ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

นายอธิวัฒน์ สายทอง

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 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF DURATION ON WHOLE-BODY VIBRATON AND PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR POWER

Mr. Athiwat Saitong

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 2015
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ
โดย	นายอธิวัฒน์ สายทอง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(นางสาวชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อธิวัฒน์ สายทอง : ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ (EFFECTS OF DURATION ON WHOLE-BODY VIBRATON AND PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR POWER) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ, 187 หน้า.

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ โดยแบ่งเป็น 2 การศึกษา ได้แก่ การศึกษาที่ 1 ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครนิสิตเพศหญิงคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำนวน 16 คน ทำการฝึกด้วยท่าสควอทที่มุมเข่า 90 องศา 11 ความหนัก ได้แก่ ความหนักที่ 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, และ60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม บันทึกค่าความเร็ว แรง และพลังโดยนำค่าสูงสุดใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ความที่ 35% ของหนึ่งอาร์เอ็มมีแนวโน้มเพิ่มพลังกล้ามเนื้อได้ดีที่สุด จึงเหมาะสมที่ใช้เป็นความหนักในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในเพศหญิง

การศึกษาที่ 2 ทำการศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครนิสิตเพศหญิงคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำนวน 52 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 13 คน ได้แก่ กลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาทีร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาทีร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ และกลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาทีร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ ทำการฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอทที่มุมเข่า 90 องศา สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ทั้ง 4 กลุ่มทดลองมีการพัฒนาพลังสูงสุดและพลังอดทนหลังจากการฝึกไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาทีร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีการเพิ่มขึ้นของค่าพลังสูงสุดและพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองอื่น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศและการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพียงอย่างเดียวสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ไม่แตกต่างกัน แต่การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศมีแนวโน้มพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้สูงกว่าการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพียงอย่างเดียว

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5778331739 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: WHOLE-BODY VIBRATION / PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING / MUSCULAR POWER / PEAK POWER / POWER ENDURANCE

ATHIWAT SAITONG: EFFECTS OF DURATION ON WHOLE-BODY VIBRATON AND PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR POWER. ADVISOR: KANANG SRIHIRUN, Ph.D., 187 pp.

The aims of this study were to study and to compare the effects of duration on whole-body vibration and pneumatic resistance training on muscular power. Sixteen healthy volunteer female students from Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University participated in this study. This study was divided into two studies. The first study was investigated optimal load of pneumatic resistance training for female to improve muscular power. All subjects participated in a counterbalanced design comprising of 0%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, and 60% of one maximum repetition with half squat training. During training was recorded value of velocity, force and power. The highest of variables were analyzed for training in second study. The result showed that 35% of one maximum repetition was optimal load for pneumatic resistance training to improve muscular power in female.

The second study purposed to compare the effects of duration on whole-body vibration and pneumatic resistance training on muscular power. Fifty-two healthy volunteer female students from Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University participated in this study. The samples were divided into four groups by simple random sampling technique. The treatments were consisted of the training group with only pneumatic resistance training (G1; n=13), the training group with pneumatic resistance training combined with whole- body vibration for 15 seconds (G2; n=13), the training group with pneumatic resistance training combined with whole- body vibration for 30 seconds (G3; n=13) and the training group with pneumatic resistance training combined with whole- body vibration for 45 seconds (G4; n=13). The result showed that muscular power variables were not different after training that compared of all groups, which had statistical significance at .05. Additionally, the findings indicated that muscular power after training with pneumatic resistance training combined with whole- body vibration for 30 seconds was greater improvement than another groups of this research.

In conclusion, pneumatic resistance training combined with whole- body vibration and only pneumatic resistance training were not different of muscular power values after training. Nevertheless, pneumatic resistance training combined with whole- body vibration was greater improvement muscular power than only pneumatic resistance training.

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

Academic Year: 2015 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาของ อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่คอยให้คำปรึกษา เสนอแนะ และแก้ไขข้อบกพร่อง อีกทั้งคอยเอาใจใส่ สั่งสอนและให้แง่คิดที่ดีต่อศิษย์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร และอาจารย์ชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณะผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง อาจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพาณิช อาจารย์ ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ และอาจารย์เอกวิทย์ แสวงผล ที่ให้คำแนะนำที่ดีในการปรับปรุงและสร้างเครื่องมือวิจัยที่เหมาะสม

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การทำวิทยานพนธ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขอขอบคุณ นางสาวพิชชาภา คนธสิงห์ ผู้ช่วยวิจัย และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลวิจัยให้ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบใจน้องๆ ระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นกลุ่มตัวอย่างงานวิจัย และให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในระหว่างการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เล็งเห็นวิสัยทัศน์ทางการศึกษาในการส่งเสียให้เรียนในระดับมหาบัณฑิต รวมถึงเครือญาติ เพื่อนๆ และผู้อื่นที่ไม่ได้ประกาศนาม

ที่ให้กำลังใจระหว่างการศึกษา ทำให้การศึกษาผ่านอุปสรรคต่างๆและลุล่วงไปด้วยดี คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงขอมอบเป็นเครื่องบูชาผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ถ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
การศึกษาที่ 1 ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน 4
การศึกษาที่ 2 ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ 4
ขอบเขตของการวิจัย 5
คำจำกัดความของการวิจัย 7
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
1. สมรรถภาพทางกาย 11
2. สมรรถภาพกล้ามเนื้อ 12
3. การฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ 15
4. โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ 16
5. แนวคิดการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ 17
6. หลักการทำงานของระบบนิวแมติก 19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

7. การสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย....21
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....26
กรอบแนวคิดในการวิจัย....32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย....33
การศึกษาที่ 1 ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน....33
กลุ่มตัวอย่าง....33
การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมการทดลอง....34
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)....35
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)....35
แบบแผนการวิจัย....35
ขั้นตอนก่อนการทดลอง....37
ขั้นตอนดำเนินการทดลอง....37
การศึกษาที่ 2 ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ....40
กลุ่มตัวอย่าง....40
การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมการทดลอง....40
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)....41
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)....42
แบบแผนงานวิจัย....42
ขั้นตอนก่อนการทดลอง....43
ขั้นตอนดำเนินการทดลอง....44
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย....48
การวิเคราะห์ข้อมูล....49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

วิธีการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย 52
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....53
ตอนที่1 ผลการวิเคราะห์การศึกษาที่1 ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยน้ำหนักที่แตกต่างกัน 57
ตอนที่2 ผลการวิเคราะห์การศึกษาที่2 ผลการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ 70
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 100
การศึกษาที่1 ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยความหนักที่แตกต่างกัน..... 100
สรุปผลการวิจัยการศึกษาที่ 1..... 101
อภิปรายผลการวิจัยการศึกษาที่ 1..... 105
การศึกษาที่ 2 ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะวลาแตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ 107
สรุปผลการวิจัยการศึกษาที่ 2..... 108
อภิปรายผลการวิจัยการศึกษาที่ 2..... 110
ข้อเสนอแนะ..... 117
ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย 117
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 117
รายการอ้างอิง 118
ภาคผนวก..... 125
ภาคผนวก ก ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม..... 126
ภาคผนวก ข เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยการศึกษาที่1 128
ภาคผนวก ค เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยการศึกษาที่2 133
ภาคผนวก ง แบบสอบถามคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ภาคผนวก จ หนังสือยินยอมเข้าร่วมการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์ 141
ภาคผนวก ฉ หนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัยการศึกษาที่ 1 144
ภาคผนวก ช หนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัยการศึกษาที่ 2 147
ภาคผนวก ซ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง ของวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) 150
ภาคผนวก ฌ การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ 160
ภาคผนวก ญ การสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย 163
ภาคผนวก ฎ แบบทดสอบความแข็งแรงสัมบูรณ์และความแข็งแรงสัมพัทธ์ 165
ภาคผนวก ฏ แบบทดสอบพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump 167
ภาคผนวก ฐ แบบทดสอบพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump 169
ภาคผนวก ฑ แบบทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 171
ภาคผนวก ฒ แบบทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อ 173
ภาคผนวก ด แบบท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 175
ภาคผนวก ต เครื่องมือ และอุปกรณ์การวิจัย 178
ภาคผนวก ถ ใบรับรองการผ่านการอบรมการใช้เครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย 185
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 187

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ 16

ตารางที่ 2 แสดงโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังอดทนของกล้ามเนื้อ 16

ตารางที่ 3 แสดงผลสรุปเปรียบเทียบระหว่างการฝึกด้วยแรงต้านด้วยน้ำหนักกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ 21

ตารางที่ 4 แสดงงานวิจัยที่ทำการศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย 25

ตารางที่ 5 แสดงรูปแบบการวิจัย (Counterbalanced design) การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน จำนวน 11 ความหนัก โดยกลุ่มตัวอย่างทุกคน (เพศหญิงจำนวน 16 คน) จะได้รับการฝึกทั้งสิ้น 11 ครั้ง โดยแต่ละครั้งของรอบการฝึกห่างกันอย่างน้อย 48 ชั่วโมง 36

ตารางที่ 6 แสดงโปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ สัปดาห์ที่ 1 – 3.....43

ตารางที่ 7 แสดงโปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ สัปดาห์ที่ 4 – 6.....43

ตารางที่ 8 แสดงโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย 44

ตารางที่ 9 แสดงผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างการศึกษาที่1 57

ตารางที่ 10 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังสูงสุด (Peak power) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน.....58

ตารางที่ 11 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุด (Percent change of peak power) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน .60

ตารางที่ 12 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของแรงสูงสุด (Peak force) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน 62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุด (Percent change of peak force) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน .64

ตารางที่ 14 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน 66

ตารางที่ 15 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุด (Percent change of peak velocity) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน 68

ตารางที่ 16 แสดงผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างการศึกษาที่2 70

ตารางที่ 17 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power), แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ก่อนและหลังเข้าร่วมการฝึก 72

ตารางที่ 18 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Percent change of peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power), แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) หลังเข้ารับการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 .74

ตารางที่ 19 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power) แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว) 75

ตารางที่ 20 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power) แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ).....76

ตารางที่ 21 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power) แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ).....77

ตารางที่ 22 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ).....78

ตารางที่ 23 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) ก่อนและหลังเข้าร่วมการฝึก.....79

ตารางที่ 24 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Percent change of power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) หลังเข้ารับการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 81

ตารางที่ 25 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว) 82

ตารางที่ 26 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ).....83

ตารางที่ 27 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ).....84

ตารางที่ 28 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ).....85

ตารางที่ 29 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) ก่อนและหลังเข้าร่วมการฝึก 86

ตารางที่ 30 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Percent change of muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4.....88

ตารางที่ 31 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว).....89

ตารางที่ 32 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ) 90

ตารางที่ 33 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ) 91

ตารางที่ 34 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ) 92

ตารางที่ 35 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) ก่อนและหลังเข้าร่วมการฝึก 93

ตารางที่ 36 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Percent change of muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 95

ตารางที่ 37 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว).....96

ตารางที่ 38 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ).....97

ตารางที่ 39 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ).....98

ตารางที่ 40 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ).....99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของสมรรถภาพทางกลไล.....12

ภาพที่ 2 แสดงการออกแรงของกล้ามเนื้อตามกฎของคาน 17

ภาพที่ 3 แสดงวงจรการออกแรงพยายามของกล้ามเนื้อขณะฝึกแรงต้าน 18

ภาพที่ 4 แสดงความต่างของการออกแรงพยายามขณะฝึกแรงต้านที่ความหนักต่างกัน.....19

ภาพที่ 5 แสดงการทำงานของระบบนิวแมติก 19

ภาพที่ 6 แสดงความแตกต่างของการออกแรงขณะฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักและนิวแมติก.....20

ภาพที่ 7 แสดงกลไลการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ...22

ภาพที่ 8 แสดงกลไลการกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย...22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ (Muscular fitness) มีความสำคัญต่อนักกีฬาโดยตรงเพราะจะต้องมีไว้ใช้เพื่อปฏิบัติงานทางการกีฬาให้มีประสิทธิภาพ (Sharkey & Gaskill, 2006) ซึ่งองค์ประกอบหนึ่งของสมรรถภาพกล้ามเนื้อที่ใช้ทางการกีฬา คือ การใช้ความสามารถของความแข็งแรงที่มีอยู่ด้วยความเร็วสูงสุด เรียกว่า พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) (Naclerio et al., 2009) ในการแข่งขันกีฬาพลังกล้ามเนื้อเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการแสดงออกทางทักษะได้อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นในสถานการณ์กีฬาสามารถแบ่งออกได้เป็น พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและการเปลี่ยนทิศทาง (Landing/reactive power) พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม-พุ่ง-ขว้าง (Throwing power) พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power) พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting power) พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) และพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) (Bompa & Carrera, 2005) โดยพลังกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการมีสมรรถภาพของกล้ามเนื้อที่ดี ซึ่งองค์ประกอบของสมรรถภาพกล้ามเนื้อ ได้แก่ ความแข็งแรง (Strength) พลังกล้ามเนื้อ (Power) ความอดทนของกล้ามเนื้อและพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance and Power endurance) ปฏิกิริยาตอบสนอง ความไว และความเร็ว (Reaction time, Quickness and Speed) การทรงตัว (Balance) ความอ่อนตัว (Flexibility) และความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) (Sharkey & Gaskill, 2006) การปฏิบัติทักษะในหลายชนิดกีฬา นักกีฬามีความต้องการใช้พลังกล้ามเนื้อไม่ใช่เพียงครั้งเดียวแต่จะมีความต้องการใช้ซ้ำหลายครั้ง ซึ่งกีฬาที่ใช้พลังกล้ามเนื้อต่อเนื่อง (Cyclic power) ต้องมีคุณสมบัติของสมรรถภาพกล้ามเนื้อในด้านความอดทนของกล้ามเนื้อแบบต่อเนื่อง (Cyclic muscular endurance) ความอดทนของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นจากการผสมผสานกันระหว่างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ เป็นสมรรถภาพที่มีความสำคัญต่อนักกีฬาที่มีการปฏิบัติกิจกรรมการกีฬาที่มีความหนักสูงตลอดช่วงเวลาที่ยาวนาน เช่น นักกีฬาว่ายน้ำ นักวิ่งระยะกลาง เรือพาย เป็นต้น ซึ่งสิ่งที่สำคัญ คือ ความสามารถในการที่จะรักษาความแข็งแรงหรือพลังกล้ามเนื้อให้คงอยู่ตลอดช่วงเวลาปฏิบัติกิจกรรม ดังนั้นแล้ว พลังอดทนของกล้ามเนื้อ คือ ความสามารถที่ใช้ความแข็งแรงหรือพลังกล้ามเนื้อในการทำงานได้อย่างยาวนาน (สนธยา สีละมาด, 2555)

การฝึกโดยใช้แรงต้าน (Resistance training)เพื่อพัฒนาความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และหรือเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ โดยทั่วไปมักจะหมายถึงการฝึกด้วยน้ำหนัก

(weight training) (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) ข้อดีของการฝึกด้วยน้ำหนัก คือ การใช้ความหนักในระดับสูงจะมีการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งความแข็งแรงสูงสุดนั้นมีความสัมพันธ์กับพลังกล้ามเนื้อ แต่ข้อเสียของการฝึกด้วยน้ำหนัก คือ การใช้น้ำหนักมากในการฝึกส่งผลให้ความเร็วในการเคลื่อนที่และการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งผลเพียงเล็กน้อยต่อความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงมากขึ้นในอัตราเร็วสูง (ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 2547) อีกทั้งรูปแบบการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักไม่สามารถให้แรงต้านอย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงการเคลื่อนไหวได้ จากการศึกษาของ แลนเดอร์ และคณะ (Lander et al., 1985) รูปแบบของแรงในแนวดิ่งขณะยกบาร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ช่วง ช่วงแรกจะเรียกว่าช่วงความเร่ง (The acceleration phase) ซึ่งช่วงนี้จะใช้เวลาทั้งหมด 16 % แรกของช่วงทั้งหมดในช่วงคอนเซ็นตริค (Concentric contraction) และพบว่ามีการเกิดแรงสูงสุดในช่วงนี้ ช่วงที่ 2 คือช่วงที่ออกแรงน้อยกว่าแรงต้านและใช้เวลาต่อจากช่วงแรกจนถึง 42 % ของช่วงทั้งหมดในช่วงคอนเซ็นตริค ช่วงนี้ถูกเรียกว่าช่วงสติคกิ้ง (Sticking region) เนื่องจากแรงที่ใช้น้อยกว่าแรงต้านจึงทำให้สูญเสียความเร็วในการออกแรง ช่วงต่อมาเกิดต่อจากช่วงที่ 2 ไปจนถึง 82 % ของเวลาทั้งหมดโดยพบว่าช่วงนี้เป็นอีกช่วงที่ใช้ความพยายามมากกว่าแรงต้าน ซึ่งช่วงนี้ถูกเรียกว่าช่วงความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength region) และช่วงสุดท้ายใช้เวลาทั้งหมด 18 % ของเวลาที่ใช้ทั้งหมด โดยถูกเรียกว่าช่วงความหน่วง (The deceleration phase) ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้แรงพยายามน้อยกว่าแรงต้าน วิลสัน (Wilson, 1994) กล่าวว่าการเกิดแรงมากในช่วงแรกเนื่องจากมีโมเมนตัม (Momentum) เกิดขึ้นและการออกแรงในมุมการเคลื่อนไหวที่เหลือเกิดขึ้นน้อยลง โดยเกิดช่วงความหน่วงในช่วงท้ายเพื่อหยุดน้ำหนัก สรุปได้ว่าการออกแรงระดับสูงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยของมุมการเคลื่อนไหว

จึงได้มีการนำเสนอแนวคิดการฝึกกล้ามเนื้อแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic) ซึ่งมีความแตกต่างจากการฝึกแบบไอโซเมตริก (Isometric) และไอโซโทนิก (Isotonic) เนื่องจากการฝึกแบบไอโซเมตริกจะมีระดับความแข็งแรงสูงสุดเกิดขึ้นเฉพาะมุมที่ได้รับการฝึกเท่านั้น ส่วนการฝึกแบบไอโซโทนิกกล้ามเนื้อจะมีการออกแรงมากหรือน้อยแปรเปลี่ยนไปตามมุมการเคลื่อนไหว และความยาวของกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ แต่การฝึกแบบไอโซคิเนติกจะพยายามกำจัดจุดด้อยของการฝึกทั้งแบบไอโซเมตริกและไอโซโทนิก โดยกล้ามเนื้อสามารถออกแรงต้านได้คงที่สม่ำเสมอตลอดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) ทั้งนี้เดนนิส ไกเซอร์ (Dennis Keiser) ได้นำแนวคิดการฝึกกล้ามเนื้อแบบไอโซคิเนติกในการออกแบบอุปกรณ์ฝึก ซึ่งไม่มีการเสียเปรียบเชิงกลเช่นเดียวกับการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนัก โดยใช้ระบบการอัดอากาศ หรือนิวแมติก (Pneumatic) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกกล้ามเนื้อแบบไอโซคิเนติก สามารถปรับแรงต้านได้อย่างเหมาะสม ทำให้กล้ามเนื้อสามารถออกแรงต้านได้อย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Keiser corporation, 2011) กฤตมุข หล่าบรรเทา (2554) ได้ทำการสรุปเปรียบเทียบระหว่างการ

ฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ ว่าการออกแรงต้านด้วยแผ่นน้ำหนักมีความแปรปรวน ไม่คงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ขณะที่การออกแรงต้านด้วยเครื่องที่ใช้แรงดันอากาศสามารถออกแรงได้สม่ำเสมอ คงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ซึ่งสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ ไกเซอร์ คอร์โปเรชั่น (Keiser corporation, 2011) และจากการศึกษาของ สุทธิกร อาภานุกูล (2556) พบว่าการผสมผสานการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนัก และแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ มีการเพิ่มของค่าพลังอดทน พลังสูงสุด และความคล่องแคล่วว่องไวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ยังพบความแตกต่างของค่าพลังอดทนในสัปดาห์ที่ 4 หลังการฝึกในกลุ่มที่ฝึกผสมผสานระหว่างแรงต้านด้วยน้ำหนักและแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ แต่ไม่พบความแตกต่างในกลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียว

การระดมหน่วยยนต์ (Recruitment of motor unit) เป็นปัจจัยหนึ่งของการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้มากขึ้นเป็นผลให้มีการเพิ่มของพลังกล้ามเนื้อ เนื่องจากพลังเป็นผลของแรงกล้ามเนื้อ (Muscular Force) และอัตราเร็ว (Velocity) ของการเคลื่อนไหว (สนธยา สีละมาด, 2555) จากการศึกษาก่อนหน้า พบว่าการสั่นสะเทือนทั้งร่างก็เป็นรูปแบบหนึ่งที่สามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อได้ คาร์ดิเนล และบอสโค (Cardinale & Bosco, 2003) กล่าวว่า การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลาย ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นของปฏิกิริยาตอบสนอง (Reflex) ทั้งบริเวณระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลาย ทำให้เกิดการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit) ภายในกล้ามเนื้อสูงขึ้น โดยตัวแปรของโปรแกรมการสั่นสะเทือน สามารถกำหนดได้จากการตั้งค่าความถี่ของการสั่น (Frequency) ที่มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz) ค่าแอมพลิจูด (Amplitude) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (mm) และช่วงระยะเวลาของการสั่นสะเทือน (Duration of vibration) ซึ่งค่าความถี่และค่าแอมพลิจูดของการสั่นสะเทือน ทั้งร่างกายมีงานวิจัยที่ทำการศึกษามาบ้างแล้ว จากงานวิจัยของ ฮาเซล จาโกบิ และเคนโน (Hazell, Jakobi, & Kenno, 2007) พบว่า ค่าความถี่ที่ระดับ 45 เฮิรตซ์ และค่าแอมพลิจูดที่ระดับ 4 มิลลิเมตร เป็นค่าตัวโปรแกรมที่มีแนวโน้มที่สามารถทำให้การสั่นเกิดประสิทธิภาพสูงสุด แต่ยังมีค่าตัวโปรแกรมของเครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกายอีกหนึ่งตัว คือ ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการสั่นที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ จากการศึกษาของ บอสโคและคณะ (Bosco et al., 2000) โดยทำการศึกษาผลฉับพลันของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ใช้ระยะเวลา 60 วินาที พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของพลังกล้ามเนื้อ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และความสามารถในการกระโดดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย รีอาและเคน (Rhea & Kenn, 2009) ใช้ระยะเวลาในการสั่นสะเทือน 30 วินาที พบว่า พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการสั่นสะเทือนทั้ง โดยลู แมคนามารา และโมราน (Luo, McNamara, & Moran, 2005) ได้อธิบายไว้ในงานวิจัย ที่ศึกษาว่า ช่วงระยะเวลาของการสั่นสะเทือนนั้น ในช่วงระยะเวลาที่สั้นสามารถกระตุ้นการทางานของกล้ามเนื้อได้โดยไม่ทำให้

กล้ามเนื้อเกิดการล้า ในขณะที่การใช้ช่วงระยะเวลาของการสั่นสะเทือนที่นานการล้าของกล้ามเนื้อก็จะเพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษาก่อนหน้าพบว่าการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายมีการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าพลังสูงสุดมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Lamont et al., 2009) แต่การฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักมีการเสียเปรียบเชิงกลในการออกแรงทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถออกอย่างได้อย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Lander et al., 1985) และได้มีการพัฒนารูปแบบการฝึกแรงต้านรูปแบบใหม่ โดยใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศ (Pneumatic training) ซึ่งสามารถเอาชนะข้อเสียเปรียบทางกลไกของการยกด้วยน้ำหนัก สามารถทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้อย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Keiser corporation, 2011) ซึ่งเป็นผลดีต่อการฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักดังที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น ดังนั้นหากเปลี่ยนรูปแบบการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักเป็นการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย น่าจะให้ผลดีกว่าการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักร่วมกับการสั่นสะเทือน อีกทั้งชวงและเซียง (Chuang & Shiang, 2007) ได้เสนอโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยแรงสั่นสะเทือน (Vibration training) เพื่อระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อมาทำงานมากขึ้น รวมถึงการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ โดยรูปแบบการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศและการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายทั้ง 2 รูปแบบจากที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่าสามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยช่วงเวลาที่แตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

<u>การศึกษาที่ 1</u> ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

เพื่อศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

<u>การศึกษาที่ 2</u> ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

1. เพื่อศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

ขอบเขตของการวิจัย

1.ประชากร

ประชากร คือ นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลายปีการศึกษา 2558

2.ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

2.1ตัวแปรอิสระ (Independent variable)

<u>การศึกษาที่ 1</u> ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

1. แรงต้านโดยปราศจากน้ำหนักต้าน (Baseline) 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
2. แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 15 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
3. แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 20 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
4. แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 25 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
5. แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 30 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
6. แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
7. แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 40 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
8. แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 45 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
9. แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
10. แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 55 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
11.แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>การศึกษาที่ 2</u> ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

1. การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว
2. การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ
3. การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ
4. การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

2.2ตัวแปรตาม (Dependent variable)

<u>การศึกษาที่ 1</u> ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

1. พลังสูงสุด (Peak power)

2. แรงสูงสุด (Peak force)

3. ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

<u>การศึกษาที่ 2</u> ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

1. ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump)

1.1 พลังสูงสุด (Peak power)

1.2 แรงสูงสุด (Peak force)

1.3 ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

2. ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump)

2.1 พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power)

2.2 แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force)

2.3 ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity)

3. ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables)

3.1 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group)

3.2 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group)

4. ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables)

4.1 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group)

4.2 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group)

คำจำกัดความของการวิจัย

การสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (Whole-body vibration) หมายถึง การสร้างคลื่นการสั่นจากเครื่องกำเนิดคลื่น และส่งผ่านคลื่นการสั่นผ่านอวัยวะที่สัมผัสไปยังส่วนอื่นของร่างกาย โดยขึ้นอยู่กับการกำหนดโปรแกรมการสั่น ได้แก่ ความถี่ (Frequency) แอมพลิจูด (Amplitude) และระยะเวลา (Duration) แบบท่าทาง (Position)

การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ (Pneumatic resistance training) หมายถึง รูปแบบการฝึกแรงต้านโดยใช้แรงต้านจากความดันอากาศ แทนการใช้น้ำหนักของวัตถุ

พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) หมายถึง พลังของกล้ามเนื้อขาหรือรยางค์ส่วนล่างของร่างกาย โดยการวิจัยครั้งนี้แบ่งพลังกล้ามเนื้อออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1. พลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ โดยทำการทดสอบด้วยการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump จำนวน 3 ครั้ง ทำการศึกษาตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ซึ่งประกอบด้วย พลังสูงสุด (Peak power), แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) และ 2. พลังอดทนของกล้ามเนื้อ โดยทำการทดสอบด้วยการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump จำนวน 30 ครั้ง ทำการศึกษาตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ซึ่งประกอบด้วย พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power), แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity)

ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) หมายถึง สมรรถภาพกล้ามเนื้อด้านพลังของรยางค์ส่วนล่างของร่างกาย ทำการทดสอบด้วยการกระโดดท่า Counter movement jump จำนวน 3 ครั้ง ประกอบด้วย 3 ตัวแปรย่อย ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power), แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

พลังสูงสุด (Peak power)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความหมาย พลังสูงสุด (Peak power) ในการศึกษาที่1 หมายถึง ค่าพลังที่เป็นค่าสูงสุด ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ โดยวัดค่าพลังด้วยเครื่อง FT 700 Power Cage และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System มีหน่วย คือ วัตต์ (Watt)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความหมาย พลังสูงสุด (Peak power) ในการศึกษาที่2 หมายถึง ค่าพลังที่เป็นค่าสูงสุด จากการทดสอบด้วยการกระโดดท่า Counter movement jump

จำนวน 3 ครั้ง ทำการทดสอบด้วยเครื่อง FT 700 Power Cage และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System มีหน่วย คือ วัตต์ (Watt)

แรงสูงสุด (Peak force)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความหมาย แรงสูงสุด (Peak force) ในการศึกษาที่1 หมายถึง ค่าแรงที่เป็นค่าสูงสุด ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ โดยวัดค่าแรงด้วยเครื่อง FT 700 Power Cage และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System มีหน่วย คือ นิวตัน (Newton)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความหมาย แรงสูงสุด (Peak force) ในการศึกษาที่2 หมายถึง ค่าแรงที่เป็นค่าสูงสุด จากการทดสอบด้วยการกระโดดท่า Counter movement jump จำนวน 3 ครั้ง ทำการทดสอบด้วยเครื่อง FT 700 Power Cage และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System มีหน่วย คือ นิวตัน (Newton)

ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) หมายถึง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความหมาย ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ในการศึกษาที่1 หมายถึง ค่าความเร็วที่เป็นค่าสูงสุด ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ โดยวัดค่าความเร็วด้วยเครื่อง FT 700 Power Cage และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System มีหน่วย คือ เมตรต่อวินาที (m/s)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความหมาย ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ในการศึกษาที่2 หมายถึง ค่าความเร็วที่เป็นค่าสูงสุด จากการทดสอบด้วยการกระโดดท่า Counter movement jump จำนวน 3 ครั้ง ทำการทดสอบด้วยเครื่อง FT 700 Power Cage และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System มีหน่วย คือ เมตรต่อวินาที (m/s)

ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) หมายถึง สมรรถภาพกล้ามเนื้อด้านพลังของรยางค์ส่วนล่างของร่างกาย ทำการทดสอบด้วยการกระโดดท่า Counter movement jump จำนวน 30 ครั้ง ประกอบด้วย 3 ตัวแปรย่อย ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power), แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity)

พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) หมายถึง ค่าเฉลี่ยพลังที่เป็นค่าสูงสุดจากการทดสอบด้วยการกระโดดท่า Counter movement jump แต่ละครั้ง จำนวน 30 ครั้ง ทำการทดสอบด้วยเครื่อง FT 700 Power Cage และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System มีหน่วย คือ วัตต์ (Watt)

แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) หมายถึง ค่าเฉลี่ยแรงที่เป็นค่าสูงสุดจากการทดสอบด้วยการกระโดดท่า Counter movement jump แต่ละครั้ง จำนวน 30 ครั้ง ทำการทดสอบด้วยเครื่อง FT 700 Power Cage และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System มีหน่วย คือ นิวตัน (Newton)

ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) หมายถึง ค่าเฉลี่ยความเร็วที่เป็นค่าสูงสุดจากการทดสอบด้วยการกระโดดท่า Counter movement jump แต่ละครั้ง จำนวน 30 ครั้ง ทำการทดสอบด้วยเครื่อง FT 700 Power Cage และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Measurement System มีหน่วย คือ เมตรต่อวินาที (m/s)

ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) หมายถึง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์ส่วนล่างของร่างกาย โดยให้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Knee extensor muscle group) และกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Knee flexor muscle group) เป็นตัวแทนในการทดสอบ ทำการทดสอบด้วยการเตะขาท่าเหยียดเข่า (Knee extension) และงอเข่า (Knee flexor) จำนวน 6 ครั้ง ด้วยเครื่อง CON-TREX ประกอบด้วย 2 ตัวแปรย่อย ได้แก่ ค่าทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และค่าทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า มีหน่วย คือ นิวตัน.เมตร (N.m)

ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) หมายถึง ความอดทนของกล้ามเนื้อรยางค์ส่วนล่างของร่างกาย โดยให้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Knee extensor muscle group) และกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Knee flexor muscle group) เป็นตัวแทนในการทดสอบ ทำการทดสอบด้วยการเตะขาท่าเหยียดเข่า (Knee extension) และงอเข่า (Knee flexor) จำนวน 30 ครั้ง ด้วยเครื่อง CON-TREX ประกอบด้วย 2 ตัวแปรย่อย ได้แก่ ค่าพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และค่าพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า มีหน่วย คือ วัตต์ (Watt)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

2. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมการฝึกแรงต้านเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้า รวบรวมเอกสาร บทความ และตำราวิชาการที่มีรายละเอียดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งนำมาเรียบเรียงไว้ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. สมรรถภาพทางกาย
2. สมรรถภาพกล้ามเนื้อ
3. การฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ
4. โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ
5. แนวคิดการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ
6. หลักการทำงานของระบบนิวแมติก
7. การสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. สมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการปฏิบัติงานประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่เกิดความอ่อนล้า และยังมีพลังกายเหลือพอสำหรับใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อความสนุกสนานในยามว่าง และใช้ป้องกันการบาดเจ็บต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ไม่คาดคิด (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) สามารถแบ่งออกได้ 2 ประภท ดังนี้

1. สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพ (Health related fitness) (Powers et al., 2009)

เป็นสมรรถภาพที่มีความเกี่ยวข้องกับการปฏบัติกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน ให้สามารถดำเนินชีวิตในทุกๆ ด้านได้อย่างดีที่สุด สามารถแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1.1 ความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต (Cardiorespiratory endurance) หรือบางครั้งอาจเรียกว่า สมรรถภาพทางแอโรบิก (Aerobic fitness) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่นำออกซิเจนมาใช้สร้างพลังงานในการออกกำลังกายที่มีระยะเวลายาวนาน

1.2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) คือ ความสามารถขอกล้ามเนื้อในการพยายามออกแรง

1.3 ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงพยายาม ที่กระทำซ้ำๆ

1.4 ความอ่อนตัว (Flexibility) คือ ความสามารถในการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้อย่างอิสระเต็มตลอดช่วงระยะการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติของข้อต่อนั้น

1.5 องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเนื้อเยื่อไขมันและเนื้อเยื่อชนิดปราศจากไขมัน รวมถึงสัดส่วนของร่างกายด้วย

2. สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะ (Skill related fitness) (Plowman & Smith, 2014)

เป็นสมรรถภาพทางกายที่มีไว้เพื่อการปฏิบัติงานทางกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรืออาจเรียกว่า สมรรถภาพทางกลไล (Motor fitness) สามารถแบ่งได้เป็น 6 ด้าน ดังนี้

2.1 ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) คือ ความสามารถของร่างกายในการเปลี่ยนแปลงทิศทางในการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว

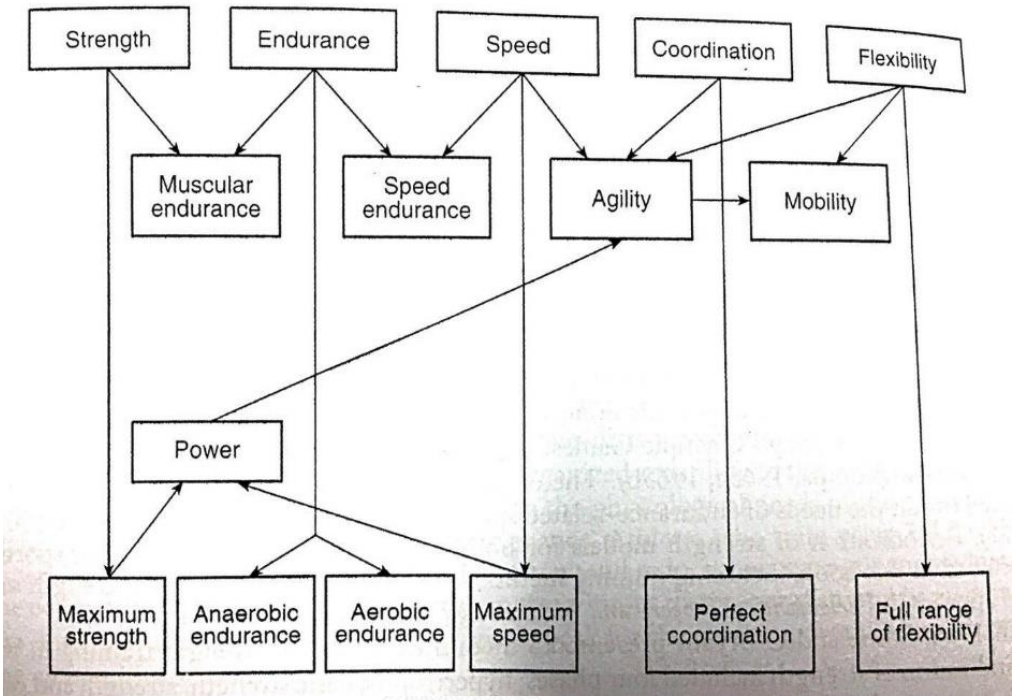
2.2 ความสมดุลในการทรงตัว (Balance) คือ ความสามารถของร่างกายในการรักษาสมดุลขณะที่มีการเคลื่อนที่ และไม่เคลื่อนที่

2.3 การทำงานอย่างสัมพันธ์กันของร่างกาย (Coordination) คือ ความสามารถในการใช้ประสาทรับรู้กับส่วนต่างๆ ของร่างกายในการ)ฏิบัติงานทางกลไกได้อย่างาบรื่นและถูกต้อง

2.4 พลังกล้ามเนื้อ (Muscle power) คือ ความสามารถในการถ่ายโอนแรงกระทำของกล้ามเนื้อด้วยความรวดเร็ว

2.5 ปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time) คือ ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มมีการกระตุ้นจนเริ่มตอบสนองต่อการกระตุ้นนั้นๆ

2.6 ความเร็ว (Speed) คือ ความสามารถในการปฏิบัติงานด้วยเวลาสั้น



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของสมรรถภาพทางกลไล (Bompa & Carrera, 2005)

2. สมรรถภาพกล้ามเนื้อ

สมรรถภาพของระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง หมายถึง ระบบโครงสร้างของร่างกายและระบบกล้ามเนื้อที่ใช้ในการปฏิบัติงาน (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552)

องค์ประกอบของสมรรถภาพกล้ามเนื้อ (Sharkey & Gaskill, 2006)

1. ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อให้ทำงานได้อย่างเต็มที่ในการออกแรงหนึ่งครั้ง

ความแข็งแรงเป็นพื้นฐานหนึ่ง ในการกำหนดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานทางการกีฬา แบ่งออกเป็น 3 ประเภท (Dick, 2007) ดังนี้

1.1 ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength) หมายถึง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีอยู่ในการใช้ความพยายามเพื่อหดตัวแต่ละครั้งด้วยแรงอย่างสูงสุด แบ่งออกได้เป็นอีก 2 ประเภท คือ ความแข็งแรงสัมบูรณ์ (Absolute strength) เป็นความแข็งแรงสูงสุดของ

กล้ามเนื้อในการออกแรงต้านน้ำหนักสูงสุดที่กระทำได้เพียงหนึ่งครั้ง และความแข็งแรงสัมบูรณ์ (Relative strength) เป็นความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อที่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัว

1.2 ความแข็งแรงแบบยืดหยุ่น (Elastic strength) หมายถึง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่กระทำอย่างรวดเร็ว โดยประสานการทำงานร่วมกับระบบประสาทกล้ามเนื้อ หรืออาจเรียกความแข็งแรงลักษณะนี้ว่า พลังกล้ามเนื้อ (Muscle power)

1.3 ความแข็งแรงอดทน (Strength endurance) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทนต่อความเมื่อยล้า หรืออาจเรียกความแข็งแรงลักษณะนี้ว่า ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance)

2. พลังกล้ามเนื้อ (Power) หมายถึง ความสามรถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็วทำให้เกิดงานในระดับสูง

พลังของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถที่จะถ่ายโยงพลังงานทางกายภาพเป็นแรงที่มีอัตราเร็ว หรือเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการใช้แรงและความเร็ว อันแสดงถึงความสามารถของกล้ามเนื้อในการปลดปล่อยแรงออกมาอย่างรวดเร็วด้วยกำลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ดังนั้นพลังกล้ามเนื้อจึงเป็นผลที่เกิดขึ้นจากความแข็งแรงและความเร็ว (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552)

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2547) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้มากที่สุดภายในระยะเวลาสั้นที่สุด

สนธยา สีละมาด (2555) กล่าวว่า พลัง หมายถึง ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuro–Muscular) ในการที่จะก่อให้เกิดแรง (Force) มากที่สุดในเวลาที่สั้นที่สุด หรือการเอาชนะแรงต้านได้ด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว พลังเป็นผลของแรงกล้ามเนื้อ (Muscular Force) และอัตราเร็ว (Velocity) ของการเคลื่อนไหว เพราะฉะนั้น พลังจะเท่ากับแรงคูณด้วยอัตราความเร็ว ($P = F \times V$)

สรุปได้ว่าพลังกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่แสดงออกมาในรูปของความแข็งแรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด ซึ่งเขียนสมการได้ดังนี้

พลัง = แรง x ความเร็ว

ดังนั้นพลังกล้ามเนื้อสูงสุด (Peak Power) จึงขึ้นอยู่กับความสามารถของความแข็งแรงในกล้ามเนื้อ และความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อที่แสดงออกมาได้สูงที่สุดพร้อมกัน พลังสูงสุดของกล้ามเนื้อนั้นเป็นผลรวมระหว่างแรงสูงสุดที่แสดงออกมาที่ความเร็วสูงสุดของบาร์เบลเท่าที่จะทำได้ การเพิ่มขึ้นของพลัง สนธยา สีละมาด (2555) กล่าวว่า เป็นผลที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นในความแข็งแรงหรือความเร็วอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเป็นการเพิ่มขึ้นทั้งสองอย่าง

3. ความอดทนของกล้ามเนื้อและพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance and Power endurance)

3.1 ความอดทนของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อ หรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่จะทำงานซ้ำๆ ต่อแรงต้านทานได้ยาวนาน ในการหดตัวแบบไอโซโทนิก (Isotonic contraction) ไอโซคิเนติก (Isokinetic contraction) หรือไอโซเมตริก (Isometric contraction)

บอมพา และคาร์เรรา (Bompa & Carrera, 2005) ได้แบ่งพลังอดทนของกล้ามเนื้อออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ความอดทนของกล้ามเนื้อช่วงระยะเวลาสั้น (Muscle endurance of short duration) คือ การปฏิบัติกิจกรรมที่ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ 40 วินาที ถึง 2 นาที เช่น การว่ายน้ำระยะ 100 เมตร เป็นต้น ความอดทนของกล้ามเนื้อช่วงระยะเวลาปานกลาง (Muscle endurance of medium duration) คือ การปฏิบัติกิจกรรมที่ใช้เวลาตั้งแต่ 2 นาทีถึง 5 นาที เช่น การว่ายน้ำระยะ 200 – 400 เมตร การพายเรือแคนูระยะ 1000 เมตร เป็นต้น และความอดทนของกล้ามเนื้อช่วงระยะเวลานาน (Muscle endurance of long duration) คือ การปฏิบัติกิจกรรมที่ใช้เวลามากกว่า 6 นาทีขึ้นไป เช่น การวิ่งระยะไกล เป็นต้น

3.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ผสมผสานระหว่างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ เพื่อสามารถปฏิบัติงานได้ยาวนาน

4. ปฏิกิริยาตอบสนอง ความไว และความเร็ว (Reaction time, Quickness and Speed)

4.1 ปฏิกิริยาตอบสนอง หมายถึง ช่วงระยะเวลาระหว่างการกระตุ้นจนกระทั่งมีการตอบสนอง หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการตอบสนองของร่างกายต่อสิ่งเร้า แสดงถึงการทำงานร่วมกันของประสาทรับรู้ และกล้ามเนื้อ

4.2 ความไว หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวเฉพาะแต่ละอย่างได้อย่างรวดเร็วด้วยระยะเวลาสั้นที่สุด

4.3 ความเร็ว หมายถึง ความสามารถในการทำการเคลื่อนที่ของร่างกายจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งด้วยความเร็วสูงสุดหรือใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด

5. การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาความมั่นคงหรือท่าทางในสภาพแวดล้อมขณะนั้นๆ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความสามารถที่จะรักษาท่าทางขณะอยู่นิ่ง (Static balance) และความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ (Dynamic balance)

6. ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของข้อต่อใดๆ หรือกลุ่มข้อต่อในการเคลื่อนไหวได้ราบรื่นตลอดช่วงมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Range of motion)

7. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการควบคุมการเปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและตรงเป้าหมาย

3. การฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

การฝึกโดยใช้ความต้านทานเพื่อพัฒนาความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ และ/หรือเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ โดยทั่วไปมักจะหมายถึงการฝึกด้วยน้ำหนัก (weight training) โดยอุปกรณ์การฝึกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลักที่สำคัญ ได้แก่ (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552)

1. การฝึกกับอุปกรณ์อิสระ (Free weight)

อุปกรณ์ที่มักพบเห็นในกลุ่มอุปกรณ์อิสระ คือ ดัมเบลล์ (Dumbbell) และบาร์เบลล์ (Barbell) เนื่องจากสามารถเคลื่อนที่ เคลื่อนย้ายได้สะดวก อีกทั้งยังสามารถปรับรูปแบบการฝึกให้ใกล้เคียงกับกิจกรรมหรือประเภทกีฬาต่างๆได้โดยง่าย ซึ่งให้ผลดีต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อมากกว่าการฝึกด้วยเครื่องออกกำลังกาย แต่การใช้อุปกรณ์อิสระในการฝึกก็เกิดข้อเสียเปรียบเนื่องจากร่างกายเป็นโครงสร้างที่ประกอบกันขึ้นระหว่างกระดูกและกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวเกิดจากการขยับเคลื่อนของข้อต่อ ทำให้รูปแบบการเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นไปตามระบบคาน (Lever) ดังนั้นการฝึกด้วยอุปกรณ์อิสระเกิดการเสียเปรียบเชิงกล กล้ามเนื้อไม่สามารถออกแรงพยายามได้อย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Range of motion)

2. การฝึกกับเครื่องออกกำลังกาย (Machine weight)

อุปกรณ์การฝึกถูกออกแบบให้มีความจำเพาะเจาะจงต่อรูปแบบการเคลื่อนไหวหนึ่งๆ อาจเป็นชนิดที่สามารถพัฒนากล้ามเนื้อด้วยการเคลื่อนไหวด้วยหนึ่งข้อต่อ หรือสองข้อต่อ และมีความปลอดภัยสูง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่

2.1 เครื่องฝึกชนิดน้ำหนักต้านทานคงที่ อาศัยแรงต้านจากน้ำหนักแผ่นหนักผ่านคานงัดและรอก ขณะฝึกกล้ามเนื้อไม่สามารถออกแรงพยายามได้เท่ากันตลอดช่วงมุมการเคลื่อนไหว

2.2 เครื่องฝึกชนิดน้ำหนักต้านทานแปรผันได้ ถูกออกแบบเพื่อลดข้อบกพร่องของการฝึกด้วยเครื่องฝึกชนิดแรก โดยอาศัยการแปรผันแรงต้านด้วยการใช้ลูกเบี้ยว (Cam) และการเปลี่ยนแปลงความยาวของคานเพื่อให้กล้ามเนื้อออกแรงเพิ่มมากขึ้น

2.3 เครื่องฝึกชนิดปรับน้ำหนักต้านทานได้เองอย่างเหมาะสม เพื่อให้กล้ามเนื้อสามารถออกแรงพยายามได้อย่างเต็มที่เท่ากันตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ลดข้อบกพร่องการเสียเปรียบเชิงกลของการเคลื่อนไหวผ่านข้อต่อ โดยอาศัยระบบอัดอากาศ หรือนิวแมติก (Pneumatic) ระบบไฮดรอลิก และระบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic)

4. โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ

สนธยา สีละมาด (2555) กล่าวว่าสิ่งสำคัญในการพัฒนาพลังด้วยเครื่องออกกำลังกายจะขึ้นอยู่กับจังหวะและความเร็วของการปฏิบัติ สำหรับการปรับปรุงพลังการเคลื่อนไหว และได้ให้ข้อเสนอแนะในการออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมพลังด้วยเครื่องออกกำลังกาย ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ

ตัวแปรของการฝึกซ้อม	**งาน**
ความหนัก : - ใช้พลังต่อเนื่อง - ใช้พลังไม่ต่อเนื่อง	30 – 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 50 – 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนการออกกำลังกาย	2 – 4 (5)
จำนวนครั้ง/เซท	4 – 10
จำนวนเซท/การฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง	3 – 6
ระยะเวลาการพัก/เซท	2 – 6 นาที
จังหวะ/ความเร็วของการปฏิบัติ	เร็วอย่างต่อเนื่อง
ความบ่อย/สัปดาห์	2 – 3

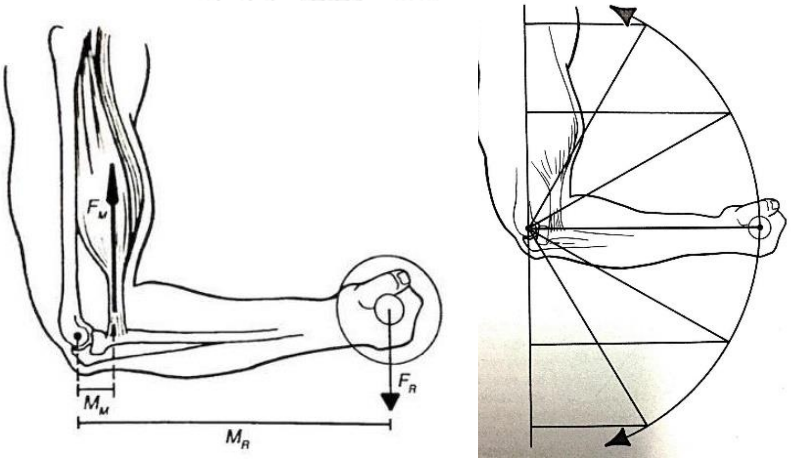
บอมพา และคาร์เรรา (Bompa & Carrera, 2005) ได้ให้ข้อแนะนำในการออกแบบโปรแกรมการฝึกแรงต้านเพื่อพัฒนาพลังอดทนของกล้ามเนื้อ ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังอดทนของกล้ามเนื้อ

ตัวแปรของการฝึกซ้อม	**งาน**
ความหนัก	30 – 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนการออกกำลังกาย	2 – 5
จำนวนครั้ง/เซท	15 – 30
จำนวนเซท/การฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง	2 – 4
ระยะเวลาการพัก/เซท	3 – 5 นาที
จังหวะ/ความเร็วของการปฏิบัติ	เร็วอย่างต่อเนื่อง
ความบ่อย/สัปดาห์	2 – 3

5. แนวคิดการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

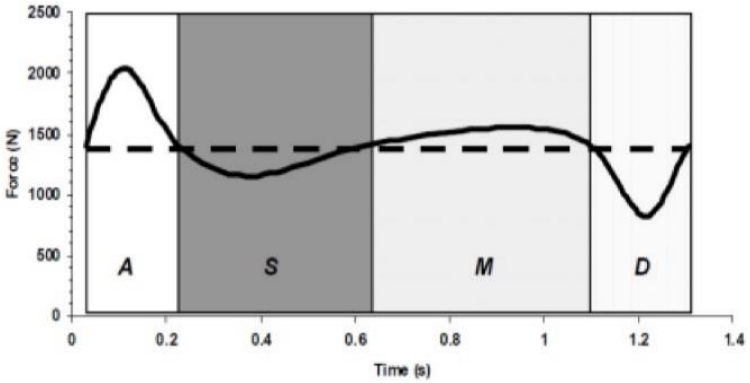
การคิดค้นอุปกรณ์การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศถูกพัฒนาขึ้นโดยเดนนิส ไกเซอร์ (Dennis Keiser) เนื่องจากแนวคิดเพื่อลดข้อบกพร่องของการฝึกด้วยแรงต้านจากรูปแบบดั้งเดิมที่ใช้น้ำหนักเหล็กเป็นแรงต้าน (Keiser corporation, 2011) การฝึกด้วยอุปกรณ์รูปแบบเดิมนั้นไม่สามารถทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้เต็มที่ได้ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว เนื่องจากร่างกายประกอบด้วยโครงสร้างกระดูกต่อเข้ากันเป็นข้อต่อในส่วนต่างๆของร่างกาย และเคลื่อนไหวโดยผ่านการออกแรงพยายามของกล้ามเนื้อเพื่อขยับข้อต่อให้เคลื่อนที่ในมุมองศาที่ต้องการ แต่เหตุนี้ทำให้ การเคลื่อนไหวของร่างกายและการออกแรงพยายามของกล้ามเนื้อเป็นไปตามกฎและทฤษฎีคาน (Lever) ประกอบกับขณะกล้ามเนื้อออกแรงพยายามทั้งรูปแบบที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวกล้ามเนื้อสั้นลง (Concentric contraction) และกล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) ทำให้เกิดการเปลี่ยนตำแหน่งระยะห่างจุดเกาะกล้ามเนื้อจากจุดหมุนของข้อต่อ จากสมการของโมเมนต์ (Moment) ที่เกิดจากผลคูณระหว่างแรงพยายามและระยะทางจากจุดหมุนในแนวตั้งฉาก เป็นผลให้กล้ามเนื้อไม่สามารถออกแรงได้เท่ากันตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Baechle & Earle, 2000)



ภาพที่ 2 แสดงการออกแรงของกล้ามเนื้อตามกฎของคาน (Baechle & Earle, 2000)

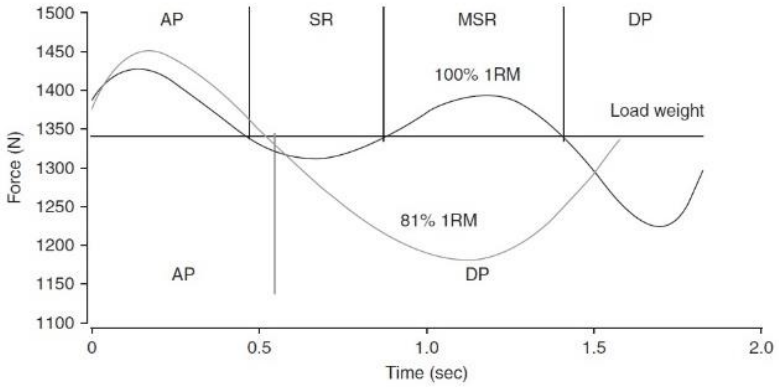
การศึกษาของ แลนเดอร์ และคณะ (Lander et al., 1985) รูปแบบของแรงในแนวดิ่งขณะยกบาร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ช่วง ช่วงแรกจะเรียกว่าช่วงความเร่ง (The acceleration phase) ซึ่งช่วงนี้จะใช้เวลาทั้งหมด 16 % แรกของช่วงทั้งหมดในช่วงคอนเซ็นตริคและพบว่ามีการเกิดแรงสูงสุดในช่วงนี้ ช่วงที่ 2 คือช่วงที่ออกแรงน้อยกว่าแรงต้านและใช้เวลาต่อจากช่วงแรกจนถึง 42 % ของช่วงทั้งหมดในช่วงคอนเซ็นตริค ช่วงนี้ถูกเรียกว่าช่วงสติคกิ้ง (Sticking region) เนื่องจากแรงที่ใช้น้อยกว่าแรงต้านจึงทำให้สูญเสียความเร็วในการออกแรง ช่วงต่อมาเกิดต่อจากช่วงที่ 2 ไปจนถึง

82 % ของเวลาทั้งหมดโดยพบว่าช่วงนี้เป็นอีกช่วงที่ใช้ความพยายามมากกว่าแรงต้าน ซึ่งช่วงนี้ถูกเรียกว่าช่วงความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength region) และช่วงสุดท้ายใช้เวลาทั้งหมด 18 % ของเวลาที่ใช้ทั้งหมด โดยถูกเรียกว่าช่วงความหน่วง (The deceleration phase) ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้แรงพยายามน้อยกว่าแรงต้าน วิลสัน (Wilson, 1994) กล่าวว่าการเกิดแรงมากในช่วงแรกเนื่องจากมีโมเมนตัม (Momentum) เกิดขึ้นและการออกแรงในมุมการเคลื่อนไหวที่เหลือเกิดขึ้นน้อยลง โดยเกิดช่วงความหน่วงในช่วงท้ายเพื่อหยุดน้ำหนัก จึงสรุปได้ว่าการออกแรงระดับสูงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยของมุมการเคลื่อนไหว



ภาพที่ 3 แสดงวงจรการออกแรงพยายามของกล้ามเนื้อขณะฝึกแรงต้าน (Lander et al., 1985)

จากการศึกษาของแอลเลียตและคณะ (Elliott et al., 1989) ทำการศึกษาวิเคราะห์ชีวกลศาสตร์ช่วงที่ความเร่งลดลง (Sticking region) ขณะฝึกด้วยท่านอนดัน (Bench press) ที่ความหนักของการฝึก 81 % และ 100 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม พบว่าที่ความหนัก 81 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม ช่วงแรกของการฝึกเป็นช่วงที่มีการเพิ่มความเร่งในการออกแรงได้มากทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้เต็มที่สูงกว่าแรงต้าน (Acceleration phase) และหลังจากนั้นเป็นช่วงที่กล้ามเนื้อออกแรงพยายามน้อยกว่าแรงต้านเนื่องจากความเร่งของการออกแรงพยายามลดลง (Sticking region) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วงที่เกิดขึ้นขณะฝึก ขณะที่ฝึกด้วยความหนัก 100 % ของหนึ่งอาร์เอ็มเกิดช่วงที่กล้ามเนื้อออกแรงมากกว่าแรงต้าน 2 ครั้งและช่วงที่กล้ามเนื้อออกแรงพยายามน้อยกว่าแรงต้าน 2 ครั้ง โดยแบ่งเป็นช่วงมีการเพิ่มความเร่งในการออกแรงได้มากทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้เต็มที่สูงกว่าแรงต้าน (Acceleration phase) ช่วงที่กล้ามเนื้อออกแรงพยายามน้อยกว่าแรงต้านเนื่องจากความเร่งของการออกแรงพยายามลดลง (Sticking region) ช่วงที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่ (Maximum strength region) และช่วงที่มีการชะลอความเร่ง (Deceleration region) แสดงให้เห็นว่าตลอดช่วงของการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อมีการออกแรงไม่เท่ากัน



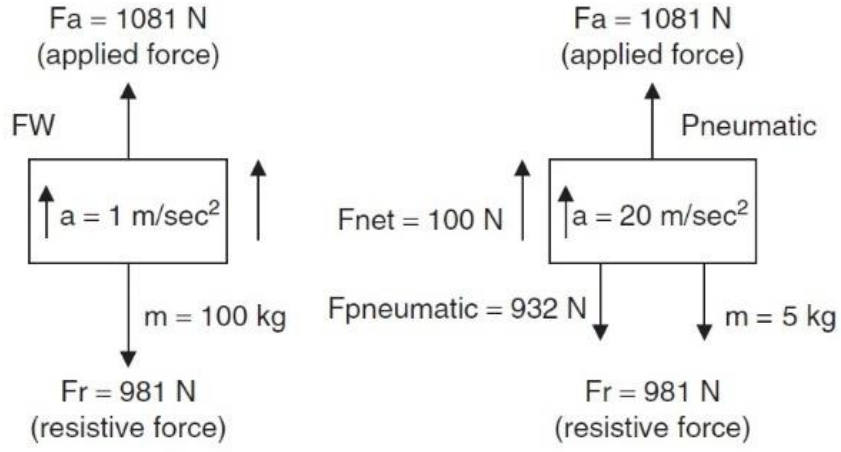
ภาพที่ 4 แสดงความต่างของการออกแรงพยายามขณะฝึกแรงต้านที่ความหนักต่างกัน (Elliott et al., 1989)

6. หลักการทำงานของระบบนิวแมติก

จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 2 กล่าวโมเมนตัมของวัตถุวัตถุเปลี่ยนแปลงไป เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง จากสมการ

F(แรง)=m(มวล) x a(ความเร่ง)

ขณะที่ออกแรงฝึกในรูปแบบเดิมที่มวลของวัตถุคงที่ ในขณะที่ความเร่งในการกระทำเปลี่ยนแปลงไป เป็นผลให้แรงพยายามเปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่ในระบบนิวแมติกถูกสร้างให้มีการออกแรงสม่ำเสมอโดยการลดมวลให้เหลือน้อยที่สุดจนเกือบมีค่าศูนย์ทำให้สามารถสร้างความเร่งได้เต็มที่ เป็นผลให้สามารถออกแรงได้มาก แต่ขณะเดียวกันรูปแบบของการเคลื่อนไหวของร่างกายทำให้ไม่สามารถออกแรงได้เท่ากันตลอดการเคลื่อนไหวได้ จึงมีการเพิ่มแรงต้านจากแรงลมทำให้ต้องออกแรงเพิ่มขึ้นจากเดิมโดยอาศัยหลักการของแรงดัน



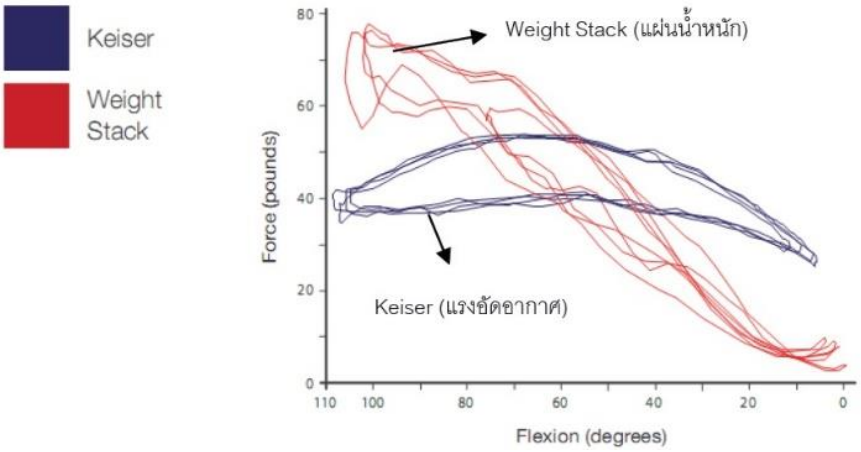
ภาพที่ 5 แสดงการทำงานของระบบนิวแมติก (Frost, Cronin & Newton, 2010)

จากสมการ

F(แรงต้านจากลม) = P(แรงดันอากาศ) x A(พื้นที่หน้าตัด)

เมื่อมวลลมในพื้นที่ปิดถูกอัดทำให้แรงดันอากาศเพิ่มสูงขึ้นเป็นผลให้ต้องออกแรงต้านเพิ่มขึ้นจากความดันอากาศที่เพิ่มขึ้นในกระบอกลม

ไกเซอร์ คอร์โปเรชั่น (Keiser corporation, 2011) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าแรงในการออกกำลังกายด้วยท่าเตะขาไปด้านหน้า (Leg extension) ระหว่างการใช้แผ่นน้ำหนักกับการใช้เครื่องที่ใช้แรงดันอากาศของไกเซอร์ (Keiser) ด้วยการเตะขาขึ้นด้วยความเร็ว 0.5 , 1 , 2 และ 4 วินาที และเตะขาลงด้วยความเร็ว 0.5 , 1 , 2 และ 4 วินาที พบว่าการออกแรงต้านด้วยแผ่นน้ำหนักในแต่ละความเร็ว มีความแปรปรวน ไม่คงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ขณะที่การออกแรงต้านด้วยเครื่องที่ใช้แรงดันอากาศสามารถออกแรงได้สม่ำเสมอ คงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ทั้งนี้ กฤตมุข หล่าบรรเทา (2554) ได้ทำการสรุปเปรียบเทียบระหว่างการฝึกด้วยแรงต้านด้วยน้ำหนักกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ดังนี้



ภาพที่ 6 แสดงความแตกต่างของการออกแรงขณะฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักและนิวแมติก (Keiser corporation, 2011)

ตารางที่ 3 แสดงผลสรุปเปรียบเทียบระหว่างการฝึกด้วยแรงต้านด้วยน้ำหนักกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

