนัก 1 อาร์เอ็ม (Campos, Luecke et al. 2002)

ภาคผนวก ช

การทดสอบหาค่าแลคเตทในเลือด

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์ระดับแลคเตทในเลือด (Blood lactate analyser) รุ่น Analox–LM5
2. ตัวทำปฏิกิริยาแลคเตทรีเอเจนต์ (Lactate reagents)
3. หลอดเก็บตัวอย่างเลือด
4. เข็มเจาะเลือด
5. สำลีและแอลกอฮอล์
6. ถุงมือยาง

วิธีการทดสอบ

1. เปิดเครื่องวิเคราะห์ระดับแลคเตทในเลือด ทำการแคลิเบลด (Calibrate) ตัวทำปฏิกิริยาแลคเตทรีเอเจนต์ ลงในช่องหยดสารของเครื่องวิเคราะห์ระดับแลคเตทในเลือด อ่านค่าจนเลขค่าสารทำละลายคงที่
2. ใช้สำลีชุปแอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาดบริเวณปลายนิ้วที่จะเจาะในมือข้างที่ไม่ถนัด
3. ใช้เข็มเจาะเลือด เจาะเลือดจากปลายนิ้ว บีบให้ได้หยดเลือดขนาดเท่าหัวเข็มหมุด
4. เก็บตัวอย่างเลือดด้วยหลอดเก็บตัวอย่างเลือด
5. หยดตัวอย่างเลือดลงในช่องหยดสารของเครื่องวิเคราะห์ระดับแลคเตทในเลือด เครื่องจะเริ่มการวิเคราะห์ค่าแลคเตท
6. บันทึกค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด มีหน่วยวัดเป็นมิลลิโมล/ลิตร

ภาพที่ 10 การวัดระดับแลคเตทในเลือด

ภาคผนวก ซ

การวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ยี่ห้อ MEGAWIN
2. คอมพิวเตอร์ ที่ติดตั้งโปรแกรม MEGAWIN
3. แผ่นติดขั้วไฟฟ้ากับผิวหนัง
4. เจลขัดทำความสะอาดผิวหนัง

วิธีการทดสอบ

1. ติดตั้งเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เข้ากับคอมพิวเตอร์ ที่มีโปรแกรม MEGAWIN
2. ติดตั้งแผ่นติดขั้วไฟฟ้ากับผิวหนัง เข้ากับขั้วไฟฟ้า
3. เปิดการเชื่อมต่อขั้วไฟฟ้าเข้ากับตัวเครื่อง ให้สัญญานขั้วไฟฟ้าเชื่อมต่อเข้ากับเครื่อง
4. ใช้เจลขัดทำความสะอาดผิว ทำความสะอาดบริเวณผิวหนังในตำแหน่งกล้ามเนื้อที่ต้องการติดขั้วไฟฟ้า
5. ติดขั้วไฟฟ้าลงบนกล้ามเนื้อที่ต้องการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
6. วัดค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยโปรแกรม MEGAWIN มีหน่วยวัดเป็นไมโครโวลต์.วินาที

ภาพที่ 11 การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ภาคผนวก ญ

การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล ดัมเบล และสมิธมะชีน

การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล

1. ผู้วิจัยทำการเจาะเลือดผู้เข้าร่วมการวิจัย เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย

2. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเดินบนลู่วิ่ง 5 นาที และ ใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล โดยใช้น้ำหนักเบา 10 – 15 ครั้ง เพื่ออบอุ่นร่างกาย

3. ผู้วิจัยทำการติดขั้วไฟฟ้าให้กับผู้เข้าร่วมการวิจัยในข้างที่ถนัด บนตำแหน่งกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย

4. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล โดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม ทั้งหมด 4 เซ็ท เวลาพักระหว่างเซ็ท 60 – 90 วินาที

5. ผู้วิจัยทำการบันทึกค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ระหว่างออกกำลังกายทั้ง 4 เซ็ท

6. ผู้วิจัยทำการเจาะเลือดผู้เข้าร่วมการวิจัยทันทีหลังสิ้นสุดการออกกำลังกายในเซ็ทที่ 4 เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังหลังการออกกำลังกาย

7. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ถ้าพบความแตกต่าง จึงเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาพที่ 12 การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยบาร์เบล

การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล

1. ผู้วิจัยทำการเจาะเลือดผู้เข้าร่วมการวิจัย เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย

2. .ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเดินบนลู่วิ่ง 5 นาที และ ใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล โดยใช้น้ำหนักเบา 10 – 15 ครั้ง เพื่ออบอุ่นร่างกาย

3. ผู้วิจัยทำการติดขั้วไฟฟ้าให้กับผู้เข้าร่วมการวิจัยในข้างที่ถนัด บนตำแหน่งกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย

4. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล โดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม 4 เซ็ท เวลาพักระหว่างเซ็ท 60–90 วินาที

5. ผู้วิจัยทำการบันทึกค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ระหว่างออกกำลังกายทั้ง 4 เซ็ท

6. ผู้วิจัยทำการเจาะเลือดผู้เข้าร่วมการวิจัยทันทีหลังสิ้นสุดการออกกำลังกายในเซ็ทที่ 4 เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังหลังการออกกำลังกาย

7. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ถ้าพบความแตกต่าง จึงเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 13 การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล

การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน

1. ผู้วิจัยทำการเจาะเลือดผู้เข้าร่วมการวิจัย เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดก่อนการออกกำลังกาย

2. .ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเดินบนลู่วิ่ง 5 นาที และ ใช้ท่านอนดันด้วยดัมเบล โดยใช้น้ำหนักเบา 10 – 15 ครั้ง เพื่ออบอุ่นร่างกาย

