ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่ต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด

นายนภัส สังข์ทอง

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 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACUTE EFFECTS DURING PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING USING DIFFERENT INTENSITY ON PEAK POWER, FORCE AND VELOCITY

Mr. Napat Sungthong

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 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่ต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด
โดย	นายนภัส สังข์ทอง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

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

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม)

นภัส สังข์ทอง : ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่ต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด (ACUTE EFFECTS DURING PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING USING DIFFERENT INTENSITY ON PEAK POWER, FORCE AND VELOCITY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 76 หน้า.

วัตถุประสงค์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย ช่วงอายุ 18-25 ปี จำนวน 13 คนและกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5เท่า โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ในการทดลองใช้วิธีถ่วงดุลลำดับโดยจะต้องทำการฝึก 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% มีค่าพลังมากกว่าความหนักที่ 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.ค่าแรงสูงสุดในขณะทำท่า Squat ที่ความหนัก 90% มีค่าแรงมากกว่า ความหนักที่ 15% 30% และ 45% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.ค่าความเร็วสูงสุดในขณะทำท่า Squat ที่ความหนัก 15% มีค่าความเร็วมากกว่า ความหนักที่ 30% 45% 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย ในการฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศในขณะทำท่า Squat ความหนักที่ 15% มีความเหมาะสมที่จะฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ความหนักที่ 90% มีความเหมาะสมที่จะฝึกเพื่อพัฒนาแรงกล้ามเนื้อ และความหนักที่ 15% มีความเหมาะสมที่จะฝึกเพื่อพัฒนาความเร็ว

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2557 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5678313339 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: PNEUMATIC DEVICES / PNEUMATIC RESISTANCE / PEAK POWER / PEAK FORCE / PEAK VELOCITY

NAPAT SUNGTHONG: ACUTE EFFECTS DURING PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING USING DIFFERENT INTENSITY ON PEAK POWER, FORCE AND VELOCITY. ADVISOR: ASST. PROF. CHANINCHAI INTIRAPORN, Ph.D., 76 pp.

The purpose of this study was to study acute effects during pneumatic resistance training using different intensity on peak power, force and velocity. Thirteen male (age 18-25 years old) from Chulalongkorn University were purposively sampled for this study. All subjects underwent six treatments (15% 30% 45% 60% 75% and 90% 1RM) in varying order within six weeks. The obtained data were analyzed in terms of means and standard deviations, one-way analysis of variance with repeated measure and multiple comparison by the bonferroni. The statistical significance of this study was accepted at $p<0.05$ level.

Results of the study showed us that

1. The peak power of muscles would be the most effective of all by doing squats at the load 15%. These also showed that it is more effective than doing 60, 75 and 90% ($p<0.05$).

2.The peak force of muscles would be the most effective of all by doing squats at the load 90%. These also showed that it is more effective than doing 15, 30 and 45% ($p<0.05$)

3. The peak velocity of muscles would be the most effective of all by doing squats at the load 15%. These also showed that it is more higher speed than doing 30, 45, 60, 75 and 90% ($p<0.05$)

In conclusion, this practice with pneumatic training at the load of 15%, is suitable for the peak power training. The load at 90% is also suitable for peak force training and finally, the load at 15%, is suitable for the peak velocity training.

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

Academic Year: 2014 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจนผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด และอาจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาช่วยให้คำแนะนำดูแลเอาใจใส่ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการวิจัยในครั้งนี้ด้วยดี ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยขอคำปรึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์เอกวิทย์ แสวงผล อาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ อาจารย์ ดร.นิรอมลี มะกาเจ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถาวร กมุทศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬาตลอดจนคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

และที่สำคัญขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย พี่ๆ น้องๆ ผู้มีส่วนร่วมช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตลอดจนกำลังใจจากเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือกันตลอด

ด้วยคุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ อีกทั้งผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนตลอดจนสนับสนุนผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