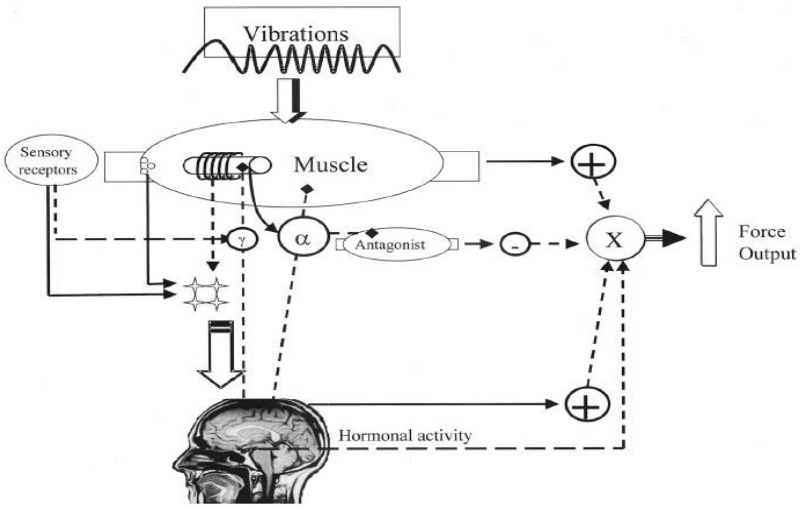
องค์ประกอบ	การฝึกด้วยแรงต้านด้วยน้ำหนัก	การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ
ความเร่งในการยก	เกิดความเร่งได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เมื่อใช้น้ำหนักในการยกเท่ากัน	เกิดความเร่งได้มากกว่ากว่าเมื่อเทียบกับการฝึกด้วยแรงต้านด้วยน้ำหนัก เมื่อใช้น้ำหนักในการยกเท่ากัน
แรงที่ใช้ในการยก	แรงที่ใช้ยกในระหว่างช่วงการเคลื่อนไหวไม่สม่ำเสมอ	แรงที่ใช้ยกเกิดขึ้นสม่ำเสมอตลอดช่วงการเคลื่อนไหว

7. การสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

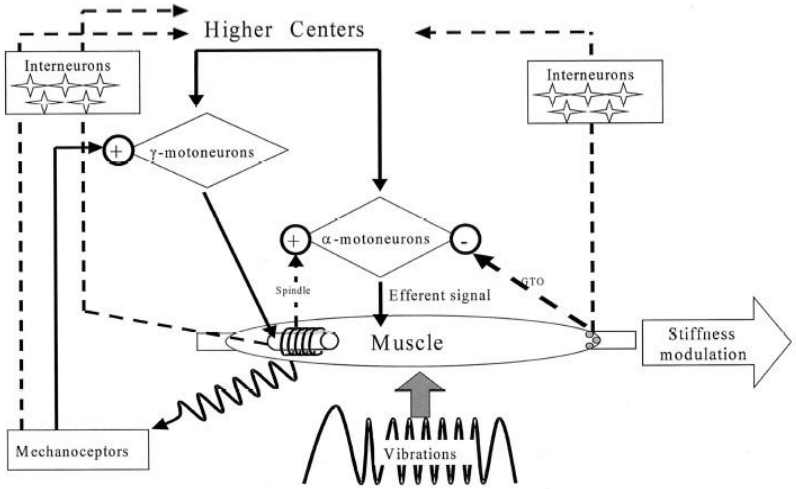
การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายเป็นกลไกของแรงสั่นสะเทือนที่ทำให้พลังงานเกิดการ ถ่ายโอนจากตัวเครื่องสั่นไปสู่ร่างกายของบุคคล โดยระบบกล้ามเนื้อและเอ็นกล้ามเนื้อจะทำงานเปรียบเสมือนสปริงที่สามารถเก็บพลังงานและปล่อยพลังงานได้ ซึ่งการสั่นสะเทือนนั้น จะทำให้กล้ามเนื้อเกิดการสะสมพลังงานและถ่ายโอนพลังงานไปทีละส่วนของร่างกาย เริ่มจากเท้าไปสู่น่อง จากน่องไปสู่ต้นขาและต้นขาไปสู่ลำตัว (สลิษา ยูนุช, 2557)

การตอบสนองต่อระบบประสาท

การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลาย ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นของปฏิกิริยาตอบสนอง (Reflex) ทั้งบริเวณระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลายโดยเกิดการส่งกระแสประสาทไปยังสมองบริเวณ Primary somatosensory, Secondary somatosensory และSupplementary motor area ซึ่งบริเวณสมองส่วนนี้มีหน้าที่ควบคุมและวางแผนการเคลื่อนไหวของร่างกายก่อนที่จะเกิดการเคลื่อนไหวจริง อีกทั้งยังกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนเพื่อควบคุมระบบประสาทและกล้ามเนื้อจากสมองส่วน Central motor command ที่คล้ายคลึงกับระหว่างการออกกำลังกาย ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความยาวของเอ็นและกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว เป็นผลให้เกิดการกระตุ้นปฏิกิริยาตอบสนองภายในกล้ามเนื้อที่เรียกว่า “Tonic vibration reflex” ผลจากการกระตุ้นปฏิกิริยาตอบสนองนี้ทำให้เกิดการส่งกระแสประสาทกระตุ้นการทำงานของประสาทสั่งการชนิดอัลฟ่า (Alpha motor neuron) และมีการเพิ่มขึ้นของศักย์ไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit) ภายในกล้ามเนื้อสูงขึ้น (Cardinale & Bosco, 2003)



ภาพที่ 7 แสดงกลไลการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (Cardinale & Bosco, 2003)



ภาพที่ 8 แสดงกลไลการกระตุ้นระบบประสาทส่วนปลายภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (Cardinale & Bosco, 2003)

ตัวแปรที่ใช้ในการฝึกการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

เพศ

เพศเป็นปัจจัยหนึ่งของการคัดเลือกกลุ่มอย่างการทดลองครั้งนี้ จากการศึกษาของ บาเซทท์โจนส์ ฟินช์ และดูแกน (Bazett-Jones ,Finch & Dugan, 2008) ที่ใช้รูปแบบ dynamic half squat ในการฝึกการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศชายและหญิงที่ไม่เคยได้รับการฝึก (Untrained) พบว่ากลุ่มตัวอย่างเพศหญิงที่ใช้โปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่าง ที่ความถี่ 40 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 2 - 4 มิลลิเมตร และที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 4 - 6 มิลลิเมตร มีพลัง

กล้ามเนื้อขาที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเพศชายระหว่างโปรแกรมการฝึกการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย อีกทั้งการศึกษาของ โคแครน และสแตนนาร์ด (Cochrane & Stannard, 2005) ในนักกีฬาฮอกกี้หญิงพบว่าภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายกลุ่มตัวอย่างมีการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการกระโดดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาของสุภัทรา ศิลปะบรรเลง (2556) และการศึกษาของสลิษา ยูนุช (2557) ที่ทำการศึกษาผลฉับพลันของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายในนักกีฬากรีฑา และนักกีฬาซอฟท์บอลหญิงพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของพลังกล้ามเนื้อภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย จากข้อมูลดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงใช้เพศเป็นเกณฑ์หนึ่งในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้

แบบท่าทางที่ใช้ในการฝึกการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

แบบท่าทางที่ใช้ในการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายในการทดลองนี้ หมายถึง รูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อขณะฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย และมุมข้อเข่าขณะฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย เนื่องจากการศึกษาก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่าแบบท่าทางที่ใช้ในการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายที่แตกต่างกันมีผลต่อพลังกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน

รูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อขณะฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

รูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อขณะฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย หมายถึง รูปแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อขาระหว่างการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ได้แก่ การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static contraction) โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ และการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (Dynamic contraction) โดยมีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ จากการศึกษาผลฉับพลันของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายต่อพลังกล้ามเนื้อขาในขณะกล้ามเนื้อหดตัวแบบอยู่กับที่และเคลื่อนที่ของ สุภัทรา ศิลปะบรรเลง (2556) พบว่ารูปแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่มีการเพิ่มขึ้นของพลังกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

มุมข้อเข่าขณะฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

มุมข้อเข่าขณะฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย หมายถึง มุมของข้อเข่าขณะทำท่าย่อตัว (Squat) ที่ใช้ในการฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย จากการศึกษาผลฉับพลันของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายโดยใช้ท่าฝึกและช่วงเวลาแตกต่างกันที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อของ สลิษา ยูนุช (2557) โดยทำการเปรียบเทียบมุมของข้อเข่าระหว่างมุม 90 องศา และมุม 135 องศา พบว่าท่าย่อตัวค้างไว้ให้เข่าทำมุม 135 องศา และช่วงระยะเวลาในการกระตุ้น 45 วินาที ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งเป็นมุมที่ใช้ในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด และเป็นอีกมุมที่มีประโยชน์กับการกีฬาที่ใช้ในการฝึกเพื่อสร้างพลังของกล้ามเนื้อและพลังอดทนของกล้ามเนื้อ จากข้อมูลดังกล่าวนี้

ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบท่าทางที่ใช้ในการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายจากผลจากศึกษาของ สลิษา ยูนุช (2557) เป็นต้นแบบการจัดโปรแกรมในการทดลองนี้

โปรแกรมที่ใช้ในการฝึกการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

โปรแกรมที่ใช้ในการฝึกการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ได้แก่ รูปแบบการสั่น ความถี่ของการสั่น (Frequency) แอมพลิจูดของการสั่น (Amplitude) ช่วงระยะเวลาในการสั่น (Duration of vibration) โดยการกำหนดโปรแกรมเป็นไปตามขอบเขตความสามารถของเครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (whole-body vibration) รุ่น Power plate Pro 5 Silver ผลิตโดยบริษัท Power plate International Ltd. ประเทศสหรัฐอเมริกา

รูปแบบการสั่น

รูปแบบการสั่นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ รูปแบบการสั่นโดยตรง (Direct vibration) และรูปแบบการสั่นโดยอ้อม (Indirect vibration) รูปแบบการสั่นโดยตรง หมายถึง การสั่นไปยังบริเวณเอ็นและกล้ามเนื้อแบบเฉพาะเจาะจงในบริเวณนั้นๆที่ต้องการสั่น ส่วนรูปแบบการสั่นโดยอ้อม หมายถึง การส่งคลื่นการสั่นผ่านส่วนของอวัยวะของร่างกายไปยังบริเวณที่ต้องการให้เกิดการสั่น เช่น การสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (Whole-body vibration) จะมีการสร้างคลื่นจากแหล่งกำเนิด (Actuator) ไปสู่ร่างกาย (Resonator) (Rittweger, 2010) ซึ่งการทดลองครั้งนี้ใช้รูปแบบการสั่นโดยอ้อมจากเครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

ความถี่ (Frequency)

ความถี่ หมายถึง อัตราการเกิดซ้ำของคลื่น วัดตามความถี่ของจำนวนรอบของคลื่นต่อนาที มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์

แอมพลิจูด (Amplitude)

แอมพลิจูด คือระยะทางครึ่งหนึ่งระหว่างจุดสูงสุดกับจุดต่ำสุดของคลื่นที่เกิดจากการสั่น มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (mm)

ช่วงระยะเวลาในการสั่น (Duration of vibration)

ช่วงระยะเวลาของการสั่นสะเทือนที่ใช้มีความสำคัญมาก เนื่องจากสามารถกำหนดประสิทธิภาพการทำงานของการสั่นสะเทือนที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ ที่เกิดขึ้นภายหลังได้รับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 แสดงงานวิจัยที่ทำการศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

ผู้ศึกษา	ความถี่ (เฮิรตซ์)	แอมพลิจูด (มิลลิเมตร)	ช่วงระยะเวลาในการสั่น (วินาที)	ผลการศึกษา
Bosco et al. (2000)	26	4	60	พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและความสูงในการกระโดดเพิ่มขึ้น
Cochrane & Stannard (2005)	26	6	300 (6ท่าทาง)	ความสามารถในการกระโดดในท่าcounter-movement jump เพิ่มขึ้น
Cormie et al. (2006)	30	2.5	30	ความสามารถในการกระโดดในท่าcounter-movement jump เพิ่มขึ้น
Bazett-Jones et al. (2008)	40,45	4	45	ความสามารถในการกระโดดในท่าcounter-movement jump เพิ่มขึ้น
Rhea & Kenn (2009)	35	4	30	พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น
Stewart, Cochrane & Morton (2009)	26	4	2 , 4 , 6	ระยะเวลาที่ 2 นาทีทำให้ได้ค่าทอร์ก (Torque) สูงที่สุด
McBride et al. (2010)	30	3.5	30	แรงเพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

สลิษา ยูนุช (2557) ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระหว่างท่าฝึกและช่วงระยะเวลาแตกต่างกันที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬากรีฑาและนักกีฬาซอฟต์บอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง จานวน 12 คน ในการทดลองใช้วิธีถ่วงดุลลำดับ ให้กลุ่มตัวอย่างทำการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย 6 แบบ การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายแบบที่ 1-3 ใช้ท่า Static half squat โดยแบบที่ 1 ใช้ช่วงระยะเวลา 15 วินาที แบบที่ 2 ใช้ช่วงระยะเวลา 30 วินาที แบบที่ 3 ใช้ช่วงระยะเวลา 45 วินาที และแบบที่ 4-6 ใช้ท่า Static quarter squat โดยแบบที่ 4 ใช้ช่วงระยะเวลา 15 วินาที แบบที่ 5 ใช้ช่วงระยะเวลา 30 วินาที แบบที่ 6 ใช้ช่วงระยะเวลา 45 วินาที ใช้ความถี่ในการสั่น 45 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 4 มิลิเมตร โดยในช่วงของการทดสอบจะทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังการสั่น โดยค่าที่ได้จากการกระโดดด้วยความสามารถสูงสุด 1 ครั้ง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เปรียบเทียบ 6 แบบ โดยถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของแอลเอสดีและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองโดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบไม่เป็นอิสระต่อกันโดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการทดลองพบว่า ท่าฝึกที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดแตกต่างกัน และช่วงระยะเวลาในการกระตุ้นที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดแตกต่างกัน แต่ท่าย่อตัวค้างไว้ให้เข่าทำมุม 135 องศา และช่วงระยะเวลาในการกระตุ้น 45 วินาที ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

อิศวัชร์ ปิ่นทอง (2556) ทำการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยการสั่นร่างกายและไม่สั่นร่างกายที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว พลัง และความอ่อนตัว ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานและลูกจ้างการกีฬาแห่งประเทศไทย ที่มีอายุระหว่าง 25 – 35 ปี จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 10 คน กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกตามโปรแกรมที่ผู้วิจัยปรับปรุงขึ้นโดยอ้างอิงจาก โคล และมาโฮนี่ย์ (Cole & Mahoney, 2010) เป็นเวลา 6 สัปดาห์ แล้วทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแรงขา (Leg Strength) การวิ่งเร็ว ระยะทาง 40 เมตร การกระโดดแนวตั้ง (Vertical Jump) และนั่งเหยียดขา (Sit & Reach) ทดสอบช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และ 6 จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว พลัง และความอ่อนตัวระหว่างเพศชายกลุ่มที่ 1 กับเพศชายกลุ่มที่ 2 และเพศหญิงกลุ่มที่ 1 กับเพศหญิงกลุ่มที่ 2 ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ไม่แตกต่างกัน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และความเร็วของการฝึกออกกำลังกายด้วยการสั่นร่างกาย และไม่สั่นร่างกาย ช่วงระหว่างหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และ 6 สูงกว่าก่อนการฝึก แต่ความเร็วหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ไม่แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 สำหรับพลัง พบว่า เพศหญิงกลุ่มที่ 1 และเพศ

หญิงกลุ่มที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และ 6 สูงกว่าก่อนการฝึก แต่เพศชายกลุ่มที่ 1 และ 2 ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และ 6 ไม่แตกต่างกัน ส่วนความอ่อนตัวของการฝึกออกกำลังกายด้วยการสั่นร่างกาย ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และ 6 ไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยของคอร์มีและคณะ (Cormie et al., 2006) ศึกษาผลฉับพลันของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายต่อการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรง และพลัง เพื่อศึกษาผลของการทดสอบครั้งเดียว ของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายที่มีต่อความสามารถในการกระโดดในท่า countermovement jump กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายอายุ 19 - 23 ปี จำนวน 9 คน ที่เคยผ่านกิจกรรมการฝึกด้วยแรงต้าน ระดับปานกลางมาก่อน ศึกษาจากการกระโดดในท่า Counter-movement jump และการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายดังนี้ ความถี่ของการสั่น 30 เฮิรตซ์ ช่วงระยะเวลา 30 วินาที และใช้แบบท่าทางในการสั่นสะเทือน ทั้งร่างกายในท่าย่อตัวค้างไว้ให้เข่าทำมุม 90 องศา พบว่าการสั่นสะเทือนมีผลต่อความสามารถ ในการกระโดดในท่า countermovement jump อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยความสูงในการกระโดดเพิ่มขึ้น 0.7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะเดียวกันไม่พบการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อแวสทัส มีเดียลิส (Vastus medialis) กล้ามเนื้อแวสทัส แลทเทอราลิส (Vastus lateralis) และกล้ามเนื้อไบเซพซ์ ฟีมอรีส (Biceps femoris)

คอร์มีและคณะ (Cormie et al., 2006) ได้เสนอแนะในงานวิจัยของเขาว่า การกำหนดระยะเวลา ของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายมีผลต่อความสามารถในการกระโดด ซึ่งการเพิ่มขึ้นของความสูงในการกระโดดในการทดลองครั้งนี้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย อีกทั้งยังไม่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ดังนั้นจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อหาช่วงระยะเวลาของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายที่เหมาะสมต่อไป จึงเสนอแนะช่วงระยะเวลาของการสั่นสะเทือนสำหรับการศึกษา ในอนาคต ในช่วงระยะเวลา 45 วินาที ซึ่งน่าจะเพิ่มความสามารถในการกระโดดได้มากกว่าระยะเวลาของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายในงานวิจัยนี้

งานวิจัยของฮาเซลล์และคณะ (Hazell et al., 2007) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ที่เกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายในกล้ามเนื้อที่หดตัวแบบอยู่นิ่งและเคลื่อนที่ของกล้ามเนื้อ แวสทัส แลทเทอราลิส (Vastus lateralis) และ ไบเซพซ์ ฟีมอรีส (Biceps femoris) โดยผู้เข้าร่วมการทดลองเป็นเพศชายสุขภาพดีจานวน 10 คน ใช้ความถี่ในการสั่น 5 ระดับ ความถี่ ได้แก่ 25, 30, 35, 40 และ 45 เฮิรตซ์ แอมพลิจูดของการสั่น 2 และ 4 มิลลิเมตร ช่วงระยะเวลาในการสั่น 45 วินาที พบว่า การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบอยู่นิ่งกับที่ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น 0.6 - 6.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนได้รับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 ในระดับความถี่ 40 เฮิรตซ์ และ 45 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 2 และ

4 มิลลิเมตร และในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น 3.7 - 8.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับก่อนการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในระดับความถี่ที่ 35, 40 และ 45 เฮิรตซ์

จากการทดลองนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะใช้ความถี่ที่ระดับ 45 เฮิรตซ์ และแอมพลิจูด 4 มิลลิเมตร เนื่องจากเป็นความถี่และแอมพลิจูดที่มีการศึกษามาแล้ว และพบว่า สามารถเพิ่มความสามารถในการกระโดดได้

งานวิจัยของบาเซ็ทโจนส์ ฟินช์ และดูแกน (Bazett-Jones, Finch & Dugan, 2008) ได้ศึกษาผลฉับพลันของการสั่นสะเทือน ทั้งร่างกาย โดยเปรียบเทียบความเร่งที่ใช้ในการสั่นต่อความสามารถในการกระโดด กลุ่มตัวอย่าง เป็นเพศชายและเพศหญิง จำนวน 44 คน ที่ไม่เคยได้รับการฝึกมาก่อน โดยทุกคนต้องทำการสั่น 4 ความเร่งด้วยกัน ได้แก่ - 2.18g (ความถี่ 30 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 2 - 4 มิลลิเมตร), - 2.80g (ความถี่ 40 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 2 - 4 มิลลิเมตร), - 4.87g (ความถี่ 35 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 4 - 6 มิลลิเมตร) และ - 5.83g (ความถี่ 50 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 4 - 6 มิลลิเมตร) โดยใช้ช่วงระยะเวลาของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายตามความคาดหวังจากการศึกษาของคอร์มีและคณะ (Cormie et al., 2006) 45 วินาที พบว่าความสูงในการกระโดดที่ใช้ช่วงระยะเวลาของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย 45 วินาที เพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงระยะเวลาของการสั่น 30 วินาที ที่ใช้ในงานวิจัยของ คอร์มีและคณะ (Cormie et al., 2006) โดยเพิ่มขึ้นในกลุ่มทดลองเพศหญิง ที่ความเร่ง - 2.80g (ความถี่ 40 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 2 - 4 มิลลิเมตร) และ - 5.83g (ความถี่ 50 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 4 - 6 มิลลิเมตร) ซึ่งความสูงในการกระโดดเพิ่มขึ้น 9.0 เปอร์เซ็นต์ และ 8.3 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงความสูงในการกระโดดในเพศชาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภัทรา ศิลปะบรรเลง (2556) ศึกษาผลฉับพลันของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายต่อพลังกล้ามเนื้อขา ที่ใช้ช่วงระยะเวลา ในการสั่น 45 วินาทีเช่นกัน พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของพลังกล้ามเนื้อขา

อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยก่อนหน้านี้ โคแครนและสแตนนาร์ด (Cochrane & Stannard, 2005) อดัมส์และคณะ (Adams et al., 2009) ที่กำหนดช่วงระยะเวลาในการสั่น 30 วินาที ซึ่งพบว่าพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และงานวิจัยล่าสุดของเดสปินาและคณะ (Despina et al., 2014) พบว่าช่วงระยะเวลาของการสั่น 15 วินาที สามารถกระตุ้นการทางานของกล้ามเนื้อที่ทาให้ความสามารถในการกระโดดเพิ่มขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ระยะเวลาของการสั่นที่ 15, 30 และ 45 วินาที

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

นภัส สังข์ทอง (2557) ทำการศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่ต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย ช่วงอายุ 18-25 ปี จำนวน 13 คนและกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5เท่า โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ในการทดลองใช้วิธีถ่วงดุลลำดับโดยจะต้องทาการฝึก Squat ด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ทั้ง 6 การทดลอง ได้แก่ ความหนักที่ 15% 30% 45% 60% 75% และ 90 % ของ1 RM จำนวน 3 ครั้ง 1 เซต ใช้ระยะเวลาในการทดสอบทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกัน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure) หากพบว่ามีความแตกต่างกันจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ผลการวิจัย 1.ค่าพลังสูงสุดในขณะทำท่า Squat ที่ความหนัก 15% มีค่าพลังมากกว่า ความหนักที่ 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.ค่าแรงสูงสุดในขณะทาท่า Squat ที่ความหนัก 90% มีค่าแรงมากกว่า ความหนักที่ 15% 30% และ 45% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3.ค่าความเร็วสูงสุดในขณะทาท่า Squat ที่ความหนัก 15% มีค่าความเร็วมากกว่า ความหนักที่ 30% 45% 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปผลการวิจัย ในการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศในขณะทาท่า Squat ความหนักที่ 15% มีความเหมาะสมที่จะฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ความหนักที่ 90% มีความเหมาะสมที่จะฝึกเพื่อพัฒนาแรงกล้ามเนื้อ และความหนักที่ 15% มีความเหมาะสมที่จะฝึกเพื่อพัฒนาความเร็ว

กฤตมุข หล่าบรรเทา (2554) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการฝึกด้วยเครื่องออกกาลังกายแบบฟรีเวทที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศผสมกับแรงต้านด้วยน้ำหนักในสัดส่วนที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยเป็นอาสาสมัครนิสิตชายคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำนวน 51 คน ทำการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายและพลังกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกาย ก่อนการแบ่งเข้ากลุ่มการทดลอง ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายออกเป็น 3 กลุ่ม ทั้ง 3 กลุ่มฝึกที่ความหนัก 85% ของ 1RM กลุ่มที่1 ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ 60% แรงต้านด้วยน้ำหนัก 40% กลุ่มที่2 ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ 70% แรงต้านด้วยน้ำหนัก 30% กลุ่มที่ 3 ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ 80% แรงต้านด้วยน้ำหนัก 20% ทาการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัวและพลังกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัว

ก่อนการทดลอง หลังการทดลองในสัปดาห์ที่4 หลังการทดลองในสัปดาห์ที่8 นาผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว(One-way analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ(One-way analysis of variance with repeated measures) และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ตามวิธีการของ LSD มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองในสัปดาห์ที่4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่8 พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัวและพลังกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัวระหว่าง กลุ่มที่1 กลุ่มที่2และกลุ่มที่3 ไม่แตกต่างกัน แต่พบความแตกต่างภายในกลุ่มที่1 กลุ่มที่2และกลุ่มที่3 หลังการทดลองในสัปดาห์ที่4และสัปดาห์ที่8 สรุปผลงานวิจัย การฝึกด้วยเครื่องออกกาลังการแบบฟรีเวทที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศผสมกับแรงต้านด้วยน้ำหนักในสัดส่วนที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบนี้สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนต่อน้ำหนักตัวตลอดจนพลังกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายได้ไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาของ สุทธิกร อาภานุกูล (2556) โดยทำการศึกษาการพัฒนารูปแบบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนัก กับการฝึกด้วยแรงดันอากาศเพื่อเพิ่มพลังอดทนในนักกีฬาเทนนิส โดยมี 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ได้ทำการศึกษาสัดส่วนของแรงต้านระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก กับการฝึกด้วยแรงอัดอากาศที่มีต่อพลังสูงสุด ซึ่งทดสอบโดยให้นักกีฬาเทนนิสชาย 15 คน ทำการยกท่าซูโม่สคอวท 3 เซ็ตๆ ละ 6 ครั้ง ที่ความหนัก 30 % ของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ โดยมีรูปแบบสัดส่วนระหว่างแรงต้านด้วยน้ำหนัก กับแรงต้านจากแรงดันอากาศ 90 : 10, 80 : 20, 70 : 30, 60 : 40 และ 50 : 50 ในสัปดาห์ที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งแต่ละสัปดาห์จะทดสอบ 1 รูปแบบแรงต้านด้วยน้ำหนัก ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรที่ได้จาก 5 รูปแบบแรงต้าน ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ โดยผลการทดลองพบว่า รูปแบบแรงต้านที่มีสัดส่วนระหว่างแรงต้านด้วยน้ำหนัก กับแรงต้านจากแรงดันอากาศ 90 : 10 สามารถทำให้เกิดพลังสูงสุดได้มากที่สุด ของทุกรูปแบบที่ใช้ในการทดสอบ ในขั้นที่ 2 ได้ทำการศึกษา และเปรียบเทียบผลของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนัก กับการฝึกด้วยแรงดันอากาศ และการฝึกด้วยน้ำหนัก 8 สัปดาห์ ด้วยรูปแบบแรงต้านที่มีสัดส่วนแรงต้านด้วยน้ำหนัก กับแรงต้านจากแรงดันอากาศ 90 : 10 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทนนิสเพศชาย ระดับมหาวิทยาลัยซึ่งมีเกณฑ์อายุตั้งแต่ 18-25 ปี จำนวน 30 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ ละ 10 คน ด้วยการกำหนดกลุ่มแบบสุ่ม โดยการจับฉลากเข้ากลุ่มให้เท่าๆกัน โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนัก + การฝึกปกติ กลุ่มที่ 2 ฝึกผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนัก กับการฝึกด้วยแรงดันอากาศ + การฝึกปกติ และกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ ทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 จะถูกฝึกท่าซูโม่สคอวท 2 ครั้งต่อสัปดาห์โดยใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ นอกจากนี้ในแต่ละครั้งที่ฝึกจะยกท่าซูโม่สคอวท 20 ครั้ง/เซ็ต จำนวน 3 เซ็ต มีการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้งคือ ก่อนการทดลอง

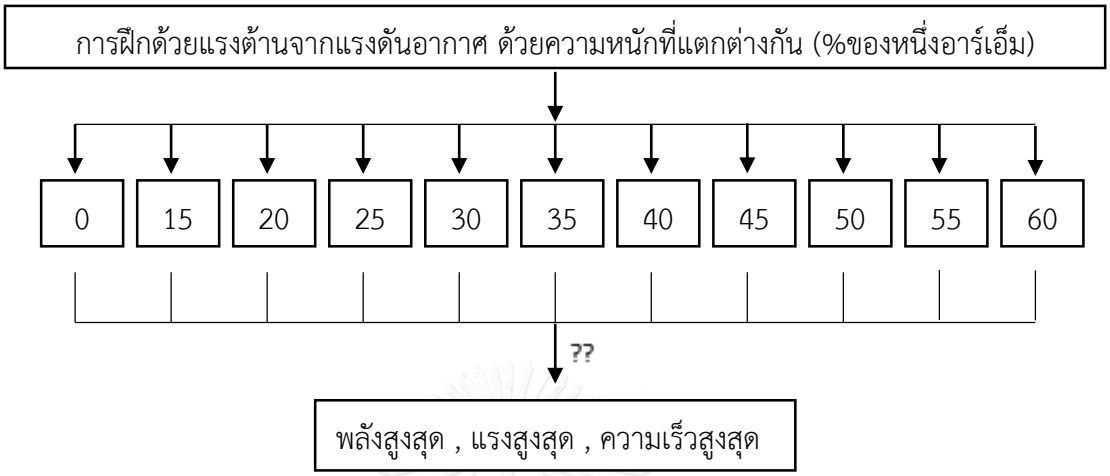
และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 โดยทดสอบค่าพลังอดทน พลังสูงสุด ความสามารถในการเร่งความเร็ว และความคล่องแคล่วว่องไว ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยเปรียบเทียบผลการทดลองทุกรายการก่อน และหลังการฝึก ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ พบว่า หลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีค่าพลังอดทน พลังสูงสุด และความคล่องแคล่วว่องไว มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มที่ 3 ไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองของทุกตัวแปร นอกจากนี้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มพบว่า หลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 มีค่าพลังอดทน พลังสูงสุด และความคล่องแคล่วว่องไว มากกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้าน

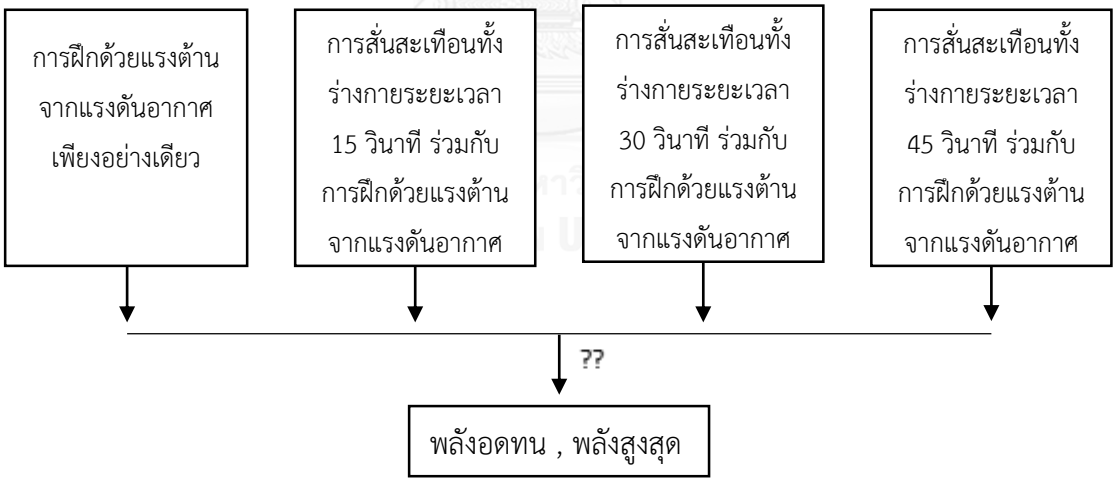
ลามอนท์และคณะ (Lamont et al., 2009) ทำการศึกษาการฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอทเพียงอย่างเดียว และการฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอทร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครเพศชายของมหาวิทยาลัย Oklahoma ช่วงอายุระหว่าง 18 -30 ปี จำนวน 36 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอทเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่ฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอทร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ทำการฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง แต่ละครั้งของการฝึกห่างกัน 72 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอททำการฝึกด้วยท่าสควอทที่มุมเข่า 90 องศา (Half Squat) สัปดาห์ที่ 1 -3 ใช้ความหนักของการฝึกที่ 55 – 90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม และสัปดาห์ที่ 4 - 6 ใช้ความหนักของการฝึกที่ 55 – 85% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ฝึกจำนวน 3 -5 ชุด ชุดละ 12 ครั้ง แต่ละชุดพัก 4 นาที ยกเว้นกลุ่มที่ฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอทร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย จะต้องทำการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายก่อนเริ่มการฝึกแรงต้านทุกครั้ง ด้วยการยืนนิ่งในท่าสวอตที่มุมเข่า 135 องศา (Quarter squat) ด้วยความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ แอมพลิจูด 2- 4 มิลลิเมตร ระยะเวลา 210 วินาที และทำการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระหว่างพักช่วงของชุดการฝึกแต่ละชุดครั้งละ 10 วินาที ที่เวลา 60, 120 และ180วินาที หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 7 พบว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอทร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (Percent change) พลังขณะกระโดดด้วยท่า Squat jump และพลังต่อน้ำหนักตัวขณะกระโดดด้วยท่า Depth jump แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอทเพียงอย่างเดียว