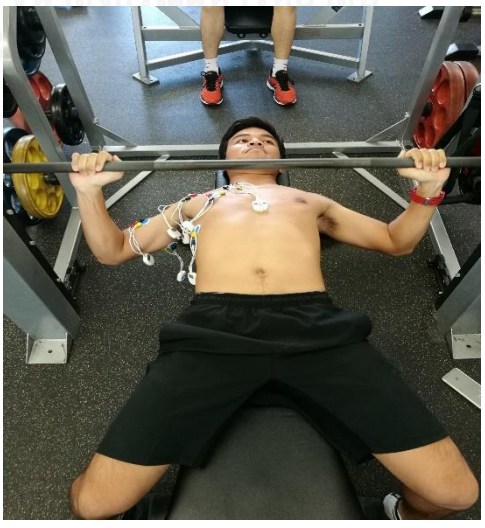
3. ผู้วิจัยทำการติดขั้วไฟฟ้าให้กับผู้เข้าร่วมการวิจัยในข้างที่ถนัด บนตำแหน่งกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย

4. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน โดยใช้ความหนัก 10 อาร์เอ็ม 4 เซ็ท เวลาพักระหว่างเซ็ท 60–90 วินาที

5. ผู้วิจัยทำการบันทึกค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเพคเทอราลิส เมเจอะ กล้ามเนื้อแอนทิเรีย เดลทอยต์ กล้ามเนื้อไทรเซพซ์ บราคิไอ และกล้ามเนื้อเซอราตัส แอนทิเรีย ระหว่างออกกำลังกายทั้ง 4 เซ็ท

6. ผู้วิจัยทำการเจาะเลือดผู้เข้าร่วมการวิจัยทันทีหลังสิ้นสุดการออกกำลังกายในเซ็ทที่ 4 เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังหลังการออกกำลังกาย

7. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ถ้าพบความแตกต่าง จึงเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

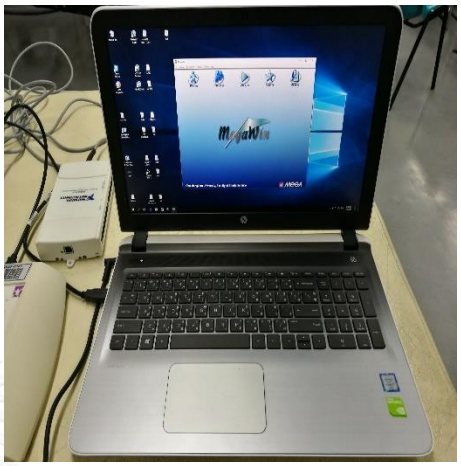


ภาพที่ 14 การออกกำลังกายโดยใช้ท่านอนดันด้วยสมิธมะชีน

ภาคผนวก ฎ

เครื่องมือที่ใช้ประกอบในการเก็บข้อมูลวิจัย

เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อยี่ห้อ MEGAWIN



คอมพิวเตอร์ ที่ติดตั้งโปรแกรม MegaWin

ขั้วไฟฟ้า

แผ่นติดขั้วไฟฟ้ากับผิวหนัง

เจลขัดทำความสะอาดผิวหนัง

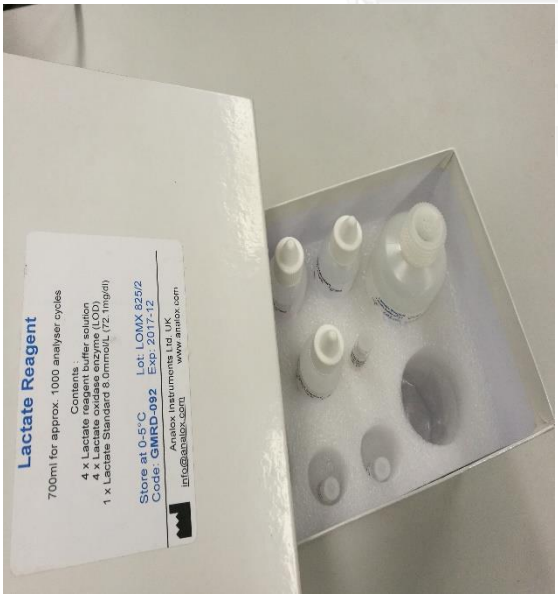
เครื่องวัดระดับแลคเตทในเลือด
รุ่น Analox–LM5

เข็มเจาะเลือด

สำลีและแอลกอฮอล์

หลอดเก็บตัวอย่างเลือด

หลอดหยดเลือด



ตัวทำปฏิกิริยาแลคเตทรีเอเจนต์

ถุงมือยาง

บาร์เบล

ดัมเบล

สมิธมะชีน

แผ่นน้ำหนัก

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล : นายศรัณย์ รุจิธรรมกุล

เกิดวันที่ : 19 พฤษภาคม 2532

สถานที่เกิด : กรุงเทพมหานคร

ที่อยู่ปัจจุบัน : 26-28 ถนนมหาราช แขวงพระราชวัง เขตพระนคร กทม.

ประวัติการศึกษา :

- ประถมศึกษา โรงเรียนประถมสาธิต สถาบันราชภัฏ สวนสุนันทา ปีการศึกษา 2543
- มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมสาธิต สถาบันราชภัฏ สวนสุนันทา ปีการศึกษา 2546
- มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดราชาธิวาส ปีการศึกษา 2549
- ปริญญาตรีศึกษาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกสุขศึกษา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2555
- บัณฑิตศึกษา แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2559

Chulalongkorn University