คำสำคัญ 3

สมมุติฐานของการวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 3

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ 6

องค์ประกอบของสมรรถภาพกล้ามเนื้อ 7

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา 10

นิวเมติก (Pneumatic) 12

ความเร่งและแรง (Acceleration and force) 12

เมื่อน้ำหนักในการฝึกมีการเปลี่ยนแปลง 12

ความหนักในการฝึกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

การฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักมากกับการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิด 18
ความหนักและความเร็วสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ 18
ความหนักที่เหมาะสมสำหรับพลังกล้ามเนื้อสูงสุด 19
ระดับความแข็งแรงของนักกีฬา 19
สถานะฝึกของนักกีฬาภายในช่วง 1 ปี 20
การเลือกการออกกำลังการสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ 20
การให้ความสำคัญในการออกแบบโปรแกรมการฝึกสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ 20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21
งานวิจัยในประเทศ 21
งานวิจัยต่างประเทศ 22
กรอบแนวคิด 26
บทที่3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 27
วิธีการดำเนินการวิจัย 27
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 27
เกณฑ์คัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง 27
เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง 28
ขั้นตอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล 28
การเก็บรวบรวมข้อมูล 29
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 30
การวิเคราะห์ข้อมูล 30
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 31
ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย 32

หน้า

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) 33
ตอนที่ 3 กราฟแสดงค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุดและค่าความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 เปอร์เซ็นต์ของ 1 RMของผู้เข้าร่วมการวิจัย 39
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 42
ผลการวิจัยพบว่า 43
อภิปรายผลการวิจัย 43
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 45
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 45
รายการอ้างอิง 46
ภาคผนวก 51
บันทึกข้อความ แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรม 53
ใบรับรองโครงการวิจัย 54
ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย 55
หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย 59
ภาคผนวก ข แบบสอบถามสุขภาพ 60
ภาคผนวก ค โปรแกรมการทดสอบ 63
ภาคผนวก ง วิธีการทดสอบ 65
ภาคผนวก จ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการทดสอบ 68
ภาคผนวก ฉ บันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์ในการยืมสถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัย 71
ภาคผนวก ช อุปกรณ์ในการวิจัย 73
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 76

Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1 Counter balance ของการทดสอบทั้ง 6 การทดลอง 30

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย 32

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุดและค่าความเร็วสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 33

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 34

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM 34

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) ของค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 35

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ในขณะทำท่า Squat ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM 36

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) ของค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RMของผู้เข้าร่วมการวิจัย 37

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM 37

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเตะขาขึ้น-ลง ด้วยความเร็วมากขึ้น คือเตะขึ้น 2 วินาที และเตะลง 2 วินาที จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกของการออกแรง จะเกิดแรงเพิ่มขึ้นมาเล็กน้อยในการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนัก ส่วนเครื่องที่ใช้แรงดันอากาศของ Keiser ไม่ปรากฏการเปลี่ยนแปลง มุมที่เหมาะสมในการออกแรง คือ 60-70 องศา (Flexion) แต่ข้อควรระวังในการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนักคือตอนเริ่มต้นของการออกแรง หัวเข่าอาจได้รับการบาดเจ็บได้ 15

ภาพที่ 2 แสดงการเตะขา ขึ้น-ลง ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นกว่ากราฟที่ 2 คือเตะขึ้น 1 วินาที และลง 1 วินาที จะเห็นได้ชัดว่ากราฟของการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนัก (Weight Stack) และแรงดันอากาศ (Keiser) มีความแตกต่างอย่างชัดเจน โดยการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนักจะเกิดแรงช่วงแรกมากขึ้นถึง 70% 16