กรอบแนวคิดในการวิจัย

<u>การศึกษาที่ 1</u> ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยความหนักที่แตกต่างกันในเพศหญิง



<u>การศึกษาที่ 2</u> การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อในเพศหญิง



*หมายเหตุ การศึกษาวิจัยครั้งได้ทำการศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเท่านั้น เนื่องจากผลการวิจัยก่อนหน้าพบว่าเพศหญิงมีการเพิ่มขึ้นของพลังกล้ามเนื้อหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำให้เพศเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการคัดเข้าของกลุ่มตัวอย่างในการเข้าร่วมการวิจัย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ ขั้นตอนการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในคน กลุ่มสหสถาบันชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โครงการวิจัยที่ 036.1/59 ณ วันที่ 7 เมษายน 2559 (ภาคผนวก ก) ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 การศึกษา ได้แก่ การศึกษาที่1 ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยความหนักที่แตกต่างกัน และการศึกษาที่2 ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ ดังนี้

ประชากร

ประชากร คือ นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลายปีการศึกษา 2558 จำนวน 188 คน

<u>การศึกษาที่ 1</u> ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้จากการคัดเลือกอาสาสมัครที่เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลายปีการศึกษา 2558 คำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากตารางโคเฮน (Cohen, 1988) กำหนดค่าแอลฟ่าที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test) เท่ากับ .95 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ .50 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 10 คน และเพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง (Drop out) จึงเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีก 6 คน รวมใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 16 คน (โดยกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาที่ 1 ไม่ถูกใช้ซ้ำในการศึกษาที่ 2)

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมการทดลอง

1. ผู้วิจัยประกาศรับสมัคร และทำการติดต่อเป็นการส่วนตัวเชิญชวนกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการทดลอง

2. ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ขั้นตอนของการเก็บข้อมูล และชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

3. เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินดีจะเข้าร่วมการทดลอง ยินยอมตอบแบบสอบถาม (ภาคผนวก ง) และเข้ารับการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย

4. ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างลงนามยินยอมรับการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์ (ภาคผนวก จ) และเข้ารับมาทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ (ภาคผนวก ฎ) โดยผู้ที่มีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ที่มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 เท่า (Baechle & Earle, 2000) จะถูกคัดเลือกให้เข้าร่วมการทดลองต่อไป โดยทำการทดสอบด้วยเครื่องมือ Keiser A-300 squat และดำเนินการทดสอบดังนี้

4.1 ผู้วิจัยจะให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองประมาณน้ำหนักที่น่าจะสามารถต้านได้ 4 – 8 ครั้ง

4.2 จากนั้นให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองทำท่าสควอทให้เข่าทำมุม 90 องศาต้านกับน้ำหนักที่เลือกไว้ โดยทำท่าสควอทให้เข่าทำมุม 90 องศา (Half squat; มุมที่ใช้ในการฝึก) ไปจนกว่าจะไม่สามารถทำได้

4.3 นำจำนวนครั้งที่ทำได้และน้ำหนักที่ต้านมาแทนลงในสมการ ดังนี้

1 RM = (weight lifted) / [1.0278 – (repetitions x 0.0278)]

(Brzycki, 1993) (ค่าที่ได้คือค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ หรือ ค่าหนึ่งอาร์เอ็ม)

4.4 นำค่า 1 RM ที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ของผู้เข้าร่วมการทดลองจึงจะได้ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของผู้ที่เข้าร่วมการทดลอง

5. ระยะเวลา 3 วันก่อนการทดสอบกลุ่มตัวอย่างต้องไม่ออกกำลังกายอย่างหนักหรือฝึกกล้ามเนื้อขาทุกรูปแบบ

*หมายเหตุ หากพบว่า ขณะทำการทดสอบผู้เข้าร่วมการทดลองมีอาการบาดเจ็บ จะให้หยุดการทดสอบและผู้วิจัยจะประเมินอาการเบื้องต้น กรณีที่มีการบาดเจ็บเล็กน้อยผู้วิจัยจะให้การปฐมพยาบาลเบื้องต้น หากมีอาการบาดเจ็บที่รุนแรง ผู้วิจัยจะนำส่งสถานพยาบาลโดยทันที ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมการทดสอบต้องรีบแจ้งให้ผู้วิจัยทราบโดยทันที เพื่อที่ผู้วิจัยจะทำการรับผิดชอบในการส่งต่อ ณ สถานพยาบาลและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จากการดูแลรักษา

6. หากกลุ่มตัวอย่างท่านใดผ่านเกณฑ์การคัดกรองการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการวิจัย ผู้วิจัยจะอธิบายขั้นตอนการวิจัยโดยละเอียด บอกให้ทราบถึงประโยชน์ของการเข้าร่วมการวิจัยและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินดีที่จะเข้าร่วมการวิจัยผู้วิจัยจะให้ลงนามยินยอมการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ต่อไป กรณีที่กลุ่มตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะให้สมุดจดงานเป็นที่ระลึก

*หมายเหตุ ระหว่างทำการทดสอบและการฝึกทุกครั้งกลุ่มตัวอย่างจะต้องสวมชุดออกกำลังกายและสวมรองเท้าผ้าใบสำหรับออกกำลังกายทุกครั้ง (ทั้งนี้อาจเปลี่ยนแปลงไปตามความเหมาะสมและความสะดวกของกลุ่มตัวอย่าง)

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

1. นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง อายุ 18–22ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลายปีการศึกษา 2558

2. เป็นผู้ที่ไม่มีการบาดเจ็บทางร่างกายและไม่มีโรคประจำตัว ที่เป็นอุปสรรคต่อการวิจัย

3. เป็นผู้ที่มีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ที่มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 เท่า

4. กลุ่มตัวอย่างจะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยอื่น หรือฝึกกล้ามเนื้อขา เสริมทุกรูปแบบ

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่ประสงค์ร่วมการทดลองอีกต่อไป

2. ผู้เข้าร่วมการทดลอง ขาดการเข้าร่วมการทดลองมากกว่า 2 ครั้ง จากจำนวนครั้งการทดลองทั้งหมด 11 ครั้ง (กรณีที่กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัยไม่ครบตามขั้นต่ำจำนวนครั้งของการทดลอง ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างนั้นๆ จะไม่ถูกนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ)

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในครั้งนี้ คือ การวิจัยแบบการทดลองหมุนเวียนสมดุล “Counterbalanced design” (Best & Khan, 1986) เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยจัดกลุ่มตัวอย่างทั้ง 16 คนเข้ารับการทดลองทั้ง 11 การทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงรูปแบบการวิจัย (Counterbalanced design) การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน จำนวน 11 ความหนัก โดยกลุ่มตัวอย่างทุกคน (เพศหญิงจำนวน 16 คน) จะได้รับการฝึกทั้งสิ้น 11 ครั้ง โดยแต่ละครั้งของรอบการฝึกห่างกันอย่างน้อย 48 ชั่วโมง

ครั้ง	การฝึกแรงต้านโดยปราศจากน้ำหนักต้าน (0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม; Baseline)									
1	คนที่ 1-16									
	การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยความหนักที่แตกต่างกัน (%ของหนึ่งอาร์เอ็ม)									
	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %
2	คนที่ 1-2	คนที่ 3-4	คนที่ 5-6	คนที่ 7-8	คนที่ 9-10	คนที่ 11-12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15	คนที่ 16
3	คนที่ 16	คนที่ 1-2	คนที่ 3-4	คนที่ 5-6	คนที่ 7-8	คนที่ 9-10	คนที่ 11-12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15
4	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 1-2	คนที่ 3-4	คนที่ 5-6	คนที่ 7-8	คนที่ 9-10	คนที่ 11-12	คนที่ 13	คนที่ 14
5	คนที่ 14	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 1-2	คนที่ 3-4	คนที่ 5-6	คนที่ 7-8	คนที่ 9-10	คนที่ 11-12	คนที่ 13
6	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 1-2	คนที่ 3-4	คนที่ 5-6	คนที่ 7-8	คนที่ 9-10	คนที่ 11-12
7	คนที่ 11-12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 1-2	คนที่ 3-4	คนที่ 5-6	คนที่ 7-8	คนที่ 9-10
8	คนที่ 9-10	คนที่ 11-12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 1-2	คนที่ 3-4	คนที่ 5-6	คนที่ 7-8
9	คนที่ 7-8	คนที่ 9-10	คนที่ 11-12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 1-2	คนที่ 3-4	คนที่ 5-6
10	คนที่ 5-6	คนที่ 7-8	คนที่ 9-10	คนที่ 11-12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 1-2	คนที่ 3-4
11	คนที่ 3-4	คนที่ 5-6	คนที่ 7-8	คนที่ 9-10	คนที่ 11-12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15	คนที่ 16	คนที่ 1-2

*หมายเหตุ ระหว่างทำการฝึกผู้วิจัยจะเป็นผู้ควบคุมการฝึกด้วยตนเองทุกครั้ง และมีผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่ช่วยควบคุมการฝึกเป็นนิสิตระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 คนที่ได้การฝึกอบรมการใช้เครื่องมืออุปกรณ์การฝึกที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้จากผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนก่อนการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นออกแบบเครื่องมือวิจัย

1. ผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือวิจัย โดยเครื่องมือวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง โปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ ที่มีความหนักของแรงต้านแตกต่างกัน โดยโปรแกรมการฝึกมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การฝึกแรงต้านโดยปราศจากน้ำหนักต้าน (Baseline) 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
1.2 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 15 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
1.3 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 20 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
1.4 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 25 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
1.5 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 30 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
1.6 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
1.7 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 40 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
1.8 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 45 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
1.9 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
1.10 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 55 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
1.11การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

2. ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) ได้เท่ากับ 0.80 (ภาคผนวก ซ)

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ก่อนการทดลอง

1. กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ และค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ หรือ ค่าหนึ่งอาร์เอ็ม (ภาคผนวก ฎ) จากขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัยก่อนเริ่มการทดลอง 1 สัปดาห์ เพื่อป้องกันผลของความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจากการทดสอบ รวมถึง

วัดองค์ประกอบของร่างกายด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) รุ่น Body composition analyzer ioi 353 ความดันโลหิตด้วยเครื่องวัดความดันโลหิต (Blood pressue measurement) ยี่ห้อ OMRON รุ่น Automatic Blood Pressure HEM-7121 และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักด้วยนาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart monitor) ยี่ห้อ POLAR รุ่น FT60 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

2. กลุ่มตัวอย่างทั้ง 16 คนได้รับเลือกเข้าการทดลองด้วยวิธีการสุ่มแบบง่ายและดำเนินการทดลองตามรูปแบบการทดลองหมุนเวียนสมดุล ดังตารางที่ 4 ซึ่งการทดลองครั้งนี้แบ่งออกเป็น 11 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 การฝึกแรงต้านโดยปราศจากน้ำหนักต้าน (Baseline) 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 2 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 15 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม, การทดลองที่ 3 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 20 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม, การทดลองที่ 4 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 25 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 5 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 30 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 6 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 7 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 40 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 8 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 45 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 9 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 10 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 55 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม และการทดลองที่ 11 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

ขณะทำการทดลอง

1. ก่อนเริ่มต้นการทดลองในแต่ละครั้งกลุ่มตัวอย่างต้องสวมนาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart monitor) ยี่ห้อ POLAR รุ่น FT60 เพื่อบอกค่าอัตราการเต้นหัวหัวใจใน ณ ขณะทำการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) โดยปั่นจักรยานด้วยจักรยานวัดงาน ที่ความหนัก 60 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve) เป็นเวลา 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อขาเป็นเวลา 10 นาที (ภาคผนวก ด) เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทดลอง และป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

2. กลุ่มตัวอย่างฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยท่าสควอทที่มุมข้อเข่า 90 องศา (Half squat) เป็นจำนวน 1 ชุดการฝึก ชุดละ 3 ครั้ง ด้วยจังหวะการยก เร็วที่สุดหรือแรงระเบิด ขณะทำการทดลอง โดยระหว่างทำการฝึกผู้วิจัยจะเป็นผู้ควบคุมการฝึกด้วยตนเองทุกครั้ง และมีผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่ช่วยควบคุมเป็นนิสิตระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 คนที่ได้การฝึกอบรมการใช้เครื่องมืออุปกรณ์การฝึกที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้จากผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. บันทึกค่าพลัง แรง และความเร็วขณะทำการทดลองในแต่ละครั้ง ด้วยเครื่อง FT 700 Power Cage โดยนำค่าสูงสุดมาใช้ในการวิเคราะห์ผลข้อมูล

4. กลุ่มตัวอย่างทุกคน ได้รับการทดลองทั้ง 11 การทดลองตามแบบแผนการวิจัยดังตารางที่ 4 โดยระยะเวลาในการทดลองแต่การทดลองจะห่างกัน 48 ชั่วโมง เพื่อป้องกันความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ โดยทำการฝึกในวันจันทร์ วันพุธและวันศุกร์ ช่วงเวลา 09.00 – 17.00 น. ที่ห้องศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ขณะเข้าร่วมการวิจัยกลุ่มตัวอย่างจะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยอื่นหรือฝึกพลังกล้ามเนื้อขาทุกรูปแบบ)

5. เมื่อสิ้นสุดการทดลองทั้งหมด 11 การทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 16 คน นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลและนำผลการทดลองของการศึกษาที่ 1 ไปใช้ในการฝึกในการศึกษาที่ 2 โดยมีเงื่อนไข คือ

5.1 ค่าเปอร์เซ็นต์ความหนักของหนึ่งอาร์เอ็มขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดเพิ่มขึ้นจากขณะการฝึกแรงต้านโดยปราศจากน้ำหนักต้าน (Baseline) 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มากกว่าค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุด ที่เปอร์เซ็นต์ความหนักของหนึ่งอาร์เอ็มอื่นๆ ในการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จะถูกกำหนดให้เป็นความหนักในการฝึกในการศึกษาที่ 2

5.2 หากกรณีที่มีมากกว่าหนึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ความหนักของหนึ่งอาร์เอ็มที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าพลังสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความหนักอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จะเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ความหนักของหนึ่งอาร์เอ็ม ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าพลังสูงสุดเพิ่มขึ้นมากที่สุดในการกำหนดความหนักในการฝึกในการศึกษาที่ 2

5.3 กรณีที่ไม่พบความแตกต่างของค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ในแต่ละค่าเปอร์เซ็นต์ความหนักของหนึ่งอาร์เอ็มขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ จะเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ความหนักของหนึ่งอาร์เอ็มขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดเพิ่มขึ้น สูงที่สุดในการกำหนดความหนักในการฝึกในการศึกษาที่ 2 ต่อไป

<u>การศึกษาที่ 2</u> ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้จากการคัดเลือกอาสาสมัครที่เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลายปีการศึกษา 2558 ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 4 กลุ่มการทดลอง และได้อ้างอิงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากตารางโคเฮน (Cohen, 1988) โดยกำหนดค่าแอลฟ่าที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test) เท่ากับ .70 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ .50 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 10 คน เป็นจำนวน 40 คน และเพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง (Drop out) จึงเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีกกลุ่มละ 3 คน รวมใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 52 คน (โดยกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาที่ 2 มิใช่บุคคลเดิมที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาที่ 1)

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมการทดลอง

1. ผู้วิจัยประกาศรับสมัคร และทำการติดต่อเป็นการส่วนตัวเชิญชวนกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการทดลอง

2. ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ขั้นตอนของการเก็บข้อมูล และชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

3. เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินดีจะเข้าร่วมการทดลอง ยินยอมตอบแบบสอบถาม (ภาคผนวก ง) และเข้าร่วมการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย

4. ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างลงนามยินยอมการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์ (ภาคผนวก จ) และเข้ารับมาทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ (ภาคผนวก ฎ) โดยผู้ที่มีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ที่มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 เท่า (Baechle & Earle, 2000) จะถูกคัดเลือกให้เข้าร่วมการทดลองต่อไป โดยทำการทดสอบด้วยเครื่องมือ Keiser A-300 squat และดำเนินการทดสอบดังนี้

4.1 ผู้วิจัยจะให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองประมาณน้ำหนักที่น่าจะสามารถต้านได้ 4 – 8 ครั้ง

4.2 จากนั้นให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองทำท่าสควอทให้เข่าทำมุม 90 องศา ต้านกับน้ำหนักที่เลือกไว้ โดยทำท่าสควอทให้เข่าทำมุม 90 องศา (Half squat; มุมที่ใช้ในการฝึก) ไปจนกว่าจะไม่สามารถทำได้

4.3 นำจำนวนครั้งที่ทำได้และน้ำหนักที่ต้านมาแทนลงในสมการ ดังนี้

1 RM = (weight lifted) / [1.0278 – (repetitions x 0.0278)] (Brzycki, 1993) (ค่าที่ได้คือค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ หรือ ค่าหนึ่งอาร์เอ็ม)

4.4 นำค่า 1 RM ที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ของผู้เข้าร่วมการทดลองจึงจะได้ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของผู้ที่เข้าร่วมการทดลอง

5. ระยะเวลา 3 วันก่อนการทดสอบกลุ่มตัวอย่างต้องไม่ออกกำลังกายอย่างหนักหรือฝึกกล้ามเนื้อขาทุกรูปแบบ

*หมายเหตุ หากพบว่า ขณะทำการทดสอบผู้เข้าร่วมการทดลองมีอาการบาดเจ็บ จะให้หยุดการทดสอบและผู้วิจัยจะประเมินอาการเบื้องต้น กรณีที่มีการบาดเจ็บเล็กน้อยผู้วิจัยจะให้การปฐมพยาบาลเบื้องต้น หากมีอาการบาดเจ็บที่รุนแรง ผู้วิจัยจะนำส่งสถานพยาบาลโดยทันที ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมการทดสอบต้องรีบแจ้งให้ผู้วิจัยทราบโดยทันที เพื่อที่ผู้วิจัยจะทำการรับผิดชอบในการส่งต่อ ณ สถานพยาบาลและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จากการดูแลรักษา

6. หากกลุ่มตัวอย่างท่านใดผ่านเกณฑ์การคัดกรองการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการวิจัย ผู้วิจัยจะอธิบายขั้นตอนการวิจัยโดยละเอียด บอกให้ทราบถึงประโยชน์ของการเข้าร่วมการวิจัยและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินดีที่จะเข้าร่วมการวิจัยผู้วิจัยจะให้ลงนามยินยอมการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ต่อไป กรณีที่กลุ่มตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะให้สมุดจดงานเป็นที่ระลึก

*หมายเหตุ ระหว่างทำการทดสอบและการฝึกทุกครั้งกลุ่มตัวอย่างจะต้องสวมชุดออกกำลังกายและสวมรองเท้าผ้าใบสำหรับออกกำลังกายทุกครั้ง (ทั้งนี้อาจเปลี่ยนแปลงไปตามความเหมาะสมและความสะดวกของกลุ่มตัวอย่าง)

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

1. นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง อายุ 18–22ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลายปีการศึกษา 2558

2. เป็นผู้ที่ไม่มีการบาดเจ็บทางร่างกายและไม่มีโรคประจำตัว ที่เป็นอุปสรรคต่อการวิจัย

3. เป็นผู้ที่มีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ที่มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 เท่า

4. กลุ่มตัวอย่างจะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยอื่น หรือฝึกกล้ามเนื้อขา เสริมทุกรูปแบบ

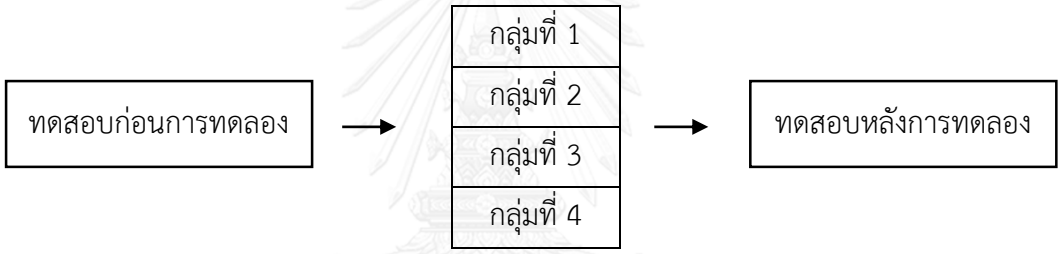
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่ประสงค์ร่วมการทดลองอีกต่อไป

2. ผู้เข้าร่วมการทดลอง ขาดการเข้าร่วมการทดลองมากกว่า 3 ครั้ง จากจำนวนครั้งการทดลองทั้งหมด 12 ครั้ง (กรณีที่กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัยไม่ครบตามขั้นต่ำจำนวนครั้งของการทดลอง ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างนั้นๆ จะไม่ถูกนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ)

แบบแผนงานวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในครั้งนี้ คือ การวิจัยแบบคู่ขนาน “Parallel trials” (พรรณี ปิติสุทธิธรรม และชยันต์ พิเชียรสุนทร, 2554) เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยจัดกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม จำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 13 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มโดยวิธีการสุ่มแบบง่าย และกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับการทดลองดังนี้



กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มเข้ารับการฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทำการฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง แต่ละครั้งของรอบการฝึกห่างกัน 72 ชั่วโมง โดยทำการฝึกด้วยท่าสควอทให้เข่าทำมุม 90 องศา (Half squat) โดยทำการฝึกในวันจันทร์และวันพฤหัสบดี หรือในวันอังคารและวันศุกร์ หรือในวันพุธและวันเสาร์ช่วงเวลา 09.00 – 17.00 น. ที่ห้องศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยระหว่างทำการฝึกผู้วิจัยจะเป็นผู้ควบคุมการฝึกด้วยตนเองทุกครั้ง และมีผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่ช่วยควบคุมการฝึก

เป็นนิสิตระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 คนที่ได้การฝึกอบรมการใช้เครื่องมืออุปกรณ์การฝึกที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้จากผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนก่อนการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมผู้วิจัยเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของตนเองด้านความรู้เรื่องการใช้งานเครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกายเพื่อใช้ในการทำการวิจัย โดยเข้าอบรมและผ่านการอบรมหลักสูตร Certified Power Plate Trainer (CPPT): Power Plate Fundamental จาก Performance Health System: Department of Research, Development, Education & Training (ภาคผนวก ถ)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นออกแบบเครื่องมือวิจัย

1. ผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือวิจัย โดยเครื่องมือวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง โปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ทั้งนี้โปรแกรมการฝึกที่ถูกออกแบบแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่1 โปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ โดยโปรแกรมการฝึกมีรายละเอียดดังตารางดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงโปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ สัปดาห์ที่ 1 – 3 (ภาคผนวก ฌ)

ความหนัก	35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม *
จำนวนครั้ง	10 - 15 ครั้ง
จำนวนชุด	3 ชุด
เวลาพัก	3 นาที
จังหวะของการยก	เร็วอย่างต่อเนื่อง
ความถี่ของการฝึก	2 ครั้งต่อสัปดาห์

ตารางที่ 7 แสดงโปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ สัปดาห์ที่ 4 – 6 (ภาคผนวก ฌ)

ความหนัก	35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม *
จำนวนครั้ง	15 - 20 ครั้ง
จำนวนชุด	3 ชุด
เวลาพัก	4 นาที
จังหวะของการยก	เร็วอย่างต่อเนื่อง
ความถี่ของการฝึก	2 ครั้งต่อสัปดาห์

* หมายเหตุ จากการศึกษาที่1 ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกันในเพศหญิง พบว่า ที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุด (Percent change of peak power) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline) สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักอื่นๆ ในการทดลอง ดังนั้นที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็มจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในเพศหญิง

ส่วนที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย โดยโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายมีรายละเอียดดังตารางดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (ภาคผนวก ญ)

แบบท่าทาง	ท่าย่อค้างที่มุม 135 องศา
ความถี่	45 เฮิรตซ์
แอมพลิจูด	4 มิลลิเมตร
ระยะเวลา	15 , 30 , 45 วินาที

2. ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) ได้เท่ากับ 0.95 (ภาคผนวก ซ)

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ก่อนการทดลอง

1. กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มได้รับเลือกเข้าการทดลองด้วยวิธีการสุ่มแบบง่ายและดำเนินการทดลองตามรูปแบบการวิจัยแบบคู่ขนาน ซึ่งการทดลองครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว การทดลองที่ 2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ การทดลองที่ 3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ และการทดลองที่ 4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

2. กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ และค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ หรือ ค่าหนึ่งอาร์เอ็ม (ภาคผนวก ฎ) จากขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัยก่อนเริ่มการทดลอง 2 สัปดาห์ เพื่อป้องกันผลของความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจากการทดสอบ รวมถึงวัดองค์ประกอบของร่างกายด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer)

รุ่น Body composition analyzer ioi 353 ความดันโลหิตด้วยเครื่องวัดความดันโลหิต (Blood pressue measurement) ยี่ห้อ OMRON รุ่น Automatic Blood Pressure HEM-7121 และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักด้วยนาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart monitor) ยี่ห้อ POLAR รุ่น FT60 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

3. กลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบตัวแปรที่ทำการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ก่อนเริ่มการทดลอง 1 สัปดาห์ ได้แก่

3.1 ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) (ภาคผนวก ฏ)

3.1.1 พลังสูงสุด (Peak power)

3.1.2 แรงสูงสุด (Peak force)

3.1.3 ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

3.2 ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) (ภาคผนวก ฑ)

3.2.1 พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power)

3.2.2 แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force)

3.2.3 ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity)

3.3 ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) (ภาคผนวก ฒ)

3.3.1 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group)

3.3.2 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group)

3.4 ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) (ภาคผนวก ณ)

3.4.1 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group)

3.4.2 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขณะทำการทดลอง

1. ก่อนเริ่มต้นการทดลองในแต่ละครั้งกลุ่มตัวอย่างต้องสวมนาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart monitor) ยี่ห้อ POLAR รุ่น FT60 เพื่อบอกค่าอัตราการเต้นหัวหัวใจใน ณ ขณะทำการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) โดยปั่นจักรยานด้วยจักรยานวัดงาน ที่ความหนัก 60 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve) เป็นเวลา 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อขาเป็นเวลา 10 นาที (ภาคผนวก ด) เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทดลอง และป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

2. ก่อนเริ่มแต่ละชุดการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศกลุ่มตัวอย่างต้องฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายก่อนเสมอตามโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายดังตารางที่ 8 จากขั้นออกแบบเครื่องมือวิจัยที่กล่าวไว้ในข้างต้น ตามช่วงระยะเวลาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายที่กำหนดไว้ของแต่ละกลุ่มทดลองตามแบบแผนงานวิจัย (ยกเว้นกลุ่มทดลองที่ 1 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว)

3. กลุ่มตัวอย่างฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศทันที โดยไม่เว้นช่วงพักหลังจากการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ด้วยท่าสควอทที่มุมข้อเข่า 90 องศา (Half squat) ตามโปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่กำหนดดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7 จากขั้นออกแบบเครื่องมือวิจัยที่กล่าวไว้ในข้างต้น

4. กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มเข้ารับการฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทำการฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง แต่ละครั้งของรอบการฝึกห่างกัน 72 ชั่วโมง โดยทำการฝึกในวันจันทร์และวันพฤหัสบดี หรือในวันอังคารและวันศุกร์ หรือในวันพุธและวันเสาร์ ช่วงเวลา 09.00 – 17.00 น. ที่ห้องศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ขณะเข้าร่วมการวิจัยกลุ่มตัวอย่างจะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยอื่นหรือฝึกพลังกล้ามเนื้อขาทุกรูปแบบ

หลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบตัวแปรที่ทำการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ภายหลังสิ้นสุดการฝึกแล้วอย่างน้อย 72 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 1 สัปดาห์ ได้แก่

1. ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) (ภาคผนวก ฏ)

1.1 พลังสูงสุด (Peak power)

1.2 แรงสูงสุด (Peak force)

1.3 ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

2. ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) (ภาคผนวก ฑ)

2.1 พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power)

2.2 แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force)

2.3 ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity)

3. ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) (ภาคผนวก ฒ)

3.1 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group)

3.2 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group)

4. ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) (ภาคผนวก ณ)

4.1 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group)

4.2 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่อง Whole-body vibration ยี่ห้อ Power Plate รุ่น Power plate Pro5 Silver ผลิตโดยบริษัท Power plate ประเทศสหรัฐอเมริกา

2. เครื่องฝึกกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ยี่ห้อ Keiser รุ่น Keiser A-300 squat ผลิตโดยบริษัท Keiser corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา

3. เครื่องทดสอบกำลัง ยี่ห้อ Fitness Technology รุ่น FT 700 Power Cage และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic measurement system software (BMS) ผลิตโดยบริษัท Fitness Technology ประเทศออสเตรเลีย

4. เครื่องไอโซไคเนติก (Isokinetic machine) ยี่ห้อ PHYSIOMED รุ่น CON-TREX MJ ผลิตโดยบริษัท PHYSIOMED ประเทศสหรัฐอเมริกา

5. จักรยานวัดงาน (Ergonometer bicycle) ยี่ห้อ MONARK รุ่น ergomedic 828 E ผลิตโดยบริษัท MONARK ประเทศสวีเดน

6. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) รุ่น Body composition analyzer ioi 353 ผลิตโดยบริษัท Jawon medical ประเทศเกาหลี

7. เครื่องวัดความดันโลหิต (Blood pressue measurement) ยี่ห้อ OMRON รุ่น Automatic Blood Pressure HEM-7121 ผลิตโดยบริษัท OMRON Healthcare ประเทศเนเธอร์แลนด์

8. เครื่องวัดมุม (Goniometer) ผลิตโดยคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล

9. นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart monitor) ยี่ห้อ POLAR รุ่น FT60 ผลิตโดยบริษัท POLAR ประเทศฟินแลนด์

10. นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) ยี่ห้อ Q&Q รุ่น MF01-J001L ผลิตโดยบริษัท CITIZEN ประเทศญี่ปุ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากการทดลองของผู้เข้าร่วมการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 23

การศึกษาที่ 1 ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

1. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่

1.1 พลังสูงสุด (Peak power)

1.2 แรงสูงสุด (Peak force)

1.3 ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

2. วิเคราะห์ความแตกต่างด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบรายคู่ (Post hoc) ด้วยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ของตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่

2.1 พลังสูงสุด (Peak power)

2.2 แรงสูงสุด (Peak force)

2.3 ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

การศึกษาที่ 2 ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะวลาแตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

1. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่

1.1 ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump)

1.1.1 พลังสูงสุด (Peak power)

1.1.2 แรงสูงสุด (Peak force)

1.1.3 ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

1.2 ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump)

1.2.1 พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power)

1.2.2 แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force)

1.2.3 ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity)

1.3 ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables)

1.3.1 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group)

1.3.2 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group)

1.4 ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables)

1.4.1 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group)

1.4.2 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group)

2. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance measures) หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบรายคู่ (Post hoc) ด้วยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe) ของตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่

2.1 ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump)

2.1.1 พลังสูงสุด (Peak power)

2.1.2 แรงสูงสุด (Peak force)

2.1.3 ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

2.2 ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump)

2.2.1 พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power)

2.2.2 แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force)

2.2.3 ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables)

2.3.1 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group)

2.3.2 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group)

2.4 ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables)

2.4.1 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group)

2.4.2 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group)

3. วิเคราะห์ความแตกต่างก่อนและหลังเข้าร่วมการทดลองของแต่ละกลุ่มทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired Sample t-test) ของตัวแปรที่ทำการศึกษา ได้แก่

3.1 ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump)

3.1.1 พลังสูงสุด (Peak power)

3.1.2 แรงสูงสุด (Peak force)

3.1.3 ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

3.2 ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump)

3.2.1 พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power)

3.2.2 แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force)

3.2.3 ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity)

3.3 ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables)

3.3.1 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group)

3.3.2 ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables)

3.4.1 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group)

3.4.2 พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group)

วิธีการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้เข้าร่วมการวิจัยแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนโดยละเอียดของการดำเนินการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการเข้าร่วมงานวิจัย และแจ้งให้ทราบว่าการตอบรับหรือปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัยจะไม่ส่งใดๆต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้อมูลทุกอย่างของผู้เข้าร่วมการวิจัยถือเป็นความลับและนำไปใช้เพื่อการวิจัยในครั้งนี้เท่านั้น โดยนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวม ทั้งนี้ระหว่างการดำเนินการวิจัยผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถถอนตัวหรือปฏิเสธการร่วมการวิจัยต่อได้ทุกเมื่อ เมื่อต้องการโดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่ส่งผลต่อผู้เข้าร่วมการวิจัยและครอบครัว หากระหว่างการดำเนินการทดลองพบว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการบาดเจ็บต่อร่างกายอันเป็นผลมาจากการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหยุดและนั่งพัก เพื่อตรวจสอบอาการบาดเจ็บและปฐมพยาบาลเบื้องต้น หากการบาดเจ็บนั้นมีความรุนแรงกว่าจะสามารถรักษาด้วยการปฐมพยาบาลเบื้องต้นได้ ผู้วิจัยจะนำผู้เข้าร่วมวิจัยไปพบแพทย์เพื่อทำการรักษาจนหายดีและดำเนินการจ่ายค่ารักษาพยาบาลให้ทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการศึกษา 2 การศึกษา ได้แก่ การศึกษาที่1 ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยน้ำหนักที่แตกต่างกัน และการศึกษาที่2 ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ และนำเสนอผลวิเคราะห์ทางสถิติในรูปแบบของตารางประกอบความเรียง แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

<u>ตอนที่1</u> ผลการวิเคราะห์การศึกษาที่1 ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยน้ำหนักที่แตกต่างกัน

ตอนที่1.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างการศึกษาที่1

ตอนที่1.2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังสูงสุด (Peak power), เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพลังสูงสุด (Percent change of peak power) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline), แรงสูงสุด (Peak force), เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของแรงสูงสุด (Percent change of peak force) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline), ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุด (Percent change of peak velocity) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline)

* หมายเหตุ การวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติของการศึกษาที่1 ใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คน จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 16 คน เนื่องจากผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างต้องเข้าร่วมการทดลองอย่างน้อย 9 ครั้ง และสามารถขาดการเข้าร่วมการทดลองได้ไม่เกิน 2 ครั้ง จากทั้งหมด 11 ครั้ง ซึ่งระหว่างทำการทดลองกลุ่มตัวอย่างหมายเลข 5 ขาดการเข้าร่วมการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ในการทดลองครั้งที่ 3, 4, 5, 6 และ8 ตรงกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 30, 35, 40, 45 และ55 % ของหนึ่งอาร์เอ็มตามลำดับ, กลุ่มตัวอย่างหมายเลข 6 ขาดการเข้าร่วมการทดลองจำนวน 4 ครั้ง ในการทดลองครั้งที่ 3, 4, 5 และ6 ตรงกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 30, 35, 40 และ45 % ของหนึ่งอาร์เอ็มตามลำดับ และกลุ่มตัวอย่างหมายเลข 8 ขาดการเข้าร่วมการทดลองจำนวน 4 ครั้ง ในการทดลองครั้งที่ 3, 4, 5 และ6 ตรงกับการฝึกด้วยแรงต้านจาก

แรงดันอากาศที่ความหนัก 30, 35, 40 และ45 % ของหนึ่งอาร์เอ็มตามลำดับ ดังนั้นข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 คนที่กล่าวมาจึงไม่ถูกนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตอนที่2 ผลการวิเคราะห์การศึกษาที่2 ผลการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

ตอนที่2.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างการศึกษาที่2 ของกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตอนที่2.2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power), แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Percent change of peak power variables during counter movement jump) หลังเข้ารับการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตอนที่2.3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ระหว่างก่อนเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่6 ของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power) แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) แต่ละกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตอนที่2.4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Percent change of power endurance variables during counter movement jump) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตอนที่2.5 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ระหว่างก่อนเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่6 ของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance

variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) แต่ละกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตอนที่2.6 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Percent change of muscular strength variables) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตอนที่2.7 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ระหว่างก่อนเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่6 ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) แต่ละกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตอนที่2.8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Percent change of muscular endurance variables) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตอนที่2.9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ระหว่างก่อนเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่6 ของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) แต่ละกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

* หมายเหตุ การวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติของการศึกษาที่2 ใช้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 52 คน แบ่งออกเป็น กลุ่มที่ 1 ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพียงอย่างเดียว จำนวน 13 คน, กลุ่มที่ 2 สั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาทีร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ จำนวน 13 คน, กลุ่มที่ 3 สั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาทีร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ จำนวน 12 คน และกลุ่มที่ 4 สั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาทีร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ จำนวน 12 คน เนื่องจากผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างต้องเข้าร่วมการทดลองอย่างน้อย 9 ครั้ง และสามารถขาดการเข้าร่วมการทดลองได้ไม่เกิน 3 ครั้ง จากทั้งหมด 12 ครั้ง ซึ่งระหว่างทำการทดลองกลุ่มตัวอย่างหมายเลข 5 ของกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 3 และกลุ่มตัวอย่างหมายเลข 10 ของกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 4 ไม่ประสงค์เข้าร่วมการทดลองอีกต่อไปในสัปดาห์ที่ 5 และ6 คิดเป็น 4 ครั้งของการขาดการทดลอง ดังนั้นข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 คนที่กล่าวมาจึงไม่ถูกนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่1 ผลการวิเคราะห์การศึกษาที่1 ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยน้ำหนักที่แตกต่างกัน

ตอนที่1.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างการศึกษาที่1

ตารางที่ 9 แสดงผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างการศึกษาที่1

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คน
	$\bar{x}$ ± SD
อายุ (ปี)	18.77 ± 0.60
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	53.45 ± 5.30
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	160.70 ± 4.67
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	79.15 ± 11.39
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก (มิลลิเมตรปรอท)	99.69 ± 12.37
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก (มิลลิเมตรปรอท)	66.15 ± 10.44
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	19.34 ± 5.37
เปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (เปอร์เซ็นต์)	24.18 ± 4.04
ค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ (กิโลกรัม)	155.11 ± 41.35
ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าของน้ำหนักตัว)	2.92 ± 0.75

จากตารางที่9 พบว่าค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างการศึกษาที่1 ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก ค่าดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง ค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ และค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ มีค่าเท่ากับ 18.77 ± 0.60 ปี, 53.45 ± 5.30 กิโลกรัม, 160.70 ± 4.67 เซนติเมตร, 79.15 ± 11.39 ครั้งต่อนาที, 99.69 ± 12.37 มิลลิเมตรปรอท, 66.15 ± 10.44 มิลลิเมตรปรอท, 19.34 ± 5.37 กิโลกรัมต่อตารางเมตร, 24.18 ± 4.04 เปอร์เซ็นต์, 155.11 ± 41.35 กิโลกรัม และ 2.92 ± 0.75 เท่าของน้ำหนักตัว ตามลำดับ

ตอนที่1.2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังสูงสุด (Peak power), เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพลังสูงสุด (Percent change of peak power) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline), แรงสูงสุด (Peak force), เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของแรงสูงสุด (Percent change of peak force) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline), ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุด (Percent change of peak velocity) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline)

ตารางที่ 10 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังสูงสุด (Peak power) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

พลังสูงสุด (วัตต์)			
ความหนักของแรงต้าน (%1RM)	**กลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คน** $\bar{x}$ **± SD**	**F**	**p-value**
0 % (Baseline)	1235.5 ± 317.44		
15 %	1570.03 ± 361.98 [a]		
20 %	1512.86 ± 364.25 [a, b]		
25 %	1521.17 ± 317.56 [a, b]		
30 %	1516.13 ± 308.04 [a, b]		
35 %	1588.17 ± 327.83 [a]	9.144	0.000*
40 %	1550.03 ± 328.96 [a]		
45 %	1484.55 ± 368.42 [a, b]		
50 %	1481.82 ± 379.55 [a, b, c]		
55 %	1453.93 ± 311.99 [a, b, c]		
60 %	1428.06 ± 310.74 [a, b, c]		

*$p \leq .05$ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความหนักที่แตกต่างกัน, [a]$p \leq .05$ เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 0 % (Baseline), [b]$p \leq .05$ เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 35 %, [c]$p \leq .05$ เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 40 %

จากตารางที่10 พบว่าค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด สูงกว่า 0% (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด สูงกว่า 20%, 25%, 30%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด สูงกว่า 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 11 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุด (Percent change of peak power) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดจากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline) (เปอร์เซ็นต์)			
ความหนักของแรงต้าน (%1RM)	**กลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คน** $\bar{x}$ **± SD**	**F**	**p-value**
0 % (Baseline)	0.00 ± 0.00		
15 %	28.79 ± 19.12 [a]		
20 %	23.41 ± 15.31 [a, c]		
25 %	25.20 ± 16.64 [a, c]		
30 %	24.95 ± 18.01 [a, c]		
35 %	30.85 ± 19.53 [a, c]	9.044	0.000*
40 %	27.39 ± 17.73 [a, c]		
45 %	21.52 ± 22.08 [a, c]		
50 %	20.88 ± 20.26 [a, c, d]		
55 %	19.28 ± 15.74 [a, c, d]		
60 %	18.02 ± 21.10 [a, b, c, d]		

*p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความหนักที่แตกต่างกัน, [a]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 0 % (Baseline), [b]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 30 %, [c]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 35 %, [d]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 40

จากตารางที่11 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline)ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็มมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดจาก 0% (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม สูงกว่า 0% (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็มมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดจาก 0% (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็มสูงกว่า 20%, 25%, 30%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40% ของหนึ่งอาร์เอ็มมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดจาก 0% (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็มสูงกว่า 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของแรงสูงสุด (Peak force) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

	แรงสูงสุด (นิวตัน)		
ความหนักของแรงต้าน	**กลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คน**		
(%1RM)	**$\bar{x}$ ± SD**	**F**	**p-value**
0 % (Baseline)	1172.24 ± 182.43 [a, b, c, d, e, f, g, h, I, j]		
15 %	1353.94 ± 197.44 [a, b, c, d, e, f, g, h]		
20 %	1398.36 ± 234.68 [a, b, c, d, e, f, g]		
25 %	1468.01 ± 344.08 [a, b]		
30 %	1446.30 ± 228.92 [a, b, c, d, e, f]		
35 %	1504.00 ± 224.35 [a, b, c]	22.469	0.000*
40 %	1550.13 ± 232.16 [a]		
45 %	1544.74 ± 239.49 [a]		
50 %	1573.74 ± 253.57 [a]		
55 %	1640.46 ± 256.52		
60 %	1657.85 ± 255.28		

*p ≤.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความหนักที่แตกต่างกัน, [a]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 60 %, [b]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 55 %, [c]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 50 %, [d]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 45 %, [e]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 40 %, [f]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 35 %, [g]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 30 %, [h]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 25 %, [i]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 20 %, [j]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 15 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่12 พบว่าค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45% และ 50% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 55 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 25%, 30% และ 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 30% และ 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 45 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 30 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15% และ 20% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 25 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline) และ 15% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 15 % และ 20 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 13 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุด (Percent change of peak force) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline) (เปอร์เซ็นต์)			
ความหนักของแรงต้าน (%1RM)	**กลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คน** $\bar{x}$ **± SD**	**F**	**p-value**
0 % (Baseline)	0.00 ± 0.00 [a, b, c, d, e, f, g, h, I, j]		
15 %	15.96 ± 8.23 [a, b, c, d, e, f, g, h]		
20 %	19.67 ± 12.05 [a, b, c, d, e, f, g]		
25 %	24.88 ± 16.24 [a, b, c]		
30 %	23.74 ± 10.10 [a, b, c, d, e, f]		
35 %	29.02 ± 15.48 [a, b, c]	24.799	0.000*
40 %	32.96 ± 14.00 [a]		
45 %	32.16 ± 10.63 [a]		
50 %	34.69 ± 12.97 [a]		
55 %	40.68 ± 16.72		
60 %	41.91 ± 12.79		

*p ≤.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความหนักที่แตกต่างกัน, [a]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 60 %, [b]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 55 %, [c]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 50 %, [d]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 45 %, [e]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 40 %, [f]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 35 %, [g]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 30 %, [h]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 25 %, [i]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 20 %, [j]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 15 %

CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่13 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline)ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45% และ 50% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 55 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 25%, 30% และ 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 25%, 30% และ 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 45 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 30 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15% และ 20% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 25 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline) และ 15% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 15 % และ 20 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 14 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)			
ความหนักของแรงต้าน (%1RM)	**กลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คน** $\bar{x}$ **± SD**	**F**	**p-value**
0 % (Baseline)	1.65 ± .23		
15 %	1.41 ± .16 [a]		
20 %	1.35 ± .17 [a, b]		
25 %	1.31 ± .15 [a, b, c]		
30 %	1.25 ± .16 [a, b, c, d]		
35 %	1.23 ± .16 [a, b, c, d]	75.230	0.000*
40 %	1.15 ± .16 [a, b, c, d, e, f]		
45 %	1.06 ± .21 [a, b, c, d, e, f, g]		
50 %	1.02 ± .18 [a, b, c, d, e, f, g, h]		
55 %	.99 ± .16 [a, b, c, d, e, f, g]		
60 %	.94 ± .18 [a, b, c, d, e, f, g, h. i]		

*p ≤.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความหนักที่แตกต่างกัน, [a]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 0 % (Baseline), [b]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 15 %, [c]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 20 %, [d]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 25 %, [e]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 30 %, [f]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 35 %, [g]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 40 %, [h]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 45 %, [i]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 50 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่14 พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 0 % (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 15% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 20% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 25% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 45% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 50% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 50% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 15 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุด (Percent change of peak velocity) จากความหนัก 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0% ของหนึ่งอาร์เอ็ม (Baseline) (เปอร์เซ็นต์)			
ความหนักของแรงต้าน (%1RM)	**กลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คน** $\bar{x}$ **± SD**	**F**	**p-value**
0 % (Baseline)	0.00 ± 0.00		
15 %	-13.81 ± 11.79 [a]		
20 %	-17.59 ± 9.24 [a, b]		
25 %	-20.07 ± 10.54 [a, b, c]		
30 %	-23.89 ± 10.75 [a, b, c, d]		
35 %	-24.56 ± 10.49 [a, b, c, d]	87.568	0.000*
40 %	-30.14 ± 9.54 [a, b, c, d, e, f]		
45 %	-35.26 ± 12.59 [a, b, c, d, e, f, g]		
50 %	-38.25 ± 9.60 [a, b, c, d, e, f, g]		
55 %	-39.97 ± 8.66 [a, b, c, d, e, f, g]		
60 %	-42.76 ± 11.28 [a, b, c, d, e, f, g, h, i]		

*p ≤.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความหนักที่แตกต่างกัน, [a]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 0 % (Baseline), [b]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 15 %, [c]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 20 %, [d]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 25 %, [e]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 30 %, [f]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 35 %, [g]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 40 %, [h]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 45 %, [i]p≤.05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนัก 50 %

จากตารางที่15 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 0 % (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 15 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 20% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 25% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 45% และ 50% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่2 ผลการวิเคราะห์การศึกษาที่2 ผลการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

ตอนที่2.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างการศึกษาที่2 ของกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตารางที่ 16 แสดงผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างการศึกษาที่2

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มที่1 (n=13)	กลุ่มที่2 (n=13)	กลุ่มที่3 (n=12)	กลุ่มที่4 (n=12)		
	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	F	p-value
อายุ (ปี)	20.31 ± 1.38	20.50 ± 1.02	20.27 ± 1.42	20.25 ± 1.06	0.116	0.950
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	53.43 ± 8.41	53.89 ± 9.16	55.85 ± 13.21	55.83 ± 6.20	0.224	0.879
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	163.37 ± 6.32	160.02 ± 5.50	158.93 ± 6.63	163.47 ± 4.37	1.967	0.132
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	69.69 ± 10.62	75.00 ± 7.97	75.45 ± 8.47	68.33 ± 7.66	2.110	0.112
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก (มิลลิเมตรปรอท)	101.15 ± 9.24	106.07 ± 10.10	105.36 ± 8.31	103.58 ± 13.03	0.587	0.627
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก (มิลลิเมตรปรอท)	68.62 ± 7.22	68.36 ± 10.16	69.55 ± 9.72	69.83 ± 12.06	0.065	0.978
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	20.32 ± 2.72	20.99 ± 3.16	21.97 ± 4.18	20.88 ± 2.01	0.583	0.629
เปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง (เปอร์เซ็นต์)	23.38 ± 4.38	24.05 ± 4.56	25.21 ± 6.48	24.08 ± 3.73	0.290	0.832
ค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ (กิโลกรัม)	157.52 ± 45.37	166.72 ± 41.02	163.35 ± 32.66	151.38 ± 26.67	0.407	0.749
ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าของน้ำหนักตัว)	3.00 ± 0.90	3.12 ± 0.70	2.99 ± 0.61	2.74 ± 0.59	0.610	0.612

*p≤.05, กลุ่มที่1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว, กลุ่มที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ, กลุ่มที่3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ, กลุ่มที่4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

จากตารางที่16 พบว่า ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก ค่าดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง ค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ และค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่2.2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power), แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump หลังเข้ารับการฝึก (Percent change of peak power variables during counter movement jump) ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตารางที่ 17 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power), แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ก่อนและหลังเข้าร่วมการฝึก

ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump)							
ตัวแปร		กลุ่มที่1 (n=13)	กลุ่มที่2 (n=13)	กลุ่มที่3 (n=12)	กลุ่มที่4 (n=12)		
		$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	F	p-value
พลังสูงสุด	ก่อน	2244.94 ± 523.00	2247.03 ± 488.91	2171.18 ± 531.21	2307.21 ± 397.05	0.149	0.930
(วัตต์)	หลัง	2586.55 ± 430.54	2608.63 ± 573.81	2724.93 ± 797.93	2671.02 ± 367.58	0.151	0.929
แรงสูงสุด	ก่อน	2070.91 ± 425.59	2053.09 ± 368.17	2189.34 ± 404.76	2039.05 ± 487.53	0.300	0.825
(นิวตัน)	หลัง	2781.81 ± 484.60	2954.85 ± 639.88	2757.32 ± 650.40	2958.16 ± 687.65	0.379	0.769
ความเร็วสูงสุด	ก่อน	2.19 ± 0.20	2.23 ± 0.27	2.19 ± 0.22	2.24 ± 0.22	0.157	0.925
(เมตรต่อวินาที)	หลัง	2.44 ± 0.20	2.38 ± 0.25	2.47 ± 0.22	2.49 ± 0.19	0.644	0.591

*p≤.05, กลุ่มที่1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว, กลุ่มที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ, กลุ่มที่3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ, กลุ่มที่4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

จากตารางที่17 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Percent change of peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power), แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดท่า Counter movement jump หลังเข้ารับการฝึก

ตัวแปร	กลุ่มที่1 (n=13)	กลุ่มที่2 (n=13)	กลุ่มที่3 (n=12)	กลุ่มที่4 (n=12)	F	p-value
	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD		
พลังสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)	17.66 ± 15.79	12.10 ± 8.23	26.12 ± 25.35	16.65 ± 9.34	1.676	0.185
แรงสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)	39.84 ± 37.70	43.26 ± 47.54	26.67 ± 25.03	53.51 ± 53.68	0.768	0.518
ความเร็วสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)	12.14 ± 11.33	7.00 ± 9.23	13.36 ± 10.04	11.62 ± 7.46	1.099	0.359

*p≤.05

กลุ่มที่1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

จากตารางที่18 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดท่า Counter movement jump หลังเข้ารับการฝึก ได้แก่ พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่2.3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ระหว่างก่อนเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่6 ของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power) แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) แต่ละกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตารางที่ 19 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power) แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว)

กลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว)				
ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=13)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=13)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุด (วัตต์)	2244.94 ± 523.00	2586.55 ± 430.54	-5.397	0.000*
แรงสูงสุด (นิวตัน)	2070.91 ± 425.59	2781.81 ± 484.60	-4.024	0.002*
ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	2.19 ± 0.20	2.44 ± 0.20	-4.243	0.001*

*p≤.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่19 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของกลุ่มที่1 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 20 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power) แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=13)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=13)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุด (วัตต์)	2247.03 ± 488.91	2608.63 ± 573.81	-5.584	0.000*
แรงสูงสุด (นิวตัน)	2053.09 ± 368.17	2954.85 ± 639.88	-3.879	0.002*
ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	2.23 ± 0.27	2.38 ± 0.25	-2.551	0.025*

*p≤.05

จากตารางที่20 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของกลุ่มที่2 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power) แรงสูงสุด (Peak force) และความเร็วสูงสุด (Peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=12)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=12)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุด (วัตต์)	2171.18 ± 531.21	2724.93 ± 797.93	-3.405	0.007*
แรงสูงสุด (นิวตัน)	2189.34 ± 404.76	2757.32 ± 650.40	-3.307	0.008*
ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	2.19 ± 0.22	2.47 ± 0.22	-4.509	0.001*

*p≤.05

จากตารางที่21 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของกลุ่มที่3 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=12)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=12)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุด (วัตต์)	2307.21 ± 397.05	2671.02 ± 367.58	-6.650	0.000*
แรงสูงสุด (นิวตัน)	2039.05 ± 487.53	2958.16 ± 687.65	-3.493	0.005*
ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	2.24 ± 0.22	2.49 ± 0.19	-5.744	0.000*

*p≤.05

จากตารางที่22 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของกลุ่มที่4 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่2.4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Percent change of power endurance variables during counter movement jump) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตารางที่ 23 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) ก่อนและหลังเข้าร่วมการฝึก

ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump)

ตัวแปร		กลุ่มที่1 (n=13)	กลุ่มที่2 (n=13)	กลุ่มที่3 (n=12)	กลุ่มที่4 (n=12)	F	p-value
		$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD		
พลังสูงสุดเฉลี่ย	ก่อน	1914.17 ± 417.97	1934.12 ± 428.11	1839.65 ± 379.31	1982.73 ± 397.63	0.243	0.866
(วัตต์)	หลัง	2167.71 ± 336.59	2280.65 ± 455.54	2256.25 ± 604.86	2264.98 ± 336.83	0.173	0.914
แรงสูงสุดเฉลี่ย	ก่อน	1530.60 ± 278.53	1473.98 ± 261.10	1508.43 ± 298.98	1490.66 ± 249.54	0.103	0.958
(นิวตัน)	หลัง	1844.67 ± 272.30	1944.21 ± 429.44	1880.96 ± 468.96	1864.64 ± 295.12	0.179	0.910
ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย	ก่อน	2.04 ± 0.18	2.02 ± 0.26	2.00 ± 0.20	2.01 ± 0.18	0.091	0.965
(เมตรต่อวินาที)	หลัง	2.17 ± 0.16	2.17 ± 0.23	2.17 ± 0.19	2.22 ± 0.17	0.236	0.871

*p≤.05, กลุ่มที่1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว, กลุ่มที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ, กลุ่มที่3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ, กลุ่มที่4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

จากตารางที่23 พบว่า ค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย แรงสูงสุดเฉลี่ย และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย แรงสูงสุดเฉลี่ย และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 24 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Percent change of power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump หลังเข้ารับการฝึ

ตัวแปร	กลุ่มที่1 (n=13)	กลุ่มที่2 (n=13)	กลุ่มที่3 (n=12)	กลุ่มที่4 (n=12)	F	p-value
	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD		
พลังสูงสุดเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	15.12 ± 12.22	15.04 ± 15.06	23.20 ± 25.73	15.43 ± 9.31	0.687	0.565
แรงสูงสุดเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	22.25 ± 16.79	27.56 ± 23.06	25.72 ± 25.94	27.89 ± 29.22	0.150	0.929
ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	6.87 ± 11.69	7.54 ± 8.16	8.83 ± 9.79	10.97 ± 6.35	0.477	0.700

*p≤.05, กลุ่มที่1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว, กลุ่มที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ, กลุ่มที่3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ, กลุ่มที่4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

จากตารางที่24 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump หลังเข้ารับการฝึก ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย แรงสูงสุดเฉลี่ย และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่2.5 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ระหว่างก่อนเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่6 ของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) แต่ละกลุ่มทดลอง กลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตารางที่ 25 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว)

กลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว)				
ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=13)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=13)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุดเฉลี่ย (วัตต์)	1914.17 ± 417.97	2167.71 ± 336.59	-6.265	0.000*
แรงสูงสุดเฉลี่ย (นิวตัน)	1530.60 ± 278.53	1844.67 ± 272.30	-4.967	0.000*
ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (เมตรต่อวินาที)	2.04 ± 0.18	2.17 ± 0.16	-1.982	0.071

*p≤.05

จากตารางที่25 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย และแรงสูงสุดเฉลี่ย ของกลุ่มที่1 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้ พบว่า ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย ของกลุ่มที่1 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 26 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=13)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=13)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุดเฉลี่ย (วัตต์)	1934.12 ± 428.11	2280.65 ± 455.54	-4.192	0.001*
แรงสูงสุดเฉลี่ย (นิวตัน)	1473.98 ± 261.10	1944.21 ± 429.44	-4.597	0.001*
ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (เมตรต่อวินาที)	2.02 ± 0.26	2.17 ± 0.23	-3.345	0.006*

*p≤.05

จากตารางที่26 พบว่า ค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย แรงสูงสุดเฉลี่ย และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย ของกลุ่มที่2 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 27 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=12)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=12)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุดเฉลี่ย (วัตต์)	1839.65 ± 379.31	2256.25 ± 604.86	-3.089	0.011*
แรงสูงสุดเฉลี่ย (นิวตัน)	1508.43 ± 298.98	1880.96 ± 468.96	-3.081	0.021*
ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (เมตรต่อวินาที)	2.00 ± 0.20	2.17 ± 0.19	-2.918	0.015*

*p≤.05

จากตารางที่27 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย แรงสูงสุดเฉลี่ย และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย ของกลุ่มที่3 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 28 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=12)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=12)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุดเฉลี่ย (วัตต์)	1982.73 ± 397.63	2264.98 ± 336.83	-5.495	0.000*
แรงสูงสุดเฉลี่ย (นิวตัน)	1490.66 ± 249.54	1864.64 ± 295.12	-3.579	0.004*
ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (เมตรต่อวินาที)	2.01 ± 0.18	2.22 ± 0.17	-6.246	0.000*

*p≤.05

จากตารางที่28 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย แรงสูงสุดเฉลี่ย และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย ของกลุ่มที่4 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่2.6 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Percent change of muscular strength variables) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตารางที่ 29 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) ก่อนและหลังเข้าร่วมการฝึก

ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables)							
ตัวแปร		กลุ่มที่1 (n=13)	กลุ่มที่2 (n=13)	กลุ่มที่3 (n=12)	กลุ่มที่4 (n=12)	F	p-value
		$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD		
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า	ก่อน	110.84 ± 20.67	106.20 ± 26.01	109.84 ± 24.36	104.20 ± 15.16	0.221	0.881
(นิวตัน.เมตร)	หลัง	110.37 ± 21.92	112.37 ± 28.87	118.81 ± 33.94	110.87 ± 20.25	0.230	0.875
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า	ก่อน	75.74 ± 16.50	76.34 ± 15.71	91.42 ± 31.59	78.46 ± 15.31	1.438	0.245
(นิวตัน.เมตร)	หลัง	82.71 ± 14.85	83.84 ± 21.62	89.45 ± 28.16	89.29 ± 26.26	0.262	0.853

*p≤.05

กลุ่มที่1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

จากตารางที่29 พบว่า ค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 30 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Percent change of muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเข้ารับการฝึก

ตัวแปร	กลุ่มที่1 (n=13)	กลุ่มที่2 (n=13)	กลุ่มที่3 (n=12)	กลุ่มที่4 (n=12)	F	p-value
	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD		
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (เปอร์เซ็นต์)	0.20 ± 12.84	6.24 ± 12.41	7.65 ± 16.13	6.23 ± 9.42	0.697	0.559
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (เปอร์เซ็นต์)	14.30 ± 34.34	9.93 ± 18.46	0.95 ± 21.16	16.80 ± 40.27	0.625	0.603

*p≤.05

กลุ่มที่1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

จากตารางที่30 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเข้ารับการฝึก ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่2.7 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ระหว่างก่อนเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่6 ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) แต่ละกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตารางที่ 31 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว)

กลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว)				
ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=13)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=13)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (นิวตัน.เมตร)	110.84 ± 20.67	110.37 ± 21.92	0.111	0.914
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (นิวตัน.เมตร)	75.74 ± 16.50	82.71 ± 14.85	-1.085	0.306

*p≤.05

จากตารางที่31 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ของกลุ่มที่1 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 32 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=13)	หลังเข้าร่วมการฝึก (n=13)		
	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	t	p-value
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (นิวตัน.เมตร)	106.20 ± 26.01	112.37 ± 28.87	-1.958	0.072
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (นิวตัน.เมตร)	76.34 ± 15.71	83.84 ± 21.62	-2.062	0.060

*p≤.05

จากตารางที่32 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ของกลุ่มที่2 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 33 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=12)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=12)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (นิวตัน.เมตร)	109.84 ± 24.36	118.81 ± 33.94	-1.685	0.123
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (นิวตัน.เมตร)	91.42 ± 31.59	89.45 ± 28.16	0.387	0.707

*p≤.05

จากตารางที่33 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ของกลุ่มที่3 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้ พบว่า ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยลดลงกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 34 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=12)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=12)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (นิวตัน.เมตร)	104.20 ± 15.16	110.87 ± 20.25	-2.183	0.052
ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (นิวตัน.เมตร)	78.46 ± 15.31	89.29 ± 26.26	-1.323	0.213

*p≤.05

จากตารางที่34 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ของกลุ่มที่4 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่2.8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Percent change of muscular endurance variables) หลังเข้ารับการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตารางที่ 35 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) ก่อนและหลังเข้าร่วมการฝึก

ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables)							
ตัวแปร		กลุ่มที่1 (n=13)	กลุ่มที่2 (n=13)	กลุ่มที่3 (n=12)	กลุ่มที่4 (n=12)		
		$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	F	p-value
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า	ก่อน	202.09 ± 53.46	212.39 ± 45.84	203.54 ± 44.34	202.68 ± 30.42	0.160	0.923
(วัตต์)	หลัง	202.71 ± 37.15	224.69 ± 46.59	209.86 ± 51.00	208.72 ± 36.77	0.636	0.595
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า	ก่อน	124.81 ± 28.19	126.58 ± 39.32	122.65 ± 33.81	121.85 ± 22.30	0.058	0.981
(วัตต์)	หลัง	126.50 ± 32.77	134.49 ± 44.93	125.71 ± 37.78	122.03 ± 22.02	0.285	0.836