ภาพที่ 3 แสดงการเตะขาขึ้น-ลง ด้วยความเร็วมากที่สุด คือ เตะขึ้น ½ วินาที และลง ½ วินาที กราฟของการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนักจะแตกต่างจากการฝึกด้วยแรงดันอากาศอย่างชัดเจน พิสูจน์ได้ถึงกฎของนิวตัน กล่าวคือ ช่วงแรกของการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนักนั้น เมื่อเริ่มยกแผ่นน้ำหนักจะต้องใช้แรงอย่างมากเพื่อสร้างความเร่ง ซึ่งจะทำให้เกิดความเร็วในการยกตามมา แต่ในช่วงหลังแรงต้านจะต่ำลงเมื่อแผ่นน้ำหนักเคลื่อนช้าลงจนหยุด ซึ่งตรงกันข้ามกับการฝึกด้วยแรงดันอากาศ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ไม่ว่าผู้ใช้จะฝึกด้วยความเร็วที่มากขึ้นแค่ไหน แรงที่เกิดขึ้นจะมากที่สุดที่มุม 60-70 องศา ซึ่งเป็นมุมที่เหมาะสมต่อการฝึก และลดอาการบาดเจ็บจากการฝึกที่มีความเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากในการฝึกนักกีฬา 17

ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90%ของ 1 RM 39

ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90%ของ 1 RM 40

ภาพที่ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90%ของ 1 RM..... 41

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

(BAKER, 2001; Haff, Whitley, and Potteiger, 2001; Newton & Kraemer, 1994 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) กล่าวว่าในแต่ละกิจกรรมในการกีฬา พลัง คือสิ่งสำคัญของสมรรถภาพของนักกีฬา (Siegel, Gilders, Staron, and Hagerman, 2002 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) กล่าวว่าพลังคือผลของแรง × ความเร็ว ทั้งสองตัวแปรดังกล่าวจำเป็นจะต้องมีอยู่ในโปรแกรมการฝึกที่จะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ดังนั้นโปรแกรมการฝึกแรงต้านจะต้องทำให้มีการเพิ่มขึ้นของพลังกล้ามเนื้อจะไปช่วยพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพในการกีฬาได้ ต่อมา(Sleivert and Taingahue, 2004 อ้างถึงใน Bevan et al., 2010) กล่าวว่าความสามารถในการเพิ่มระดับของพลังกล้ามเนื้อให้สูงขึ้นคือการให้ความสนใจเกี่ยวกับปัจจัยที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในกิจกรรมต่างๆซึ่งปัจจัยหนึ่งในนั้นคือ ความหนักในการฝึกที่เหมาะสมสามารถพัฒนาระดับของพลังกล้ามเนื้อให้สูงขึ้นเป็นสิ่งที่จำเป็นและต้องให้ความสำคัญเพราะเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลไปสู่ความสำเร็จในหลายๆกิจกรรมกีฬา Kawamori and Haff (2004) กล่าวว่าการฝึกที่ใช้ความหนักที่ดีที่สุดสามารถเพิ่มพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อได้โดยความหนักที่ดีที่สุดจะมีความเฉพาะเจาะจงและมีความแตกต่างกันตามลักษณะการออกกำลังกายซึ่งพลังกล้ามเนื้อเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับนักกีฬา

นอกจากความหนักที่เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อแล้ว วิธีการฝึกด้วยแรงต้านก็เป็นอีกวิธีการฝึกที่ได้รับความนิยมวิธีหนึ่ง โดยวิธีการฝึกด้วยแรงต้านนั้นสามารถเพิ่มความแข็งแรงพลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และการพัฒนาทางการกีฬาได้ ในปัจจุบันวิธีการฝึกด้วยแรงต้านที่สร้างขึ้นจากแรงดันอากาศที่เรียกว่า Pneumatic resistance เป็นวิธีการที่ผู้ฝึกสอนนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับนักกีฬาด้านความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อได้ดีวิธีหนึ่ง ซึ่งการทำงานของแรงต้านชนิดนี้เกิดจากการสร้างแรงต้านโดยใช้แรงดันอากาศมาเป็นแรงต้านในการเคลื่อนไหวทั้งแบบ Concentric และ Eccentric โดยที่แรงดันอากาศยิ่งสูงมากแรงต้านก็ยิ่งมีมาก ซึ่งการเคลื่อนไหวของร่างกายในลักษณะ Concentricและ Eccentric ทำให้แรงที่ได้ทั้งจากการเคลื่อนไหวทั้งสองช่วงนั้นมีความใกล้เคียงกัน และการฝึกโดยใช้แรงดันอากาศจะช่วยทำให้การปรับแรงต้านในขณะเคลื่อนไหวให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของข้อต่อ ตลอดจนจะช่วยชดเชยความเร่งที่เสียไปในการฝึกหรือออกกำลังกายแบบฟรีเวท David M Frost, Cronin, and Newton (2010) และจากงานวิจัยของ (Greg J Wilson, 1994 อ้างถึงใน กฤตมุข หล่าบรรเทา, 2554) ได้กล่าวว่าระบบแรงต้านด้วยแรงดันอากาศจะช่วยทำให้แรงที่เกิดขึ้นระหว่าง Concentric และ Eccentric เกิดแรงขึ้นคงที่ตลอดการ