*p≤.05

กลุ่มที่1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

จากตารางที่35 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 36 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Percent change of muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) หลังเข้ารับการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อหลังเข้ารับการฝึก						
ตัวแปรด	กลุ่มที่1 (n=13)	กลุ่มที่2 (n=13)	กลุ่มที่3 (n=12)	กลุ่มที่4 (n=12)		
	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	$\bar{x}$ ± SD	F	p-value
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (เปอร์เซ็นต์)	2.41 ± 11.09	6.33 ± 8.31	2.88 ± 7.82	2.94 ± 8.63	0.536	0.660
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (เปอร์เซ็นต์)	1.45 ± 12.43	5.95 ± 8.21	2.18 ± 9.42	1.67 ± 18.95	0.368	0.777

*p≤.05

กลุ่มที่1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

จากตารางที่36 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อหลังเข้ารับการฝึก ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่2.9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ระหว่างก่อนเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้ารับการฝึกสัปดาห์ที่6 ของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) แต่ละกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4

ตารางที่ 37 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว)

กลุ่มที่1 (การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว)				
ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=13)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=13)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (วัตต์)	202.09 ± 53.46	202.71 ± 37.15	-0.105	0.918
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (วัตต์)	124.81 ± 28.19	126.50 ± 32.77	-0.410	0.689

*p≤.05

จากตารางที่37 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ของกลุ่มที่1 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 38 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=13)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=13)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (วัตต์)	212.39 ± 45.84	224.69 ± 46.59	-2.751	0.016*
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (วัตต์)	126.58 ± 39.32	134.49 ± 44.93	-2.735	0.017*

*p≤.05

จากตารางที่38 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ของกลุ่มที่2 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 39 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=12)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=12)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (วัตต์)	203.54 ± 44.34	209.86 ± 51.00	-1.416	0.187
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (วัตต์)	122.65 ± 33.81	125.71 ± 37.78	-.862	0.409

*p≤.05

จากตารางที่39 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ของกลุ่มที่3 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 40 แสดงผลวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และผลวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) ก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 และหลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 ของกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)

กลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ)				
ตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ	**ก่อนเข้าร่วมการฝึก (n=12)**	**หลังเข้าร่วมการฝึก (n=12)**		
	$\bar{x}$ ± SD	**$\bar{x}$ ± SD**	**t**	**p-value**
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (วัตต์)	202.68 ± 30.42	208.72 ± 36.77	-1.145	0.277
พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (วัตต์)	121.85 ± 22.30	122.03 ± 22.02	-.028	0.978

*p≤.05

จากตารางที่40 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ของกลุ่มที่4 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่1 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ อาสาสมัครที่เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง ที่มีอายุระหว่าง 18 – 22 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคปลาย ปีการศึกษา 2558 ไม่มีอาการบาดเจ็บหรือโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการฝึกขณะเข้าร่วมการวิจัย มีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ที่มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 เท่า และจะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยอื่นหรือฝึกกล้ามเนื้อขา เสริมทุกรูปแบบขณะเข้าร่วมการวิจัย การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 การศึกษา ดังนี้

<u>การศึกษาที่1</u> ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่างการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 16 คน กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับเลือกเข้าการทดลองด้วยวิธีการสุ่มแบบง่ายและดำเนินการทดลองตามรูปแบบการทดลองหมุนเวียนสมดุล ซึ่งการทดลองครั้งนี้แบ่งออกเป็น 11 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 การฝึกด้วยแรงต้านโดยปราศจากน้ำหนักต้าน (Baseline) 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 2 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 15 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม, การทดลองที่ 3 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 20 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม, การทดลองที่ 4 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 25 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 5 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 30 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 6 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 7 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 40 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 8 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 45 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 9 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การทดลองที่ 10 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 55 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม และการทดลองที่ 11 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม แต่ละครั้งของการฝึก ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยท่าย่อตัวที่มุมข้อเข่า 90 องศา (Half squat) เป็นจำนวน 1 ชุดการฝึก ชุดละ 3 ครั้ง ด้วยจังหวะการยก เร็วที่สุดหรือแรงระเบิด บันทึกค่าพลัง แรง และความเร็วขณะทำการทดลองในแต่ละครั้ง ด้วยเครื่อง FT 700 POWER SYSTEM โดยนำค่าสูงสุดมาใช้ในการวิเคราะห์ผลข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และวิเคราะห์ความ

แตกต่างด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

สรุปผลการวิจัยการศึกษาที่ 1

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด สูงกว่า 0% (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด สูงกว่า 20%, 25%, 30%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด สูงกว่า 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) ขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็มมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดจาก 0% (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม สูงกว่า 0% (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็มมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดจาก 0% (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็มสูงกว่า 20%, 25%, 30%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40% ของหนึ่งอาร์เอ็มมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังสูงสุดจาก 0% (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็มสูงกว่า 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด ขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45% และ 50% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 55 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 25%, 30% และ 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 30% และ 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 45 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 30 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15% และ 20% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 25 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline) และ 15% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 15 % และ 20 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline)ขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45% และ 50% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 55 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 25%, 30% และ 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20%, 25%, 30% และ 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 45 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15%, 20% และ 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 30 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline), 15% และ 20% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 25 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline) และ 15% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 15 % และ 20 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงแรงสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 0 % (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5. ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด ขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 0 % (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 15% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 20% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 25% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 45% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 50% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 50% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด สูงกว่าที่ความหนัก 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

6. ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) ขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดย

ที่ความหนัก 0 % (Baseline) ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 15 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 20% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 25% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 40%, 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 40% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 45%, 50%, 55% และ 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ที่ความหนัก 45% และ 50% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงสุดจากความหนัก 0 % (Baseline) สูงกว่าที่ความหนัก 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

โดยสรุปผลการวิจัย ที่ความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีความเหมาะสมที่จะใช้ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพื่อพัฒนาพลัง ที่ความหนัก 60% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีความเหมาะสมที่จะใช้ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพื่อพัฒนาแรง และการฝึกโดยปราศจากแรงต้านหรือที่ความหนัก 0% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีความเหมาะสมที่จะใช้ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพื่อพัฒนาความเร็ว ในเพศหญิง

อภิปรายผลการวิจัยการศึกษาที่ 1

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยพบว่า ความเร็วขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศลดลงเมื่อเพิ่มน้ำหนักของแรงต้านมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนภัส สังข์ทอง (2557) ทำการศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักแตกต่างกันในเพศชาย พบว่า ที่ความหนัก 15% ของหนึ่งอาร์เอ็มมีค่าความเร็วสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับที่ความหนัก 30%, 45%, 60%, 75% และ 90% ของหนึ่งอาร์เอ็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทั้งนี้ฟรอสท์ โครนิน และนิวตัน (Frost, Cronin & Newton, 2010) กล่าวว่าการออกแรงของกล้ามเนื้อต่อวัตถุเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่นั้นเป็นไปตามสมการกฎการเคลื่อนที่ของนิวข้อที่ 2 คือ F (แรง) = m (มวล) x a (ความเร่ง) เมื่อวัตถุมีมวลมากขึ้นหรือเรียกได้ว่ามีแรงต้านทานเพิ่มขึ้น โดยที่ความสามารถในการออกแรงคงเดิม ความเร่งจะลดลงตามสมดุลสมการดังกล่าว เนื่องจากความเร่งเป็นผลต่างของความเร็วที่เปลี่ยนไปต่อเวลา ดังนั้นหากต้องการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่จะต้องลดมวลหรือแรงต้านให้น้อยที่สุด

ขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักของหนึ่งอาร์เอ็มที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้แรงสูงสุดเพิ่มขึ้นแปรผันตรงตามความหนักที่เพิ่มขึ้น โดยที่ความหนัก 60% ของหนึ่งอาร์เอ็มซึ่งเป็นความหนักสูงสุดในการทดลองมีการเพิ่มขึ้นของค่าแรงสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับความหนักอื่นที่น้อยกว่าในการทดลอง สอดคล้องกับการศึกษาของนภัส สังข์ทอง (2557) ทำการศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักแตกต่างกันในเพศชาย พบว่า แรงสูงสุดมีการเพิ่มขึ้นแปรผันตามความหนักของการฝึกที่สูงขึ้น โดยที่ความหนัก 90% ของ

หนึ่งอาร์เอ็มเป็นความหนักที่เกิดแรงสูงสุดมากที่สุด ยิ่งไปกว่านั้นการศึกษาของเทอร์เนอร์ และคณะ (Turner et al., 2012) ทำการศึกษาผลการแบกน้ำหนักกระโดดที่ความหนักต่างๆในนักกีฬารักบี้ พบว่า แรงสูงสดมีการเพิ่มขึ้นตามความหนักที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยที่ความหนัก 100% ของหนึ่งอาร์เอ็ม เกิดแรงสูงสุดมากที่สุด ทั้งนี้บอมพาและคาร์เรรา (Bompa & Carrera, 2005) ได้ให้คำแนะนำความหนักของการฝึกแรงต้านเพื่อพัฒนาความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ที่ความหนักมากกว่า 85% ของหนึ่งอาร์เอ็มขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของโชอัลเฟลด์ และคณะ (Schoenfeld et al., 2015) ทำการศึกษาผลการฝึกแรงต้านที่ความหนักต่ำและความหนักสูง พบว่า การฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักสูงมีการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงกล้ามเนื้อขาในท่า สควอท และความแข็งแรงสัมบูรณ์มากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักต่ำ และได้สรุปการฝึกแรงต้านเพื่อพัฒนาความแข็งแรงว่าควรฝึกด้วยความหนักสูง เนื่องจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่กระทำต่อแรงต้านทานด้วยความพยายามสูงสุด (Bompa & Carrera, 2005) ซึ่งขึ้นอยู่กับเส้นผ่าสูนย์กลาง (Diameter) หรือพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะเส้นใยไมโอซิน (Myosin filament) ความสามารถในการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว และความสามารถในการประสานสัมพันธ์ (Synchronize) กันอย่างมีประสิทธิภาพของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานร่วมกัน (สนธยา สีละมาด, 2555)

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบพลังสูงสุดขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักแตกต่างกัน พบว่า ที่ความหนัก 15%, 35% และ40% ของหนึ่งอาร์เอ็มมีค่าพลังสูงสุดสูงกว่าขณะฝึกด้วยความหนักอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ พบว่าพลังสูงสุดขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 15%, 35% และ40% ของหนึ่งอาร์เอ็มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พบว่า ที่ความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม มีแนวโน้มสามารถพัฒนาพลังได้สูงกว่าขณะฝึกด้วยความหนักอื่นๆ เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความหนักอื่นในการทดลอง และเหมาะสมใช้เพื่อฝึกพลังกล้ามเนื้อขา ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปงานวิจัยของฟรอส์ทและคณะ (Frost et al., 2016) กล่าวว่าการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศจะสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อด้วยการฝึกที่ความหนักต่ำ โดยใช้ความหนักของการฝึกช่วงระหว่าง 15 – 45% ของหนึ่งอาร์เอ็ม เนื่องจากการฝึกที่ความหนักต่ำจะสามารถออกแรงฝึกต้านได้ด้วยความเร็วสูงขึ้นทำให้มีความเร่งขณะออกแรงสูงขึ้นตามไปด้วย ทำให้แรงลัพธ์ขณะออกแรงสูงขึ้นตามสมการ แรง (F) = มวล (m) x ความเร่ง (a) และส่งผลให้พลังสูงขึ้นด้วยตามสมการพลัง (P) = แรง (F) x ความเร็ว (V) (สนธยา สีละมาด, 2555) สอดคล้องกับการศึกษาของเทอร์เนอร์และคณะ (Turner et al., 2012) ทำการศึกษาผลการแบกน้ำหนักกระโดดที่ความหนักต่างๆในนักกีฬารักบี้ พบว่า ความหนักที่ 20% ของหนึ่งอาร์เอ็มให้ผลลัพธ์พลังสูงสุดมากที่สุด ซึ่งเป็นน้ำหนักต่ำที่สุดในการทดลอง และการศึกษาของนภัส สังข์ทอง (2557) ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกแรงต้านจาก

แรงดันอากาศในเพศชาย พบว่า ความหนักที่ 15% ของหนึ่งอาร์เอ็ม เป็นความหนักที่เหมาะสมที่จะใช้ฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา จะเห็นได้ว่าการศึกษาครั้งนี้ในเพศหญิง พบว่า ความหนักที่เหมาะสมที่จะใช้ฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา คือ ความหนักที่ 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ซึ่งสูงกว่าเพศชายอาจเป็นไปได้ว่าเพศเป็นตัวแปรหนึ่งในการกำหนดโปรแกรมฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ เนื่องจากพลังกล้ามเนื้อเกิดจากการการหดตัวของกล้ามเนื้อด้วยการออกแรงสูงสุดด้วยความเร็วสูงสุด ดังสมการ พลัง(P) = แรง(F) x ความเร็ว(V) (สนธยา สีละมาด, 2555) ซึ่งเพศชายมีความแข็งแรง (Muscle strength) กล้ามเนื้อรยางค์ส่วนล่างมากกว่าเพศหญิง 25 – 30% (Kenny, Wilmore & Costil, 2012) และเนื่องจากมวลกล้ามเนื้อที่มีมากกว่าทำให้พื้นการจับกันของเส้นใยกล้ามเนื้อ Actin และ Myosin (Cross-section area) มากขึ้นตามไปด้วยส่งผลให้สามารถสร้างแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อได้สูงกว่า (Baechle & Earle, 2000) อีกทั้งพบว่าเพศชายมีค่าการนำประสาท (Nerve conduction velocity) สูงกว่าเพศหญิง(Reed, Vernon & Johnson, 2004) ทำให้การกระตุ้นระดมหน่วยยนต์ทำได้รวดเร็วส่งผลให้กล้ามเนื้อหดตัวได้รวดเร็วมากกว่า (ราตรี สุดทรวง และวีระชัย สิงหนิยม, 2550) จะเห็นได้ว่าเพศหญิงมีปัจจัยการสร้างพลังกล้ามเนื้อทั้งแง่ความแข็งแรงและความเร็วของประสาทที่น้อยกว่าเพศชาย โดยแบเคิล และเอิร์ล (Baechle & Earle, 2000) กล่าวว่าการเพิ่มความหนักของการฝึกเป็นการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อให้ทำงานมากขึ้น สอดคล้องกับราตรี สุดทรวง และวีระชัย สิงหนิยม (2550) กล่าวว่าการเพิ่มการกระตุ้นกล้ามเนื้อจะทำให้หน่วยยนต์ถูกระดมเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ความหนักของการฝึกเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของเพศหญิงจึงสูงกว่าเพศชาย สรุปได้ว่าเพศชายและเพศหญิงตอบสนองต่อความหนักที่ใช้ฝึกแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>การศึกษาที่ 2</u> ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะวลาแตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

กลุ่มตัวอย่างการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 52 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 13 คน กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มได้รับเลือกเข้าการทดลองด้วยวิธีการสุ่มแบบง่ายและดำเนินการทดลองตามรูปแบบการวิจัยแบบคู่ขนาน ซึ่งการทดลองครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว การทดลองที่ 2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ การทดลองที่ 3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ และการทดลองที่ 4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ ก่อนเริ่มแต่ละชุดการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศกลุ่มตัวอย่างต้องฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายก่อนเสมอ ตามโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายที่ความถี่ 45 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 4 มิลลิเมตร โดยยืน

ค้างในท่าย่อตัวให้เข่าทำมุม 135 องศา ตามระยะเวลาการสั่นสะเทือนที่กำหนดแต่ละกลุ่ม และฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศทันทีด้วยความหนัก 35% ของหนึ่งอาร์เอ็ม โดยไม่เว้นช่วงพักหลังจากการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ด้วยท่าย่อตัวที่มุมข้อเข่า 90 องศา (Half squat) จำนวน 3 ชุดการฝึก ทำการฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้งระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบตัวแปรด้านพลังสูงสุดและพลังอดทน ก่อนและหลังเข้าร่วมการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance measures) หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe) และวิเคราะห์ความแตกต่างก่อนและหลังเข้าร่วมการทดลองของแต่ละกลุ่มทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired Sample T-test)

สรุปผลการวิจัยการศึกษาที่ 2

ผลการวิจัยพบว่า

1. จากการเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Peak power variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุด (Peak power) แรงสูงสุด (Peak force) ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Percent change of peak power variables during counter movement jump) ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 (การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว) กลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) กลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) และกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) พบว่าก่อนเข้าร่วมการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเข้าร่วมการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังเข้าร่วมการทดลองของแต่ละกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 พบว่า ทั้ง 4 กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ทุกตัวแปรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังเข้าร่วมการทดลอง

2. จากการเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Power endurance variables during counter movement jump) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย (Average peak power) แรงสูงสุดเฉลี่ย (Average peak force) ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย (Average peak velocity) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ

ตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump (Percent change of power endurance variables during counter movement jump) ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 (การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว) กลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) กลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) และกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) พบว่า ก่อนเข้าร่วมการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเข้าร่วมการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังเข้าร่วมการทดลองของแต่ละกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 พบว่า กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 มีค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ทุกตัวแปรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังเข้าร่วมการทดลอง นอกจากนี้ พบว่า กลุ่มที่1 มีค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ย และแรงสูงสุดเฉลี่ย เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังเข้าร่วมการทดลอง ยกเว้นความเร็วสูงสุดเฉลี่ย เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังเข้าร่วมการทดลอง

3. จากการเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength variables) ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Peak torque of knee extensor muscle group) และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Peak torque of knee flexor muscle group) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Percent change of muscular strength variables) ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 (การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว) กลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) กลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) และกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) พบว่า ก่อนเข้าร่วมการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเข้าร่วมการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังเข้าร่วมการทดลองของแต่ละกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 พบว่า กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 มีค่าทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังเข้าร่วมการทดลอง ยกเว้นกลุ่มที่1 มีค่าทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่าลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังเข้าร่วมการทดลอง นอกจากนี้ พบว่า กลุ่มที่1 กลุ่มที่2 และกลุ่มที่4 มีค่าทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลัง

เข้าร่วมการทดลอง ยกเว้นกลุ่มที่3 มีค่าทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังเข้าร่วมการทดลอง

4. จากการเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบทางเดียวของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance variables) ได้แก่ พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Average peak power of knee extensor muscle group) และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Average peak power of knee flexor muscle group) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ (Percent change of muscular endurance variables) ระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่1 (การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว) กลุ่มที่2 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) กลุ่มที่3 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) และกลุ่มที่4 (การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ) พบว่าก่อนเข้าร่วมการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเข้าร่วมการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังเข้าร่วมการทดลองของแต่ละกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองกลุ่มที่1 กลุ่มที่2 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 พบว่า กลุ่มที่2 ค่าพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังเข้าร่วมการทดลอง นอกจากนี้ พบว่า กลุ่มที่1 กลุ่มที่3 และกลุ่มที่4 ค่าพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังเข้าร่วมการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิปรายผลการวิจัยการศึกษาที่ 2

จากสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ที่ตั้งไว้ว่า การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างกันนั้นไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ซึ่งผลจากการวิจัย พบว่า กลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ และกลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดและพลังอดทนหลังเข้าร่วมการทดลองเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชวงและเชียง (Chuang & Shiang, 2007) ได้เสนอโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยแรงสั่นสะเทือน (Vibration training) เพื่อระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อมาทำงานมากขึ้น รวมถึงการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ โดยรูปแบบการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศและการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายทั้ง 2 รูปแบบ

จากที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่าสามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อได้ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพลังในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump หลังเข้ารับการฝึก พบว่า พลังสูงสุดของกลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 26.12 % สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองอื่นและสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว 8.46 % นอกจากนี้ นอกจากนี้ พบว่า พลังอดทนของกลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 23.20 % สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองอื่นและสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว 8.08 % สอดคล้องกับการศึกษาของ มารินและฮาเซลล์ (Marin & Hazell, 2014) พบว่า ภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลา 30 วินาที มีการเพิ่มขึ้นของศักย์ไฟฟ้ากล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง แสดงให้เห็นถึงการกระตุ้นของประสาทกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น เพื่อระดมหน่วยยนต์ในการสร้างแรงของกล้ามเนื้อ อดัมส์และคณะ (Adams et al., 2009) ทำการศึกษาโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยความถี่ 30, 35, 40 และ50 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 2-4 มิลลิเมตร (Low) และ 4-6 มิลลิเมตร (High) ระยะเวลา 30, 45 และ 60 วินาที ทำการศึกษาแบบไขว้กลุ่ม (Crossover design) พบว่า ทุกโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายมีการเพิ่มขึ้นของพลังการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทั้งนี้ได้แนะโปรแกรมการฝึกด้วยระยะเวลา 30 วินาที ที่ความถี่ระดับต่ำร่วมกับแอมพลิจูดระดับต่ำ หรือที่ความถี่ระดับสูงร่วมกับแอมพลิจูดระดับสูง ซึ่งมีแนวโน้มสามารถพัฒนาพลังได้ดีที่สุด บีเดียนท์และคณะ (Bedient et al., 2009) ทำการศึกษาโปรแกรมการสั่นสะเทือนสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ด้วยความถี่ 30, 35, 40 และ50 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 2และ5 มิลลิเมตร โดยทำการศึกษาแบบไขว้กลุ่ม (Crossover design) พบว่า ความถี่ 30 เฮิรตซ์ มีการเพิ่มขึ้นของพลังการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump สูงกว่า 35และ45 เฮิรตซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รีอาและเคน (Rhea & Kenn, 2009) ทำการศึกษาการฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลา 30 วินาที ที่ความถี่ 35 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 4 มิลลิเมตร พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของพลังขณะแบกบาร์ด้วยท่าสควอท (Squat) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย บอสโคและคณะ (Bosco et al., 2000) ทำการศึกษาการฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ด้วยระยะ 60 วินาที สลับพัก 60 วินาที 5 รอบการฝึก พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของพลังในการกระโดดสูงกว่าก่อนฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ลามอนท์และคณะ (Lamont et al., 2009) ทำการศึกษาการฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอทเพียงอย่างเดียว และการฝึกแรงต้านด้วยท่าสควอทร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านด้วยท่าสควอทร่วมกับ

การสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย มีการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลัง(Percent change) หลังจากการฝึกสัปดาห์ที่3 และสัปดาห์ที่6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านด้วยท่าสควอทเพียงอย่างเดียว และการศึกษาของ โอซาวาและโอกุมะ (Osawa & Oguma, 2011) ทำการศึกษาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight exercises) ระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านจากน้ำหนักตัว มีการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพลังจากก่อนการฝึกสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านจากน้ำหนักตัวเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งความสูงของการกระโดดเป็นตัวแปรหนึ่งในการทดสอบเพื่อพิจารณาค่าพลังกล้ามเนื้อขา (Reiman & Manske, 2009) สอดคล้องกับการศึกษาของ คอร์มีและคณะ (Cormie et al., 2006) ศึกษาผลฉับพลันของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลา 30 วินาที พบว่า ความสูงของการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ฟอร์ทและคณะ (Fort et al., 2012) ทำการศึกษาการฝึกเสริมด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านจากน้ำหนักตัว ในนักกีฬาเพศหญิง ระยะเวลา 15 สัปดาห์ พบว่า ความสูงของการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump และท่า Hop ขาข้างซ้ายและขวา เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 7 และ15 และการศึกษาของ ชุงและคณะ (Chung et al., 2013) ศึกษาการฝึกไทชิชวน (Tai Chi Chuan) บนเครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกบนเครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย มีการเพิ่มขึ้นของความสูงของการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุม

Chulalongkorn University

การทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle function) ของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Quadriceps) และกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า (Hamstring) เป็นตัวแทนของตัวแปรหนึ่งที่บ่งบอกการพัฒนาของกล้ามเนื้อขา (Pincivero ,Lephart & Karunakara, 1997) เนื่องจากการทดสอบพลังของรยางค์ส่วนร่างของร่างกาย (Lower extremities) ส่วนใหญ่มักทดสอบด้วยการวัดพลังจากการกระโดด (Reiman & Manske, 2009) ซึ่งการกระโดดมีการทำงานร่วมกันของข้อต่อหลายข้อต่อและกล้ามเนื้อหลายมัดเช่น ข้อต่อสะโพก ข้อต่อเข่า รวมถึงข้อต่อข้อเท้า เป็นต้น (Chapman, 2008) จากผลการวิจัย พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ค่าทอร์กสูงสุด (Peak torque) ของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ทั้ง 4 กลุ่มทดลองหลังเข้าร่วมการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังเข้าร่วมการทดลอง พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่าเพิ่มขึ้น

7.65 % สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองอื่นและสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว 7.45 % สอดคล้องกับการศึกษาของ มารินและฮาเซลล์ (Marin & Hazell, 2014) ทำการศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายต่อการกระตุ้นกล้ามเนื้อ พบว่า การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที มีการเพิ่มขึ้นของศักย์ไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG) สูงกว่าก่อนการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นถึงเส้นใยประสาทกล้ามเนื้อมีการกระตุ้นสูงขึ้น มีการระดมหน่วยยนต์มากขึ้น (Motor unit recruitment) และพบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่าเพิ่มขึ้น 16.80 % สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองอื่นและสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว 2.50 % สอดคล้องกับการศึกษาของบาเซ็ทโจนส์และคณะ (Bazett-Jones et al., 2008) ทำการศึกษาการฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายต่อความสามารถการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump พบว่า ภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ที่ความถี่ 40 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 2-4 มิลลิเมตร ทำให้ความสูงของการกระโดดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในเพศหญิง ทั้งนี้ความสูงของการกระโดดแสดงถึงพลังกล้ามเนื้อของรยางค์ส่วนล่างของร่างกาย (Reiman & Manske, 2009) นอกจากนี้ พบว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรด้านความอดทนของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด (Peak power average) ของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า ทั้ง 4 กลุ่มทดลองหลังเข้าร่วมการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังเข้าร่วมการทดลอง พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่าเพิ่มขึ้น 6.33 % สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองอื่นและสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว 3.92 % และค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่าเพิ่มขึ้น 5.95 % สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองอื่นและสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว 4.50 % สอดคล้องกับการศึกษาของ โคแครนและคณะ (Cochrane et al., 2009) ทำการศึกษาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที พบว่า ศักย์ไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้นหลังจากสั่นสะเทือนทั้งร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นถึงเส้นใยประสาทกล้ามเนื้อมีการกระตุ้นสูงขึ้น มีการระดมหน่วยยนต์มากขึ้น (Motor unit recruitment) นอกจากนั้นการศึกษาของ สจ๊วตและคณะ (Stewart et al., 2009) ทำการศึกษาระยะเวลาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย พบว่า ระยะเวลา 2 นาทีทำให้ค่าเฉลี่ยทอร์กสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ระหว่างกลุ่มที่สั่นด้วยระยะเวลา 2, 4

และ6 นาที ซึ่งระยะเวลาการสั่นสะเทือนที่ยาวนานเกินไปจะทำให้กล้ามเนื้อเกิดความล้าเนื่องจากการกระตุ้นที่มากเกินไป ส่งผลให้ความสามารถในการสร้างแรงของกล้ามเนื้อลดลง (Rittweger, 2010)

พลังเป็นผลลัพธ์ของการออกแรงสูงสุดอย่างรวดเร็ว ตามสมการ P (พลัง) = F (แรง) x V (ความเร็ว) (สนธยา สีละมาด, 2555) จากผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดขณะกระโดดเพื่อทดสอบพลังสูงสุด ทั้ง 4 กลุ่มทดลองหลังเข้าร่วมการฝึกเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังเข้าร่วมการทดลอง พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของแรงสูงสุดเพิ่มขึ้น 53.51 % สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองอื่นและสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว 13.67 % นอกจากนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดขณะกระโดดเพื่อทดสอบพลังอดทน ทั้ง 4 กลุ่มทดลองหลังเข้าร่วมการฝึกเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังเข้าร่วมการทดลอง พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดเพิ่มขึ้น 27.89 % สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองอื่นและสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว 5.64 % สอดคล้องกับ การศึกษาของ เบมเบนและคณะ (Bemben et al., 2010) ทำการศึกษาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน พบว่า ความแข็งแรงสัมบูรณ์ (Absolute strength; 1RM) ของกลุ่มกล้ามเนื้อหุบสะโพก (Hip adduction) และกลุ่มกล้ามเนื้อกางสะโพก (Hip abduction) เพิ่มสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกแรงต้านเพียงอย่างเดียว หลังเข้าร่วมการฝึกเดือนที่ 4 และเดือนที่ 8 การศึกษาของ อาร์ทีโรและคณะ (Artero et al., 2012) พบว่า การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้าน ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงที่ 3 อาร์เอ็ม (3RM) ด้วยการทดสอบท่าสควอทที่มุมเข่า 90 องศา (Half squat) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังเข้าร่วมการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก โจนส์ (Jones, 2014) ทำการฝึกแรงต้านร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่าง ในนักกีฬาลาครอส (Lacrosse) เพศหญิง ระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงสัมบูรณ์ในท่าสควอทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากการฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

ความเร็วเป็นปัจจัยหนึ่งของการสร้างพลังกล้ามเนื้อ จากการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดขณะกระโดดเพื่อทดสอบพลังสูงสุด ทั้ง 4 กลุ่มทดลองหลังเข้าร่วมการฝึกเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังเข้าร่วมการทดลอง พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดเพิ่มขึ้น 13.36 % สูงที่สุดเมื่อ

เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองอื่นและสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว 1.22 % นอกจากนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดขณะกระโดดเพื่อทดสอบพลังอดทนทั้ง 4 กลุ่มทดลองหลังเข้าร่วมการฝึกเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังเข้าร่วมการทดลอง พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดเพิ่มขึ้น 10.97 % สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองอื่นและสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว 4.10 % สอดคล้องกับการศึกษาของบูลล็อคและคณะ (Bullock et al., 2008) ศึกษาผลฉับพลันของการสั่นสะเทือนทั้งร่างที่มีผลต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อของนักกีฬา พบว่า ภายหลังการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยความถี่ 30 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 4 มิลลิเมตร ระยะเวลา 60 วินาที ระยะเวลาในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด (Sprint) ช่วงระยะทางที่ 5 – 10 เมตรแรกหลังจากออกตัว ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้มีการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย แสดงให้เห็นว่าการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายส่งผลให้นักกีฬาสามารถสร้างความเร็วได้สูงขึ้น มารินและคณะ (Marin et al., 2013) พบว่า การออกกำลังกายบนเครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างส่งผลให้ความเร็วในการเคลื่อนไหวของรยางค์ส่วนบนของร่างกาย (Upper extremities) เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ออกกำลังกายโดยไม่ใช้เครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย การสร้างความเร็วเป็นผลจากการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อและประสาท ดังนั้นการพัฒนาความเร็วนอกจากจะพัฒนากล้ามเนื้อแล้ว ยังต้องพัฒนาประสาทด้วย (ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) วังและคณะ (Wang et al., 2013) ทำการศึกษาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกกระโดดด้วยการแบกน้ำหนักระดับต่ำ (Low resistance jump training) ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า แอมพลิจูด H-reflex ของกล้ามเนื้อ Soleus เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก และแอมพลิจูด V-wave ของกล้ามเนื้อ Soleus เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกด้วยการโดดเพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่า การฝึกร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายส่งผลให้เกิดการปรับตัวของประสาทกล้ามเนื้อ เนื่องจากการทดสอบการทำงานของรีเฟลกซ์ยืดของกล้ามเนื้อ (Muscle stretch reflex) เพื่อตรวจสอบการทำงานของเซลล์ประสาทยนต์ โดยการทดสอบ H-reflex แสดงให้เห็นถึงการกระตุ้นประสาทนำเข้า (Afferent nerve) ชนิด Ia afferent fiber จาก muscle spindle (ราตรี สุดทรวง และวีระชัย สิงหนิยม, 2550) และการทดสอบค่า V-wave เพื่อพิจารณาการทำงานของประสาทส่งออก (Efferent nerve) (Solstad et al., 2011)

โดยสรุปจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ และการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพียงอย่าง สามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ไม่แตกต่างกัน แต่จากผลการวิจัย พบว่า การสั่นสะเทือนทั้ง

ร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศมีแนวโน้มพัฒนาพลังกล้ามเนื้อทั้งด้านพลังสูงสุดและพลังอดทนได้ดีกว่า การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพียงอย่าง เนื่องจากการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายสามารถเพิ่มศักย์ไฟฟ้ากล้ามเนื้อให้สูงขึ้นอันแสดงถึงกระตุ้นประสาทกล้ามเนื้อ และการระดมหน่วยยนต์เพื่อสร้างแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Marin & Hazell, 2014) โดยรูปแบบของการส่งแรงสั่นสะเทือนจะส่งคลื่นการสั่นจากตัวเครื่องผ่านไปยังเท้า ผ่านข้อเท้าไปยังน่อง ผ่านข้อต่อเข่าไปยังต้นขา และผ่านข้อต่อสะโพกขึ้นไปยังส่วนของกระดูกสันหลัง รวมถึงคลื่นสั่นอาจส่งขึ้นไปยังสมองได้ ทั้งนี้ระยะของการส่งคลื่นขึ้นกับการจัดท่าทางขณะฝึก (Tankisheva et al., 2013) คลื่นของการสั่นสะเทือนส่งผลให้กล้ามเนื้อถูกยืดออกสั้นๆ อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle tone) ทำให้เกิดรีเฟลกซ์การตอบสนองต่อการสั่นที่เรียกว่า Tonic vibration reflex (Silva-Grigoletto et al., 2009) การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง โดยเกิดการส่งกระแสประสาทไปยังสมองบริเวณ Primary somatosensory, Secondary somatosensory และ Supplementary motor area ซึ่งบริเวณสมองส่วนนี้มีหน้าที่ควบคุมและวางแผนการเคลื่อนไหวของร่างกายก่อนที่จะเกิดการเคลื่อนไหวจริง และระบบประสาทส่วนปลาย ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นของปฏิกิริยาตอบสนอง (Reflex) (Cardinale & Bosco, 2003) โดยกระตุ้น Muscle spindle ซึ่งเป็นตัวรับความรู้สึก (Receptor) ในกล้ามเนื้อและกระตุ้นประสาทนำเข้า (Afferent nerve) ชนิด Ia afferent fiber ผ่าน Dorsal root เข้าสู่ Dorsal horn cell ของไขสันหลังและไป Synapse กับ Anterior horn cell ทำให้เกิด Action potential วิ่งกลับลงมาใน Motor neuron ทำให้กล้ามเนื้อหดตัว (ราตรี สุดทรวง และวีระชัย สิงหนิยม, 2550) ทั้งนี้การฝึกด้วยแรงต้านและการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ (Chuang & Shiang, 2007) หลังจากการฝึกพบว่ามีการปรับตัวของระบบประสาท ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างพลังของกล้ามเนื้อ โดยพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการทำงานของ alpha motor neuron และมีการลดลงของระดับกั้น (Theshold) ของหน่วยยนต์ชนิดที่ 2 (Type II motor unit) ซึ่งสั่งการทำงานของใยกล้ามเนื้อหดตัวเร็ว (Fast twitch) ทำให้กล้ามเนื้อสามารถสร้างแรงหดตัวได้สูงขึ้นและทำให้พลังกล้ามเนื้อสูงขึ้นด้วย (Lamont et al., 2008, 2010) ทั้งนี้งานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาการฝึกด้วยระยะเวลา 6 สัปดาห์ หากทำการศึกษาต่อโดยเพิ่มระยะเวลาการฝึกให้มากกว่า 6 สัปดาห์อาจพบความแตกต่างที่ชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากงานวิจัยก่อนหน้ามีเพียงงานวิจัยเดียวที่ปรากฏ พบการเปลี่ยนแปลงพลังกล้ามเนื้อหลังการฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านระยะเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งยังไม่มีความชัดเจนถึงระยะเวลาของการฝึกร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย อีกทั้งหลายงานวิจัยก่อนหน้าที่ใช้การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้าน ใช้ระยะเวลาในการฝึกที่แตกต่างกัน จึงอาจเป็นไปได้ว่าระยะเวลาในการฝึกร่วมเป็นตัวแปรหนึ่งของปัจจัยการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศมีแนวโน้มพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการฝึกเพื่อพัฒนาพลังจึงควรใช้การฝึกร่วมการการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

2. ระยะเวลาของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ มีผลต่อตัวแปรของพลังที่แตกต่างกัน การปรับใช้จึงต้องพิจารณาระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาองค์ประกอบพลังตามประเภทกีฬา

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาระยะเวลาของการฝึก โดยทำการฝึกระยะเวลามากกว่า 6 สัปดาห์

2. ควรศึกษาระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นในการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

3. ควรทำการศึกษาโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายอื่น ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการฝึกร่วมกับการออกกำลังกาย

4. ควรทำการศึกษาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายร่วมกับการออกกำลังกายประเภทอื่น

5. ควรทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาทั้งประเภทที่ใช้พลังระเบิด และพลังอดทน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤตมุข หล่าบรรเทา. (2554). *การเปรียบเทียบผลการฝึกด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบฟรีเวทที่ใช้แรงต้านจากแรงอัดอากาศผสมกับแรงต้านด้วยน้ำหนักในสัดส่วนที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. (2547). *เอกสารประกอบการสอนเทคนิคและโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อ.* กรุงเทพมหานคร: สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกร์มหาวิทยาลัย.

ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล. (2552). *หลักวิทยาศาสตร์ในการฝึกกีฬา* . กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภัส สังข์ทอง (2557). *ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่ต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

พรรณี ปิติสุทธิธรรม และ ชยันต์ พิเชียรสุนทร. (2554). *ตำราการวิจัยทางคลินิก*. กรุงเทพมหานคร: คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล.

ราตรี สุดทรวง และ วีระชัย สิงหนิยม. (2550). *ประสาทสรีรวิทยา*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สนธยา สีละมาด. (2555). *หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สลิษา ยูนุช (2557). *ผลฉับพลันของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายโดยใช้ท่าฝึกและช่วงระยะเวลาแตกต่างกันที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

สุทธิกร อาภานุกูล (2556). *การพัฒนารูปแบบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกด้วยแรงดันอากาศ เพื่อเพิ่มพลังอดทนในนักกีฬา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

สุภัทรา ศิลปบรรเลง (2556). *ผลฉับพลันของการสั่นสะเทือน ทั้งร่างกายต่อพลังกล้ามเนื้อขาในขณะกล้ามเนื้อหดตัวแบบอยู่กับที่และเคลื่อนที่.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

อิศวัชร์ ปิ่นทอง (2556). *เปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยการสั่นร่างกายและไม่สั่นร่างกายที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว พลัง และความอ่อนตัว*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

ภาษาอังกฤษ

Adams, J. B., Edwards, D., Serviette, D., Bedient, A. M., Huntsman, E., Jacobs, K. A., . . . Signorile, J. F. (2009). Optimal frequency, displacement, duration, and recovery patterns to maximize power output following acute whole-body vibration. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 23(1), 237-245.

Artero, E. G., Espada-Fuentes, J. C., Argüelles-Cienfuegos, J., Román, A., Gómez-López, P. J., & Gutiérrez, A. (2012). Effects of whole-body vibration and resistance training on knee extensors muscular performance. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1371-1378.

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2000). *Essentials of Strength Training and Conditioning* second edition. Hong kong: Human Kinetics.

Bazett-Jones, D. M., Finch, H. W., & Dugan, E. L. (2008). Comparing the effects of various whole-body vibration accelerations on counter-movement jump performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7(1).

Bedient, A. M., Adams, J. B., Edwards, D. A., Serravite, D. H., Huntsman, E., Mow, S. E., ... & Signorile, J. F. (2009). Displacement and frequency for maximizing power output resulting from a bout of whole-body vibration. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1683-1687.

Bemben, D. A., Palmer, I. J., Bemben, M. G., & Knehans, A. W. (2010). Effects of combined whole-body vibration and resistance training on muscular strength and bone metabolism in postmenopausal women. *Bone*, 47(3), 650-656.

Best, J. W., & Khan, J. V. (1986). *Research in education* fifth edition. New Jersey: Prentice-Hall.

Bompa, T. O., & Carrera, C. M. (2005). *Periodization training for sports* second edition. United States of America: Human Kinetics.

Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., . . . Viru, A. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European Journal of Applied Physiology,* 81(6), 449-454.

Brzycki, M. (1993). Strength testing - predicting a one-rep max from reps-to fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88-90.

Bullock, N., Martin, D. T., Ross, A., Rosemond, C. D., Jordan, M. J., & Marino, F. E. (2008). Acute effect of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1371-1374.

Cardinale, M., & Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Sciences Reviews,* 31(1), 3-7.

Chapman, A. E. (2008). *Biomechanical Analysis of Fundamental Human Movement*. United States of America: Human Kinetics

Chuang, L. R., & Shiang, T. Y. (2007). The training effects of 10 weeks whole body vibration (WBV) stimulus on Shan-shou athletes. *Journal of Biomechanics*, 40, S356.

Chung, P. H., Lin, G. L., Liu, C., Chuang, L. R., & Shiang, T. Y. (2013). The effects of Tai Chi Chuan combined with vibration training on balance control and lower extremity muscle power. *Journal of sports science & medicine*,12(1), 19.

Cochrane, D. J., Loram, I. D., Stannard, S. R., & Rittweger, J. (2009). Changes in joint angle, muscle‐tendon complex length, muscle contractile tissue displacement, and modulation of EMG activity during acute whole‐body vibration. *Muscle & nerve*, 40(3), 420-429.

Cochrane, D., & Stannard, S. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British Journal of Sports Medicine,* 39(11), 860-865.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral* sciences second edition. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Cormie, P., Deane, R. S., Triplett, N. T., & McBride, J. M. (2006). Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 20(2), 257-261.

Corporation., K. (2011). *When is a pound not a pound ? Keiser compares iron and air*. From: www.keiser.com/media/pound.pdf

Da Silva-Grigoletto, M. E., Vaamonde, D. M., Castillo, E., Poblador, M. S., García-Manso, J. M., & Lancho, J. L. (2009). Acute and cumulative effects of different times of recovery from whole body vibration exposure on muscle performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2073-2082.

Despina, T., George, D., George, T., Sotiris, P., George, K., Maria, R., & Stavros, K. (2014). Short- term effect of whole-body vibration training on balance, flexibility and lower limb explosive strength in elite rhythmic gymnasts. *Human Movement Science,* 33, 149-158.

Dick, F. W. (2007). *Sports Training Principles* fifth edition. England: A&C Black.

Elliott, B. C., Wilson, G. J., & Kerr, G. K. (1989). A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. *Med Sci Sports Exerc*, 21(4), 450-462.

Fort, A., Romero, D., Bagur, C., & Guerra, M. (2012). Effects of whole-body vibration training on explosive strength and postural control in young female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 926-936.

Frost, D. M., Bronson, S., Cronin, J. B., & Newton R. U. (2016). Changes in maximal strength, velocity, and power after 8 weeks of training with pneumatic or free weight resistance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(4), 934-944.

Frost, D. M., Cronin, J., & Newton, R. U. (2010). A biomechanical evaluation of resistance. *Sports Medicine*, 40(4), 303-326.

Hazell, T. J., Jakobi, J. M., & Kenno, K. A. (2007). The effects of whole-body vibration on upper-and lower-body EMG during static and dynamic contractions. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism,* 32(6), 1156-1163.

Jones, M. T. (2014). Progressive-overload whole-body vibration training as part of periodized, off-season strength training in trained women athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2461-2469.

Kenny, W. L., Wilmore, J. H. & Costil, D. L. (2012). *Physiology of Sport and Exercise* fifth edition. United States of America: Human Kinetics.

Lamont, H. S., Cramer, J. T., Bemben, D. A., Shehab, R. L., Anderson, M. A., & Bemben, M. G. (2009). Effects of a 6-week periodized squat training program with or without whole-body vibration on jump height and power output following acute vibration exposure. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(8), 2317-2325.

Lamont, H. S., Cramer, J. T., Bemben, D. A., Shehab, R. L., Anderson, M. A., & Bemben, M. G. (2008). Effects of 6 weeks of periodized squat training with or without whole-body vibration on short-term adaptations in jump performance within recreationally resistance trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1882-1893.

Lamont, H. S., Cramer, J. T., Bemben, D. A., Shehab, R. L., Anderson, M. A., & Bemben, M. G. (2010). Effects of adding whole body vibration to squat training on isometric force/time characteristics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 171-183.

Lander, J. E., Bates, B. T., Sawhill, J. A., & Hamill, J. (1985). A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(3), 344-353.

Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine,* 35(1), 23-41.

Marin, P. J., & Hazell, T. J. (2014). Effects of whole-body vibration with an unstable surface on muscle activation. *J Musculoskelet Neuronal Interact*,14(2), 213-219.

Marín, P. J., Herrero, A. J., Milton, J. G., Hazell, T. J., & García-López, D. (2013). Whole-body vibration applied during upper body exercise improves performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(7), 1807-1812.

McBride, J. M., Nuzzo, J. L., Dayne, A. M., Israetel, M. A., Nieman, D. C., & Triplett, N. T. (2010). Effect of an acute bout of whole body vibration exercise on muscle force output and motor neuron excitability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 184-189.

Naclerio, F. J., Colado, J. C., Rhea, M. R., Bunker, D., & Triplett, N. T. (2009). The influence of strength and power on muscle endurance test performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1482-1488.

Osawa, Y., & Oguma, Y. (2011). Effects of wholebody vibration on resistance training for untrained adults. *J Sports Sci Med 2011*, 10, 328-337.

Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. A. (1997). Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. *International journal of sports medicine*, 18(02), 113-117.

Powers, S. K., Dodd, S. L., Jackson, E. M., & Miller, M. K. (2009). *Total fitness & Wellness* third edition. San Francisco: Pearson Education.

Reed, T. E., Vernon, P. A., & Johnson, A. M. (2004). Sex difference in brain nerve conduction velocity in normal humans. *Neuropsychologia*, 42(12), 1709-1714.

Reiman, M. P., Manske, R. C. (2009). *Functional Testing in Human Performance*. United States of America: Human Kinetics.

Rhea, M. R., & Kenn, J. G. (2009). The effect of acute applications of whole-body vibration on the iTonic platform on subsequent lower-body power output during the back squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 58-61.

Rittweger, J. (2010). Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *European Journal of Applied Physiology,* 108(5), 877-904.

Schoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreras, B., & Sonmez, G. T. (2015). Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2954-2963.

Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2006). *Sport physiology for coaches* tenth edition. United States of America: Human Kinetics.

Solstad, G. M., Fimland, M. S., Helgerud, J., Iversen, V. M., & Hoff, J. (2011). Test-retest reliability of v-wave responses in the soleus and gastrocnemius medialis. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 28(2), 217-221.

Stewart, J. A., Cochrane, D. J., & Morton, R. H. (2009). Differential effects of whole body vibration durations on knee extensor strength. *Journal of science and medicine in sport*, 12(1), 50-53.

Tankisheva, E., Jonkers, I., Boonen, S., Delecluse, C., van Lenthe, G. H., Druyts, H. L., ... & Verschueren, S. M. (2013). Transmission of whole-body vibration and its effect on muscle activation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2533-2541.

Turner, A. P., Unholz, C. N., Potts, N., & Coleman, S. G. (2012). Peak power, force, and velocity during jump squats in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1594-1600.

Wang, H. K., Un, C. P., Lin, K. H., Chang, E. C., Shiang, T. Y., & Su, S. C. (2014). Effect of a combination of whole-body vibration and low resistance jump training on neural adaptation. *Research in Sports Medicine*, 22(2), 161-171.

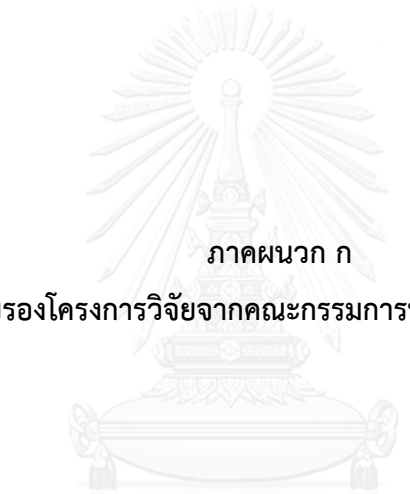
Wilson G. J. (1994). *Strength and Power in sport*. Victoria, Australia: Blackwell Scientific Publications.

.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาคผนวก ก

ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

AF 01-12

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

COA No. 061/2559

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 036.1/59 : ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

ผู้วิจัยหลัก : นายอธิวัฒน์ สายทอง

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม.....
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ)
ประธาน

ลงนาม.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 7 เมษายน 2559 **วันหมดอายุ** : 6 เมษายน 2560

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย
4) แบบสอบถาม

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59
วันที่รับรอง -7 เม.ย. 2559
วันหมดอายุ -6 เม.ย. 2560

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-12) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

ภาคผนวก ข

เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยการศึกษาที่1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

AF 04-07

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยสำหรับการศึกษาที่ 1

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

ชื่อผู้วิจัย นายอธิวัฒน์ สายทอง ตำแหน่ง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนน พระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

(ที่บ้าน) 1000/24 ถ.วิเชียรโชฏก ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000

โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) 02-2181032 โทรศัพท์ที่บ้าน 034-820904

โทรศัพท์มือถือ 087-5406638 E-mail : athiwat_88@hotmail.com

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59

วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559

วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

เรียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน*

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงด้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยช่วงเวลาที่แตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยช่วงเวลาที่แตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

<u>การศึกษาที่ 1</u> ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลายปีการศึกษา 2558 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 16 คน

กระบวนการวิจัย

ผู้วิจัยขอธิบายวัตถุประสงค์ขั้นตอนของการเก็บข้อมูล และชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินดีจะเข้าร่วมการทดลอง ยินยอมตอบแบบสอบถามและเข้าร่วมการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างลงนามยินยอมการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์

หากกลุ่มตัวอย่างท่านใดผ่านเกณฑ์การคัดกรองการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการวิจัย ผู้วิจัยจะอธิบายขั้นตอนการวิจัยโดยละเอียด บอกให้ทราบถึงประโยชน์ของการเข้าร่วมการวิจัยและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินดีที่จะเข้าร่วมการวิจัยผู้วิจัยจะให้ลงนามยินยอมการเข้าร่วมการวิจัย กรณีที่กลุ่มตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะให้สมุดจดงานเป็นที่ระลึก *ระหว่างทำการทดสอบและการฝึกผู้วิจัยจะเป็นผู้ควบคุมการฝึกด้วยตนเองทุกครั้ง และมีผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่ช่วยควบคุมการฝึกเป็นนิสิตระดับปริญญามหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 คนที่ได้การฝึกอบรมการใช้เครื่องมืออุปกรณ์การฝึกที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้จากผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยระยะเวลา 3 วันก่อนการทดสอบกลุ่มตัวอย่างต้องไม่ออกกำลังกายอย่างหนัก หรือฝึกกล้ามเนื้อขาทุกรูปแบบ และระหว่างทำการทดสอบและการฝึกกลุ่มตัวอย่างจะต้องสวมชุดออกกำลังกายและสวมรองเท้าผ้าใบสำหรับออกกำลังกายทุกครั้ง ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างจะต้องเป็นผู้เตรียมชุดออกกำลังกายและรองเท้าผ้าใบสำหรับออกกำลังกายด้วยตนเอง*

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย

1. นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง อายุ 18 – 22 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลายปีการศึกษา 2558
2. เป็นผู้ที่ไม่มีการบาดเจ็บทางร่างกายและไม่มีโรคประจำตัว
3. เป็นผู้ที่มีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ที่มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 เท่า
4. กลุ่มตัวอย่างจะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยอื่น หรือฝึกกล้ามเนื้อขา เสริมทุกรูปแบบ

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่ประสงค์ร่วมการทดลองอีกต่อไป
2. ผู้เข้าร่วมการทดลอง ขาดการเข้าร่วมการทดลองมากกว่า 2 ครั้ง จากจำนวนครั้งการทดลองทั้งหมด *11* ครั้ง

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59
วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559
วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ก่อนเริ่มต้นการทดลองในแต่ละครั้งกลุ่มตัวอย่างต้องทำการอบอุ่นร่างกาย โดยปั่นจักรยานเป็นเวลา 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อขาเป็นเวลา 10 นาที เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทดลอง และป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลอง
2. กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกด้วยท่าย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา เป็นจำนวน 1 ชุด ชุดละ 3 ครั้ง ด้วยจังหวะยกเร็วที่สุด หรือแรงระเบิด บันทึกค่าพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดขณะทำการฝึก
3. ทำตามการทดลองข้อที่ 1 และข้อที่ 2 โดยเปลี่ยนน้ำหนักไปตามการทดลองที่กำหนดไว้ ทั้ง 11 ความหนัก *ได้แก่*

1. การฝึกด้วยแรงต้านโดยปราศจากน้ำหนักต้าน (Baseline) 0 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

2. การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 15 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

3. การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 20 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

4. การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 25 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

5. การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 30 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

6. การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

7. การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 40 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

8. การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 45 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

9. การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

10. การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 55 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

11.การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

โดยระยะเวลาในการทดลองแต่การทดลองจะห่างกัน 48 ชั่วโมง เพื่อป้องกันความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ โดยทำการฝึกในวันจันทร์ วันพุธและวันศุกร์ ช่วงเวลา 09.00 – 17.00 น. ที่ห้องศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ขณะเข้าร่วมการวิจัย กลุ่มตัวอย่างจะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยอื่นหรือฝึกพลังกล้ามเนื้อขาทุกรูปแบบ) ใช้เวลาทั้งสิ้น *4 สัปดาห์ แต่ละครั้งของการฝึกใช้เวลา 30 นาที*

4. หลังจากการฝึกแต่ละครั้งผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างยืดเหยียดกล้ามเนื้อขาเป็นเวลา 10 นาที ทุกครั้งเพื่อลดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและได้รับคำแนะนำการออกกำลังกายด้วยการฝึกแรงต้านจากผลการทดสอบของตนเองจากผู้วิจัย

2. ทำให้ทราบผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยช่วงเวลาที่แตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

3. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการฝึกด้วยแรงต้านเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสำหรับนักกีฬาต่อไป

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59
วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559
วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

อันตรายหรือความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น

ระหว่างการฝึกและการทดสอบอาจเกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อได้ และอาการดังกล่าวจะดีขึ้นหลังจากพักการฝึกและการทดสอบ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังการฝึกและการทดสอบทุกครั้งเพื่อลดอาการเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น หากพบว่า ขณะทำการทดสอบและการฝึกผู้เข้าร่วมการทดลองมีอาการบาดเจ็บ จะให้หยุดการทดสอบและผู้วิจัยจะประเมินอาการเบื้องต้น กรณีที่มีการบาดเจ็บเล็กน้อยผู้วิจัยจะให้การปฐมพยาบาลเบื้องต้น หากมีอาการบาดเจ็บที่รุนแรง ผู้วิจัยจะนำส่งสถานพยาบาลโดยทันที ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมการทดสอบต้องรีบแจ้งให้ผู้วิจัยทราบโดยทันที เพื่อที่ผู้วิจัยจะทำการรับผิดชอบในการส่งต่อ ณ สถานพยาบาลและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จากการดูแลรักษา

วิธีการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้เข้าร่วมการวิจัยแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนโดยละเอียดของการดำเนินการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการเข้าร่วมงานวิจัย และแจ้งให้ทราบว่าการตอบรับหรือปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัยจะไม่ส่งใดๆต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้อมูลทุกอย่างของผู้เข้าร่วมการวิจัยถือเป็นความลับและนำไปใช้เพื่อการวิจัยในครั้งนี้เท่านั้น โดยนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวม ทั้งนี้ระหว่างการดำเนินการวิจัยผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถถอนตัวหรือปฏิเสธการร่วมการวิจัยต่อได้ทุกเมื่อ เมื่อต้องการโดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่ส่งผลต่อผู้เข้าร่วมการวิจัยและครอบครัว

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ข้อมูลต่างๆของท่านจะถูกเก็บเป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับการดูแลและผู้ตรวจสอบ *(อาจารย์ ดร. คนางค์ ศรีหิรัญ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)* และคณะกรรมการการพิจารณาจริยธรรมหากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว**เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่**

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

เลขที่โครงการวิจัย.....036.1/59.....
วันที่รับรอง.....- 7 เม.ย. 2559.....
วันหมดอายุ.....- 6 เม.ย. 2560.....

ภาคผนวก ค

เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยการศึกษาที่2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

AF 04-07

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยสำหรับการศึกษาที่ 2

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

ชื่อผู้วิจัย นายอธิวัฒน์ สายทอง ตำแหน่ง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนน พระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

(ที่บ้าน) 1000/24 ถ.วิเชียรโชฎก ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000

โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) 02-2181032 โทรศัพท์ที่บ้าน 034-820904

โทรศัพท์มือถือ 087-5306658 E-mail : athiwat_88@hotmail.com

เรียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยช่วงเวลาที่แตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยช่วงเวลาที่แตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59
วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559
วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

<u>การศึกษาที่ 2</u> ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลายปีการศึกษา 2558 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 48 คน

กระบวนการวิจัย

ผู้วิจัยขอชี้แจงวัตถุประสงค์ขั้นตอนของการเก็บข้อมูล และชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินดีจะเข้าร่วมการทดลอง ยินยอมตอบแบบสอบถามและเข้าร่วมการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์ ซึ่งเป็น[redacted]เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย

V 2.4/2558

AF 04-07

ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างลงนามยินยอมการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์ หากกลุ่มตัวอย่างท่านใดผ่านเกณฑ์การคัดกรองการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการวิจัย ผู้วิจัยจะอธิบายขั้นตอนการวิจัยโดยละเอียด บอกให้ทราบถึงประโยชน์ของการเข้าร่วมการวิจัยและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินดีที่จะเข้าร่วมการวิจัยผู้วิจัยจะให้ลงนามยินยอมการเข้าร่วมการวิจัย กรณีที่กลุ่มตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะให้สมุดจดงานเป็นที่ระลึก ระหว่างทำการทดสอบและการฝึกผู้วิจัยจะเป็นผู้ควบคุมการฝึกด้วยตนเองทุกครั้ง และมีผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่ช่วยควบคุมการฝึกเป็นนิสิตระดับปริญญามหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 คนที่ได้การฝึกอบรมการใช้เครื่องมืออุปกรณ์การฝึกที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้จากผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยระยะเวลา 3 วันก่อนการทดสอบกลุ่มตัวอย่างต้องไม่ออกกำลังกายอย่างหนัก หรือฝึกกล้ามเนื้อขาทุกรูปแบบ และระหว่างทำการทดสอบและการฝึกกลุ่มตัวอย่างจะต้องสวมชุดออกกำลังกายและสวมรองเท้าผ้าใบสำหรับออกกำลังกายทุกครั้ง ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างจะต้องเป็นผู้เตรียมชุดออกกำลังกายและรองเท้าผ้าใบสำหรับออกกำลังกายด้วยตนเอง

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย

1. นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง อายุ 18 – 22 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคปลายปีการศึกษา 2558
2. เป็นผู้ที่ไม่มีการบาดเจ็บทางร่างกายและไม่มีโรคประจำตัว
3. เป็นผู้ที่มีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ที่มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 เท่า
4. กลุ่มตัวอย่างจะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยอื่น หรือฝึกกล้ามเนื้อขา เสริมทุกรูปแบบ

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่ประสงค์ร่วมการทดลองอีกต่อไป
2. ผู้เข้าร่วมการทดลอง ขาดการเข้าร่วมการทดลองมากกว่า 3 ครั้ง จากจำนวนครั้งการทดลองทั้งหมด 12 ครั้ง

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59
วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559
วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว จำนวน 12 คน

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ จำนวน 12 คน

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ จำนวน 12 คน

กลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ จำนวน 12 คน

2. กลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบตัวแปรที่ทำการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ก่อนเริ่มการทดลอง 1 สัปดาห์ ได้แก่ พลังสูงสุด พลังอดทน

3. ก่อนเริ่มต้นการฝึกในแต่ละครั้งกลุ่มตัวอย่างต้องทำการอบอุ่นร่างกาย โดยปั่นจักรยานเป็นเวลา 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อขาเป็นเวลา 10 นาที เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทดลอง และป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

4. ก่อนเริ่มแต่ละชุดการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศกลุ่มตัวอย่างต้องฝึกด้วยการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายก่อนเสมอ ด้วยท่าย่อเข่าค้างทำมุม 135 องศา (Quarter squat) ที่ความถี่ 45 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 4 มิลลิเมตร ตามช่วงระยะเวลาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายที่กำหนดไว้ของแต่ละกลุ่มทดลอง (ยกเว้นกลุ่มทดลองที่ 1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว)

5. กลุ่มตัวอย่างฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศทันที โดยไม่เว้นช่วงพักหลังจากการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ด้วยท่าย่อตัวที่มุมข้อเข่า 90 องศา (Half squat) ตามโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่กำหนดดังตารางที่ 1

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59
วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559
วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

ตารางที่ 1 แสดงโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

โปรแกรมฝึก	สัปดาห์ที่ 1-3	สัปดาห์ที่ 4-6
ความหนัก	ผลจากการศึกษาที่ 1	ผลจากการศึกษาที่ 1
จำนวนครั้ง	10 - 15 ครั้ง	15 - 20 ครั้ง
จำนวนชุด	3 ชุด	3 ชุด
เวลาพัก	3 นาที	4 นาที
จังหวะของการยก	เร็วอย่างต่อเนื่อง	เร็วอย่างต่อเนื่อง
ความถี่ของการฝึก	2 ครั้งต่อสัปดาห์	2 ครั้งต่อสัปดาห์

3. หลังจากการฝึกแต่ละครั้งผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างยืดเหยียดกล้ามเนื้อขาเป็นเวลา 10 นาที อีกครั้งเพื่อลดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง

4. กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มเข้ารับการฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทำการฝึก สัปดาห์ละ 2 ครั้ง แต่ละครั้งของรอบการฝึกห่างกัน 72 ชั่วโมง โดยทำการฝึกในวันจันทร์และวันพฤหัสบดี หรือในวันอังคารและวันศุกร์ หรือในวันพุธและวันเสาร์ ช่วงเวลา 09.00 – 17.00 น. ที่ห้องศูนย์ทดสอบวิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แต่ละครั้งของการฝึกใช้เวลา 40 นาที

5. กลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบตัวแปรที่ทำการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ภายหลังจากการสิ้นสุดการทดลองแล้ว 1 สัปดาห์ ได้แก่ พลังสูงสุด พลังอดทน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและได้รับคำแนะนำการออกกำลังกายด้วยการฝึกแรงต้านจากผลการทดสอบของตนเองจากผู้วิจัย

2. ทำให้ทราบผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยช่วงเวลาที่แตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

3. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการฝึกด้วยแรงต้านเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสำหรับนักกีฬาต่อไป

อันตรายหรือความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น

ระหว่างการฝึกและการทดสอบอาจเกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อได้ และอาการดังกล่าวจะดีขึ้นหลังจากพักการฝึกและการทดสอบ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืดเหยียดคลายกล้ามเนื้อหลังการฝึกและการทดสอบทุกครั้งเพื่อลดอาการเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น หากพบว่า ขณะทำการทดสอบและการฝึกผู้เข้าร่วมการทดลองมีอาการบาดเจ็บ จะให้หยุดการทดสอบและผู้วิจัยจะประเมินอาการเบื้องต้น กรณีที่มีการบาดเจ็บเล็กน้อยผู้วิจัยจะให้การปฐมพยาบาลเบื้องต้น หากมีอาการบาดเจ็บที่รุนแรง ผู้วิจัยจะนำส่งสถานพยาบาลโดยทันที ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมการทดสอบต้องรีบแจ้งให้ผู้วิจัยทราบโดยทันที เพื่อที่ผู้วิจัยจะทำการรับผิดชอบในการส่งต่อ ณ สถานพยาบาลและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จากการดูแลรักษา

วิธีการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้เข้าร่วมการวิจัยแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนโดยละเอียดของการดำเนินการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการเข้าร่วมงานวิจัย และแจ้งให้ทราบว่าการตอบรับหรือปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัยจะไม่ส่งใดๆต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้อมูลทุกอย่างของผู้เข้าร่วมการวิจัยถือเป็นความลับและนำไปใช้เพื่อการวิจัยในครั้งนี้เท่านั้น โดยนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวม ทั้งนี้ระหว่างการดำเนินการวิจัยผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถถอนตัวหรือปฏิเสธการร่วมการวิจัยต่อได้ทุกเมื่อ เมื่อต้องการโดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่ส่งผลต่อผู้เข้าร่วมการวิจัยและครอบครัว

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59
วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559
วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ข้อมูลต่างๆของท่านจะถูกเก็บเป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับการดูแลและผู้ตรวจสอบ อาจารย์ ดร. คนางค์ ศรีหิรัญ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณะกรรมการการพิจารณาจริยธรรมหากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

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

เลขที่โครงการวิจัย 036-1/59

วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559

วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

ภาคผนวก ง
แบบสอบถามคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รหัส..... วันที่.....

แบบสอบถามคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย✓ลงใน ☐ หน้าข้อความที่เลือกและเติมข้อมูลในช่องว่างให้ตรงกับความเป็นจริง

1. ท่านมีเพศกำเนิดเป็นเพศใด

   ☐ เพศชาย

   ☐ เพศหญิง

2. ท่านอายุ.....ปี

3. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

   ☐ ไม่มีโรคประจำตัว

   ☐ มีโรคประจำตัว โปรดระบุ.....

4. ขณะนี้ท่านมีอาการบาดเจ็บทางร่างกายหรือไม่

   ☐ ไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกาย

   ☐ มีอาการบาดเจ็บทางร่างกาย โปรดระบุ.....

5. ขณะนี้ท่านเป็นกลุ่มตัวอย่างหรือเข้าร่วมงานวิจัยอื่นใดอยู่หรือไม่

   ☐ ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างหรือเข้าร่วมงานวิจัยอื่นใดอยู่

   ☐ เป็นกลุ่มตัวอย่างหรือเข้าร่วมงานวิจัยอื่นใดอยู่

6. ท่านมีความสมัครใจและยินดีเข้าร่วมการวิจัยหรือไม่

   ☐ สมัครใจ

   ☐ ไม่สมัครใจ

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59

วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559

วันหมดอายุ.....

ภาคผนวก จ
หนังสือยินยอมเข้าร่วมการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

AF05-07

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการประเมินความแข็งแรงสัมพัทธ์ซึ่งเป็นเกณฑ์คัดเข้า

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

ชื่อผู้วิจัย นายอธิวัฒน์ สายทอง

ที่อยู่ที่ติดต่อ 1000/24 ถ.วิเชียรโชฎก ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000 โทรศัพท์ 087-5306658

ข้าพเจ้า **ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย** รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัยจนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอม เข้ารับการทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ ซึ่งได้จากค่าการทดสอบความแข็งแรงสัมบูรณ์หารด้วยน้ำหนักตัว ทำการทดสอบด้วยเครื่อง Keiser A-300 squat โดยทดสอบด้วยท่าย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา (Half squat) ต้านกับน้ำหนักที่กำหนดไว้ที่ตัวเครื่องจนไม่สามารถทำต่อได้ ซึ่งน้ำหนักที่กำหนดในการทดสอบข้าพเจ้าเป็นผู้ประมาณการว่าจะสามารถต้านได้ 4-8 ครั้ง การทดสอบนี้ใช้เป็นเกณฑ์การคัดเข้าเท่านั้น ทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 20 นาที

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น ไม่มีผลกระทบต่อ ผลต่อการศึกษาและผลต่อการเรียน

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 **E-mail: eccu@chula.ac.th**

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59

วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559

วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

V.2.4/2558

AF05-07

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้วิจัยหลัก

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....
(อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

เลขที่โครงการวิจัย 036-1.59
วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559
วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

V.2.4/2558

ภาคผนวก ฉ

หนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัยการศึกษาที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

AF05-07

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยการศึกษาที่ 1

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เฉพาะที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

ชื่อผู้วิจัย นายอธิวัฒน์ สายทอง

ที่อยู่ที่ติดต่อ 1000/24 ถ.วิเชียรโชฎก ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000 โทรศัพท์ 087-5306658

ข้าพเจ้า **ได้รับทราบ**รายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัยจนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึง**สมัครใจ**เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอม เข้ารับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกัน ตามรูปแบบการทดลองทั้ง 11 ครั้ง *ครั้งละ 30 นาที* สัปดาห์ละ 3 ครั้ง *โดยระยะเวลาในการทดลองแต่การทดลองจะห่างกัน 48 ชั่วโมง* ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ของแต่ละสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ช่วงเวลา 09.00 – 17.00 น. ที่ห้องศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้าพเจ้า**มีสิทธิ**ถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น ไม่มีผลกระทบต่อ ผลต่อการศึกษาและผลต่อการเรียน

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะ**เก็บรักษาเป็นความลับ** โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 **E-mail: eccu@chula.ac.th**

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ณ วันนี้ ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

เฉพาะที่โครงการวิจัย 036.1/59

วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559

วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

V.2.4/2558

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้วิจัยหลัก

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....
(อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59
วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559
วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

ภาคผนวก ช

หนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัยการศึกษาที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

AF05-07

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยการศึกษาที่ 2

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ

ชื่อผู้วิจัย นายอธิวัฒน์ สายทอง

ที่อยู่ที่ติดต่อ 1000/24 ถ.วิเชียรโชฎก ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000 โทรศัพท์ 087-5306658

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัยจนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอม เข้ารับการทดสอบพลังสูงสุด และพลังอดทนก่อนเริ่มโปรแกรมการฝึก 1 สัปดาห์ และทดสอบอีกครั้งหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึก 1 สัปดาห์ และเข้ารับการฝึกการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ทำการฝึกครั้งละ 10 นาที เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง แต่ละครั้งของรอบการฝึกห่างกัน 72 ชั่วโมง โดยทำการฝึกในวันจันทร์และวันพฤหัสบดี หรือในวันอังคารและวันศุกร์ หรือในวันพุธและวันเสาร์ ช่วงเวลา 09.00 – 17.00 น. ที่ห้องศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น ไม่มีผลกระทบต่อ ผลต่อการศึกษาและผลต่อการเรียน

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 **E-mail: eccu@chula.ac.th**

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

เลขที่โครงการวิจัย 036.1/59

วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559

ขั้นหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

V.2.4/2558

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้วิจัยหลัก

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....
(อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

เลขที่โครงการวิจัย 036-1/59
วันที่รับรอง - 7 เม.ย. 2559
วันหมดอายุ - 6 เม.ย. 2560

ภาคผนวก ซ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

และผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง

ของวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการพัฒนากีฬา คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2. อาจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสสมุทรสาคร
3. อาจารย์เอกวิทย์ แสวงผล	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกรุงเทพ
4. อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพาณิช	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. อาจารย์ ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการส่งเสริมสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๐๔

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ แขวงวังใหม่ กทม. ๑๐๓๓๐

๒๔ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. โปรแกรมการฝึก

ด้วย นายอธิวัฒน์ สายทอง นิสิตระดับมหาบัณฑิต ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ" (EFFECTS OF DURATION ON WHOLE-BODY VIBRATION AND PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR POWER) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)
คณบดี

หน่วยจัดการศึกษา งานวิชาการและวิจัย
โทร.๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐
โทรสาร ๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๐๔

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ แขวงวังใหม่ กทม. ๑๐๓๓๐

๒๘ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. โปรแกรมการฝึก

ด้วย นายอธิวัฒน์ สายทอง นิสิตระดับมหาบัณฑิต ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ” (EFFECTS OF DURATION ON WHOLE-BODY VIBRATION AND PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR POWER) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)
คณบดี

หน่วยจัดการศึกษา งานวิชาการและวิจัย
โทร.๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐
โทรสาร ๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๐๔

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ แขวงวังใหม่ กทม. ๑๐๓๓๐

๒๘ มกราคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์เอกวิทย์ แสวงผล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. โปรแกรมการฝึก

ด้วย นายอธิวัฒน์ สายทอง นิสิตระดับมหาบัณฑิต ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ" (EFFECTS OF DURATION ON WHOLE-BODY VIBRATION AND PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR POWER) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)
คณบดี

หน่วยจัดการศึกษา งานวิชาการและวิจัย
โทร.๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐
โทรสาร ๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน หน่วยจัดการศึกษา งานวิชาการและวิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา โทร. ๘๑๐๒๔
ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔(วช)/๐๗๐ **วันที่** ๒๗ มกราคม ๒๕๕๙
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพาณิช

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. โปรแกรมการฝึก

ด้วย นายอธิวัฒน์ สายทอง นิสิตระดับมหาบัณฑิต ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ" (EFFECTS OF DURATION ON WHOLE-BODY VIBRATION AND PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR POWER) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน หน่วยจัดการศึกษา งานวิชาการและวิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา โทร. ๘๑๐๒๔
ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔(วช)/๐๗๐ **วันที่** ๒๗ มกราคม ๒๕๕๙
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ

สิ่งที่สิ่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. โปรแกรมการฝึก

ด้วย นายอธิวัฒน์ สายทอง นิสิตระดับมหาบัณฑิต ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ” (EFFECTS OF DURATION ON WHOLE-BODY VIBRATION AND PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR POWER) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC)

<u>การศึกษาที่ 1</u> ศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ด้วยความหนักที่แตกต่างกัน

เนื้อหา	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					เฉลี่ย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
แบบท่าทางการฝึก						
1. ยืนแยกเท้าความกว้างเท่าช่วงไหล่ย่อตัวลงให้ข้อเข่าทำมุม 135 องศา และดันตัวขึ้นยืนตรง (Quarter squat)	1	1	1	1	1	1.00
ความหนักของโปรแกรมฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ						
1. ความหนัก 15% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	0	-1	1	1	1	0.40
2. ความหนัก 20% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	0	1	1	1	1	0.80
3. ความหนัก 25% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	1	-1	1	1	1	0.60
4. ความหนัก 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	1	1	1	1	1	1.00
โปรแกรมฝึก						
1. จำนวนครั้งต่อชุดของการฝึก จำนวน 3 ครั้ง	0	1	1	1	1	0.80
2. จำนวนชุดของการฝึก จำนวน 1 ชุด	0	1	1	1	1	0.80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เนื้อหา	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					เฉลี่ย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
3. จังหวะที่ใช้ฝึก เร็วที่สุดหรือแรงระเบิด	1	1	1	1	1	1.00
รวมเฉลี่ย						0.80

การศึกษาที่ 2 ศึกษาผลของการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายด้วยระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

เนื้อหา	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					เฉลี่ย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
โปรแกรมการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย						
1. แบบท่าทาง ยืนย่อตัวค้างให้ข้อเข่าทำมุม 135 องศา (Quarter squat)	1	1	1	1	1	1.00
2. ความถี่ของการสั่น 45 เฮิรตซ์	1	1	1	1	1	1.00
3. แอมพลิจูดของการสั่น 4 มิลลิเมตร	1	1	1	1	1	1.00
ระยะเวลาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย						
1. ระยะเวลาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย 15 วินาที	1	1	1	1	1	1.00
2. ระยะเวลาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย 30 วินาที	1	1	1	1	1	1.00

เนื้อหา	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					เฉลี่ย
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
3. ระยะเวลาการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย 45 วินาที	1	1	1	1	1	1.00
โปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ						
1. ความหนัก ผลจากการศึกษาที่ 1	1	1	1	1	1	1.00
2. จำนวนครั้งต่อชุดการฝึก 20 ครั้ง	0	0	1	1	1	0.60
3. จำนวนชุดของการฝึก 3 ชุด	1	1	1	1	1	1.00
4. ระยะเวลาพักระยะชุดการฝึก 4 นาที	1	0	1	1	1	0.80
5. จังหวะที่ใช้ฝึก เร็วอย่างต่อเนื่อง	1	1	1	1	1	1.00
6. ความถี่ของการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (วันจันทร์และวันพฤหัสบดี)	1	1	1	1	1	1.00
รวมเฉลี่ย						0.95

ความคิดเห็นเพิ่มเติมและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ

1. การศึกษาที่ 1 ควรเพิ่มการหาน้ำหนักในช่วง 30-60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม
2. ท่าฝึกทั้งการศึกษาที่ 1 ควรปรับจากเดิมที่ใช้ท่าย่อตัวให้เข่าทำมุม 135 องศา (Quarter squat) เป็นท่าย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา (Half squat) ขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ
3. ในการศึกษาที่ 2 ควรปรับโปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศให้มีความหนักเพิ่มขึ้นโดยให้เพิ่มความหนัก หรือเพิ่มจำนวนครั้งให้มากขึ้นในแต่ละรอบการฝึกในสัปดาห์ที่ 4-6
4. การศึกษาที่ 2 ควรเพิ่มตัวแปรการศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความอดทนของกล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฌ
การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ

วัดมุมองศา

ท่าเริ่มต้น

ท่าปฏิบัติ

ท่าสิ้นสุด

เครื่องมือ : เครื่อง Keiser A-300 squat

วิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างยืนบนเครื่องฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศแล้วย่อตัวลงในท่าสควอทให้ข้อเข่าทำมุม 90 องศา (Half squat) โดยวัดมุมองศาด้วยเครื่องวัดมุม (Goniometer)

2. เมื่อวัดมุมองศาข้อเข่าได้ 90 องศาแล้ว ปรับแกนกั้นระดับคานพาดบ่าให้อยู่ในตำแหน่งที่ข้อเข่าทำมุม 90 องศา เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวเกินมุมองศาขณะฝึก

3. เริ่มต้นการฝึกด้วยการยืนตรงบนเครื่องฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ แล้วเริ่มปฏิบัติด้วยการย่อตัวลงให้ข้อเข่าทำมุม 90 องศา (Half squat) แล้วยืนตรงในท่าเริ่มต้นอีกครั้งเป็นอันสิ้นสุดท่าฝึกในแต่ละครั้งของการปฏิบัติ (ใช้ความหนักของการฝึกที่ 35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม)

4. ปฏิบัติตามข้อ 4 โดยทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศดังนี้

ตาราง แสดงโปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ สัปดาห์ที่ 1 – 3

ความหนัก	35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม *
จำนวนครั้ง	10 - 15 ครั้ง
จำนวนชุด	3 ชุด
เวลาพัก	3 นาที
จังหวะของการยก	เร็วอย่างต่อเนื่อง
ความถี่ของการฝึก	2 ครั้งต่อสัปดาห์

ตาราง แสดงโปรแกรมการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ สัปดาห์ที่ 4 – 6

ความหนัก	35 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม *
จำนวนครั้ง	15 - 20 ครั้ง
จำนวนชุด	3 ชุด
เวลาพัก	4 นาที
จังหวะของการยก	เร็วอย่างต่อเนื่อง
ความถี่ของการฝึก	2 ครั้งต่อสัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ญ
การสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

เครื่องมือ : เครื่อง Power plate Pro5 Silver

วิธีการ

1.ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างยืนด้วยท่าย่อตัวค้างให้ข้อเข่าทำมุม 135 องศา (Quarter squat) บนเครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย โดยวัดมุมองศาด้วยเครื่องวัดมุม (Goniometer) และจัดระเบียบท่าทางของร่างกายด้วยการรักษาระนาบของหลังให้อยู่ในแนวตรงและเหยียดแขนตรงจับที่จับของเครื่องขณะสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (ขณะทำการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย กลุ่มตัวอย่างจะต้องสวมรองเท้าผ้าใบเสมอ)

2.เมื่อปรับมุมองศาของข้อเข่าและระเบียบท่าทางของร่างกายเรียบร้อยทำการสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย ด้วยความถี่ 45 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 4 มิลลิเมตร และระยะเวลาเป็นไปตามแต่ละกลุ่มทดลองที่กำหนดไว้ ดังนี้

*กลุ่มที่1 การฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ เพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่2 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 15 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่3 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 30 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

กลุ่มที่4 การสั่นสะเทือนทั้งร่างกายระยะเวลา 45 วินาที ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฎ
แบบทดสอบความแข็งแรงสัมบูรณ์และความแข็งแรงสัมพัทธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบทดสอบความแข็งแรงสัมบูรณ์และความแข็งแรงสัมพัทธ์

วัดมุมองศา

ท่าเริ่มต้น

ท่าปฏิบัติ

ท่าสิ้นสุด

เครื่องมือ : เครื่อง Keiser A-300 squat

วิธีการ

1. ผู้วิจัยจะให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองประมาณน้ำหนักที่น่าจะสามารถต้านได้ 4 – 8 ครั้ง

2. วัดมุมองศาข้อเข่าด้วยท่าย่อตัวโดยใช้ Goniometer ให้ได้ 90 องศา

3. จัดท่าเริ่มต้นด้วยการยืนตรงบน เครื่อง Keiser A-300 squat

4. จากนั้นให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองทำท่าย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา ต้านกับน้ำหนักที่เลือกไว้ โดยทำท่าย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา (Half squat; มุมที่ใช้ในการฝึก) ไปจนกว่าจะไม่สามารถทำได้

5. นำจำนวนครั้งที่ทำได้และน้ำหนักที่ต้านมาแทนลงในสมการ

1 RM = (weight lifted) / [1.0278 – (repetitions x 0.0278)] (Brzycki, 1993)

(ค่าที่ได้คือค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์)

6. นำค่า 1 RM ที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ของผู้เข้าร่วมการทดลองจึงจะได้ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของผู้ที่เข้าร่วมการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฏ
แบบทดสอบพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบทดสอบพลังสูงสุดในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump

1.วัดมุมองศา

2. กั้นระยะต่ำสุดการเคลื่อนไหว

3.ท่าเตรียม

4. ท่าปฏิบัติ

5. ท่าปฏิบัติ

6. ท่าสิ้นสุด

เครื่องมือ : FT 700 Power Cage (ประกอบด้วยบาร์เบลน้ำหนัก 200 กรัม, สายสริง, แท่นวัดแรง และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Mearusement System)

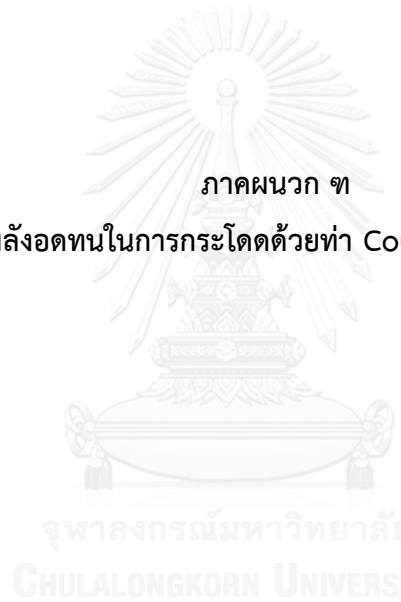
วิธีการ

1. วัดมุมองศาข้อเข่าด้วยท่าย่อตัวโดยใช้ Goniometer ให้ได้ 90 องศา และกั้นระยะต่ำสุดของการกระโดดด้วยยางเพื่อให้ผู้ทดสอบทราบระยะต่ำสุดของการเคลื่อนที่ขณะทดสอบด้วยการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump

2. จัดท่าเริ่มต้นด้วยการยืนตรงบนแท่นวัดแรง โดยใช้มือทั้ง 2 ข้างจับบาร์เบลไว้ตลอดการทดสอบ (บาร์เบลวางไว้ที่ตำแหน่งบริเวณหลังในแนวระนาบของไหล่ทั้ง 2 ข้าง)

3. ทำการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ที่มุมข้อเข่า 90 องศา (Half squat jump) ต่อเนื่องจำนวน 3 ครั้ง

4. นำค่าสูงสุดขณะทดสอบด้วยการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ของพลังแรง และความเร็ว เป็นข้อมูลในการวิจัย ได้แก่ พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด



ภาคผนวก ฑ

แบบทดสอบพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบทดสอบพลังอดทนในการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump

1. วัดมุมองศา

2. กั้นระยะต่ำสุดการเคลื่อนไหว

3. ท่าเตรียม

4. ท่าปฏิบัติ

5. ท่าปฏิบัติ

6. ท่าสิ้นสุด

เครื่องมือ : FT 700 Power Cage (ประกอบด้วยบาร์เบลน้ำหนัก 200 กรัม, สายสริง, แท่นวัดแรง และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Ballistic Mearusement System)

วิธีการ

1. วัดมุมองศาข้อเข่าด้วยท่าย่อตัวโดยใช้ Goniometer ให้ได้ 90 องศา และกั้นระยะต่ำสุดของการกระโดดด้วยยางเพื่อให้ผู้ทดสอบทราบระยะต่ำสุดของการเคลื่อนที่ขณะทดสอบด้วยการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump

2. จัดท่าเริ่มต้นด้วยการยืนตรงบนแท่นวัดแรง โดยใช้มือทั้ง 2 ข้างจับบาร์เบลไว้ตลอดการทดสอบ (บาร์เบลวางไว้ที่ตำแหน่งบริเวณหลังในแนวระนาบของไหล่ทั้ง 2 ข้าง)

3. ทำการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ที่มุมข้อเข่า 90 องศา (Half squat jump) ต่อเนื่องจำนวน 30 ครั้ง

4. นำค่าสูงสุดขณะทดสอบด้วยการกระโดดด้วยท่า Counter movement jump ของพลังแรง และความเร็ว ทั้ง 30 ครั้งมาเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิจัย ได้แก่ค่า พลังสูงสุดเฉลี่ย แรงสูงสุดเฉลี่ย และความเร็วสูงสุดเฉลี่ย

ภาคผนวก ฒ
แบบทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1. ท่าเตรียม

2.ท่าปฏิบัติ

3. ท่าสิ้นสุด

เครื่องมือ : เครื่องไอโซไคเนติก (Isokinetic machine) ยี่ห้อ CON-TREX รุ่น PHYSIOMED

วิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างนั่งลงบนเครื่องทดสอบ โดยปรับตำแหน่งเบาะนั่งและพนักพิงให้มีความรู้สึกสบาย

2. ปรับความเร็วของเครื่องทดสอบ โดยใช้ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที

3. ออกแรงเตะขาด้วยแรงพยายามสูงสุด ด้วยท่างอเข่า (Knee flexion) และท่าเหยียดเข่า (Knee extension) ต่อเนื่อง 6 ครั้ง

4. นำค่าสูงสุดของทอร์กขณะทดสอบด้วยการออกแรงเตะขาด้วยท่าด้วยท่างอเข่า และท่าเหยียดเข่า เป็นข้อมูลในการวิจัย ได้แก่ ทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และทอร์กสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ณ
แบบทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบทดสอบความอดทนแรงของกล้ามเนื้อ

1. ท่าเตรียม

2.ท่าปฏิบัติ

3. ท่าสิ้นสุด

เครื่องมือ : เครื่องไอโซไคเนติก (Isokinetic machine) ยี่ห้อ CON-TREX รุ่น PHYSIOMED

วิธีการ

1. กลุ่มตัวอย่างนั่งลงบนเครื่องทดสอบ โดยปรับตำแหน่งเบาะนั่งและพนักพิงให้มีความรู้สึกสบาย

2. ปรับความเร็วของเครื่องทดสอบ โดยใช้ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที

3. ออกแรงเตะขาด้วยแรงพยายามสูงสุด ด้วยท่างอเข่า (Knee flexion) และท่าเหยียดเข่า (Knee extension) ต่อเนื่อง 30 ครั้ง

4. นำค่าสูงสุดของพลัง ขณะทดสอบด้วยการออกแรงเตะขาด้วยท่าด้วยท่างอเข่า และท่าเหยียดเข่า ทั้ง 30 ครั้งมาเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิจัย ได้แก่ค่า พลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และพลังสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้องอเข่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ด
แบบท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

วิธีการ

1.ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ก้น ต้นขาด้านหน้า ต้นขาด้านหลัง และน่อง รวมเป็นจำนวน 10 ท่า ใช้เวลา 10 นาที

2.แต่ละท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้ยืดแบบคงค้างไว้ 10 วินาที ทำสลับทั้งขาซ้ายและขวา เท่ากับ 1 ชุด

3.ยืดเหยียดท่าละ 3 ชุด รวมทำการยืด ท่าละ 1 นาที

ท่าที่ 1

ท่าที่ 2

ท่าที่ 3

ท่าที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ท่าที่ 5

ท่าที่ 6

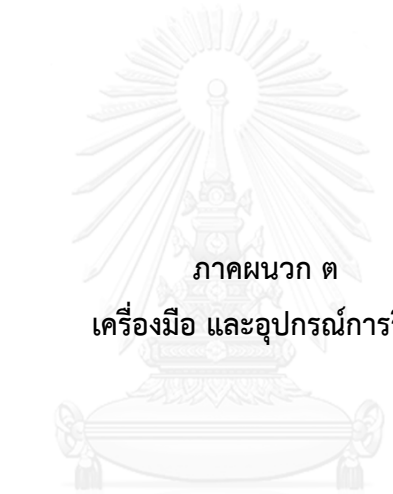
ท่าที่ 7

ท่าที่ 8

ท่าที่ 9

ท่าที่ 10

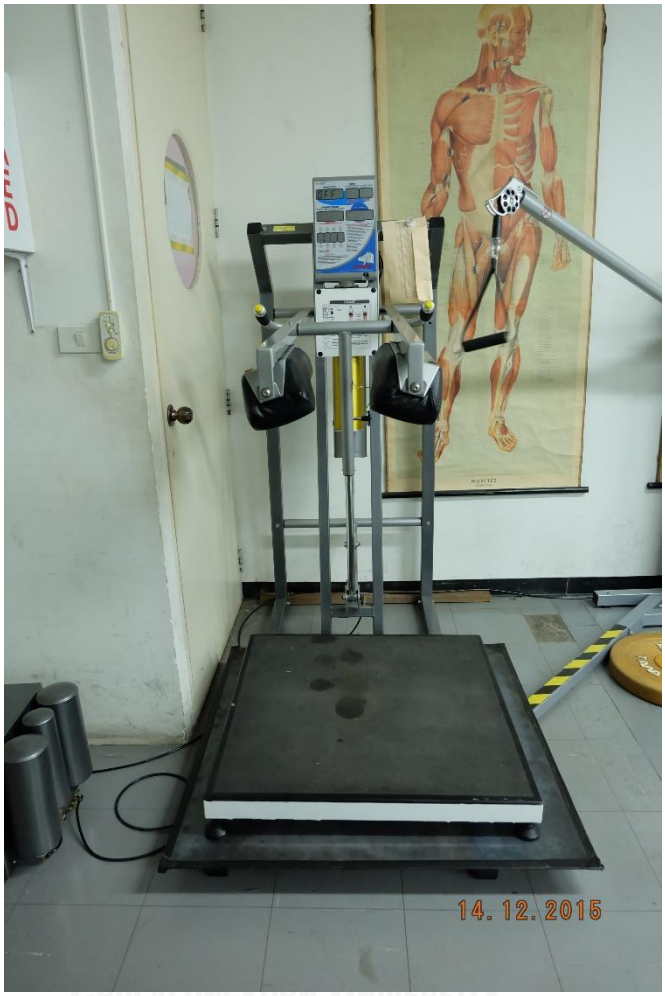
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาคผนวก ต
เครื่องมือ และอุปกรณ์การวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศ



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ยี่ห้อ : Keiser

รุ่น : A-300 squat

คุณสมบัติ

- ความสูง 1727 mm
- ความกว้าง 813 mm
- ความยาว 1524 mm
- น้ำหนัก 442 lbs / 200 kg
- ช่วงแรงต้าน 40 -833 lbs / 18 -378 kg

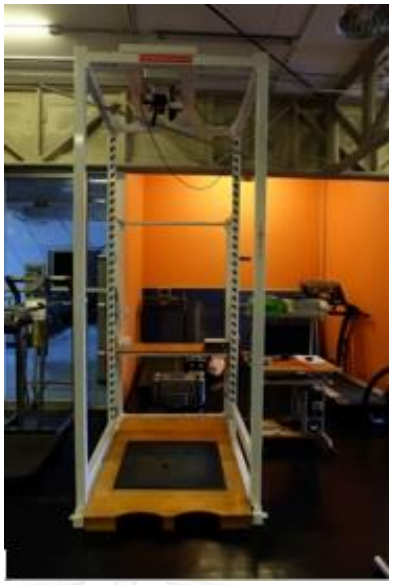
เครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

ยี่ห้อ : Power plate

รุ่น : Power plate Pro5 Silver

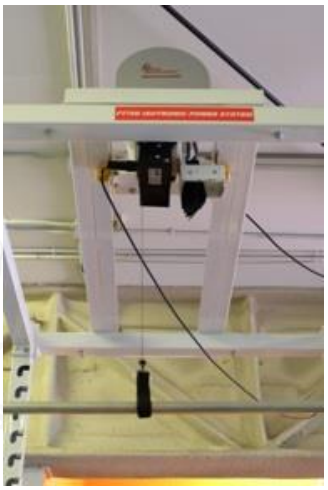
Color	Silver
Maximum Load (Weight)	182 kilograms (400 pounds)
Operation	User-friendly interactive display
Frequency	25 to 50 Hertz (1Hertz increments)
Pre-set Frequency	30, 35, 40 or 50 Hertz
Time Selections	30, 45 or 60 seconds / Up to 9 minutes
Vibration Energy Output	Low or High
Dimensions (W×D×H)	87×107×156 cm (34×42×61")
Surface Plate (Dimensions W×D)	84×84 cm (33×33")
Weight	150 kilograms (330 pounds)
Power Supply	90-260 VAC, 50/60 Hertz, Universal Voltage
Nominal Power	.35 kw (in operation)
Certifications	CE and EMC (TUV certified); RoHS/WEEE compliant; IFI accredited

เครื่องทดสอบกำลัง FT 700 Power Cage



ประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ชิ้นที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

บาร์เบลน้ำหนัก 200 กรัม



สายสริง

แท่นวัดแรง

เครื่องไอโซไคเนติก (Isokinetic machine) ยี่ห้อ PHYSIOMED รุ่น CON-TREX MJ

จักรยานวัดงาน (Ergonometer bicycle) ยี่ห้อ MONARK รุ่น ergomedic 828 E

เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย รุ่น Body composition analyzer ioi 353

เครื่องวัดความดันโลหิต ยี่ห้อ OMRON รุ่น Automatic Blood Pressure HEM-7121

เครื่องวัดมุม

นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ยี่ห้อ POLAR รุ่น FT60

นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Q&Q รุ่น MF01-J001L

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ถ
ใบรับรองการผ่านการอบรมการใช้เครื่องสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

POWER PLATE®

Certificate of Completion

Performance Health Systems
Department of Research, Development, Education & Training
hereby recognises

Athiwat Saitong — August 2015

For Completing the PHS Certified Power Plate Trainer (CPPT): Power Plate Fundamentals — Completion Date

Steve J. Borre
Chairman and CEO
of Kyosay Global LLC

Dr. Rich Colosi DPT, FAFS, FMR
Senior Director Medical Specialties
and Education

Stephen Powell
Director of Global Training
and Education

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอธิวัฒน์ สายทอง เกิดเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2534

ที่อยู่ปัจจุบัน

: 4/105 หมู่ที่3 ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000

ประวัติทางการศึกษา

: สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา

จากโรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ เมื่อปีการศึกษา 2551

: สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2)

จากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2555

: เข้าศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University