เคลื่อนไหว David Michael Frost, Cronin, and Newton (2008) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกด้วยแรงดันอากาศอาจจะให้ผลดีกว่าและมีความเฉพาะเจาะจงกว่าการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนัก เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่มีมากกว่า ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อมีค่าสูงขึ้นในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว เพราะมวลของแรงต้านด้วยแรงดันอากาศน้อยกว่าแรงต้านด้วยน้ำหนักในขณะที่ออกกำลังกายในปริมาณที่เท่ากัน จากงานวิจัยของ David Michael Frost et al. (2008) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ Pneumatic และ Free weight ในท่า Bench press ที่ความหนัก 15, 30, 45, 60, 75 และ90% ของ 1 RM พบว่า Pneumatic สามารถช่วยพัฒนาในการฝึกแบบแรงต้านที่ใช้ความหนักที่มากได้ดีกว่า Free weight นอกจากนี้มีงานวิจัยของ Turner, Unholz, Potts, and Coleman (2012) ทำการศึกษาการฝึกที่ความหนักที่ดีที่สุดสำหรับ peak power output (PPO) ซึ่งได้จัดทำขึ้นเพื่อหาปริมาณน้ำหนักที่เพียงพอสำหรับ peak power output , peak barbell velocity (BV) และ peak vertical ground reaction force (VGRF) ขณะทำท่า jump squat (JS) ในนักกีฬารักบี้ระดับอาชีพ ใช้ความหนักในการศึกษาที่ 20-100% ของ 1RM พบว่าความหนักที่ดีที่สุดของ peak power output (PPO) คือ20% ของ 1 RM และจะมีค่าเพิ่มขึ้นก็ต่อเมื่อไม่มีการเพิ่มขึ้นของความหนัก

(Weineck, 1990 อ้างถึงใน ธงทอง ทรงสุภาพ 2554) ได้ทำการวิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำการออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนที่บริเวณข้อต่อต่างๆของขา ได้สรุปผลการทำการวิเคราะห์ว่าพลังกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งมาจากกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่าและกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า จากข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นแนวทางในการเลือกท่าฝึกที่เหมาะสม ท่าฝึกที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกและกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่าได้แก่ ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว(Squat)

จากเหตุผลดังกล่าวเครื่องออกกำลังกายที่ฝึกแรงต้านด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศมีประโยชน์ต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้ออีกทั้งกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเหยียดสะโพกซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อหลักในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งสามารถพัฒนาการฝึกได้ด้วยท่า Squat และเนื่องจากยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาเครื่องออกกำลังกายที่ฝึกแรงต้านด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศในท่า Squat ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกัน ที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด ในท่าสควอท (Squat) ที่ความหนักระหว่าง 15-90% ของ 1 RM ว่ามีผลอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด

2. เพื่อเปรียบเทียบผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด

คำสำคัญ

เครื่องออกกำลังกายแบบแรงดันอากาศ/ แรงต้านจากแรงดันอากาศ/ พลังสูงสุด/ แรงสูงสุด/ ความเร็วสูงสุด

สมมุติฐานของการวิจัย

ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันมีผลต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มการทดสอบในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย ช่วงอายุ 18-25 ปี ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกาย

2. งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง

3. ตัวแปรที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ตัวแปรต้น : ความหนักที่แตกต่างกันขณะฝึกแรงต้านด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ

- แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 15% ของ 1 RM
- แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 30% ของ 1 RM
- แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 45% ของ 1 RM
- แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 60% ของ 1 RM
- แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 75% ของ 1 RM
- แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 90% ของ 1 RM

ตัวแปรตาม : พลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดขณะฝึกแรงต้าน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องออกกำลังกายแบบแรงดันอากาศ (Pneumatic devices) คือ เป็นเครื่องออกกำลังกายที่ให้แรงต้านโดยไม่ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ แต่จะขึ้นอยู่กับแรงดันของอากาศที่สร้างขึ้นบนพื้นที่ที่แรงดันนั้นกดลง

แรงต้านจากแรงดันอากาศ (Pneumatic resistance) คือ ปริมาณน้ำหนักของแรงดันของอากาศที่ใช้เป็นแรงต้านในเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศ

พลังสูงสุด (Peak power) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดงานในระดับสูง

แรงสูงสุด (Peak force) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้มากที่สุดในการหดตัวของกล้ามเนื้อหนึ่งครั้ง

ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด
2. สามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ประโยชน์ในทางการกีฬาและโปรแกรมการฝึกซ้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด จึงได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ
2. องค์ประกอบของสมรรถภาพกล้ามเนื้อ
3. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา
4. นิวเมติก (Pheumatic)
5. ความหนักในการฝึกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ

ในการแข่งขันกีฬานั้นนักกีฬาจำเป็นต้องมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของตน เพื่อใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ของการแข่งขัน ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปตามชนิดกีฬา Bompa and Calcina (1993) ได้สรุปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาไว้ ดังนี้

1. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและในการเปลี่ยนทิศทาง(Landing/reactive power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดนั้น ทักษะในการลงสู่พื้นเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง และมักจะต่อเนื่องกับทักษะของการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดด นักกีฬาจำเป็นจะต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกายในขณะลงสู่พื้น และสามารถที่จะปฏิบัติทักษะที่ตามมานั้นได้อย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดดก็ตาม พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้นจะมีความสำพันธ์กับความสูงของการตกลงสู่พื้นนั้น การลงสู่พื้น จากความสูง 80-100 เซนติเมตรนั้น ข้อเท้าจะต้องรับน้ำหนักประมาณ 6-8 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งในขณะที่ลงสู่พื้นนั้น กล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) นักกีฬาที่ได้รับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้ออย่างดีแล้ว ก็จะสามารถควบคุมร่างกายและแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้นได้ ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นหลังจากนั้นถ้ามีการกระโดดขึ้นในทันทีหรือมีการเปลี่ยนทิศทางกล้ามเนื้อมัดนั้นก็จะหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆ และกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต (Racket)

2. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม-พุ่ง-ขว้าง (Throwing power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ต้องมีการทุ่ม-พุ่ง-ขว้าง อุปกรณ์กีฬาแต่ละชนิดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อเพื่อที่จะสร้างความเร็วให้กับอุปกรณ์กีฬาเหล่านั้นจากจุดเริ่มต้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ และมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้นตลอดระยะทางของการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาชนิดที่จะต้องปล่อยอุปกรณ์ออกไปจากมือเพื่อให้ได้ระยะทางมากที่สุด

3. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power) ในการแข่งขั้นกีฬาหลายชนิดที่ต้อมีการกระโดดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อในลักษณะแรงระเบิด (Explosive) เพื่อให้ประสิทธิภาพของการกระโดดดีที่สุด ซึ่งเป็นการกระโดในขนาดที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงหรือมีการย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้นไป ซึ่งถ้ายิ่งย่อตัวลงมากก็จะต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากเพื่อที่จะออกแรงยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้านักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้าลงและมีผลให้ประสิทธิภาพของการกระโดดลดลงด้วย

4. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ต้องใช้ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่ให้มีผลต่อประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่นั้นๆ สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาที่มีการต่อสู้ การออกอาวุธได้เร็วกว่าย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้ รวมทั้งการเริ่มต้นวิ่งออกจากที่ ยันเท้าของนักวิ่งระยะสั้น ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่าก็จะเริ่มต้นวิ่งได้เร็วกว่า

5. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆ และกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต ที่มีการหลอกล่อคู่ต่อสู้หรือมีการชะลอความเร็วสลับกับการเร่งความเร็วหรือมีการชะลอความเร็วแล้วเปลี่ยนทิศทางต้องการพลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างมากซึ่งกล้ามเนื้อจะมีการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่ง จำเป็นต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากพอ ซึ่งการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้จะเกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อได้ง่าย

6. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมและกีฬาประเภทบุคคลชนิดต่างๆ ทั้งที่แข่งขันกันบนบกและในน้ำ ต่างก็มีสถานการณ์ในการเร่งความเร็วด้วยกันทั้งสิ้น พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อนร่างกายไปข้างหน้าอย่างรวดเร็วหรือสามารถเอาชนะแรงต้านทานของน้ำได้ รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อทั้งหกลักษณะนี้ เป็นคามสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว (Fast twitch fiber)

องค์ประกอบของสมรรถภาพกล้ามเนื้อ

Sharkey and Gaskill (2006) ได้เสนอองค์ประกอบของสมรรถภาพของกล้ามเนื้อไว้ดังนี้

1. ความแข็งแรง (Strength) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อให้ทำงานได้อย่างเต็มที่ในการออกแรงหนึ่งครั้ง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นพื้นฐานที่สำคัญของทุกชนิดกีฬาเพื่อใช้ในการฝึกซ้อมหรือแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้ฝึกสอนควรจะสร้างความแข็งแรงให้เหมาะสมกับทักษะและรูปแบบของชนิดกีฬานั้นๆ ดังนั้นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรคำนึงถึงอันดับแรก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกด้วยน้ำหนักเป็นต้น

2. พลังกล้ามเนื้อ (Power) คือ ความสามรถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดงานในระดับสูง พลังแสดงออกมาให้เห็นในรูปของงานที่ทำ Sharkey and Gaskill (2006) ได้เสนอความสัมพันธ์ของงาน (Work) กับความแข็งแรง (Strength) และอัตราเร็ว (Velocity) ไว้ดังนี้

Work =Force × Distance

Power =Work / Time

Velocity =Distance / Time

ดังนั้น

Power = (Force × Distance) / Time

หรือ

Power =Strength × Velocity

3. ความอดทนของกล้ามเนื้อและพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance and Power endurance)

3.1 ความอดทนของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้ในระยะเวลาที่ยาวนาน โดยปราศจากความอ่อนล้า หรือมีอาการอ่อนล้าน้อยที่สุด แต่ละชนิดกีฬาต้องการความทนทานของกล้ามเนื้อไม่เหมือนกัน ดังนั้นควรมีรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมกับแต่ละชนิดกีฬา

3.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้ในระยะเวลาหนึ่งด้วยความเร็ว เช่น จำนวนครั้งที่นักกีฬาทำได้ในเวลาที่จำกัด กีฬาที่ใช้ความหนักในระดับปานกลางในเวลาที่จำกัด (Medium load over a few minutes) ได้แก่ นักกีฬามวยปล้ำจำเป็นต้องการพลังความทนทานของกล้ามเนื้อในระดับปานกลาง (Medium-term power endurance) กีฬาที่ใช้ความหนักระดับเบาในเวลาที่จำกัด (Light load over a few minutes) ได้แก่นักวิ่งระยะยาว นักปั่นจักรยานระยะไกล เทนนิส ฟุตบอล วอลเล่ย์บอล บาสเก็ตบอล แบดมินตัน เป็นต้น จำเป็นต้องการพลังความอดทนของกล้ามเนื้อที่ยาวนาน (Long-term power endurance) ส่วนการทำงานของกล้ามเนื้อที่ออกแรงในระยะสั้น (Short-put) เช่นการเตะลูกฟุตบอล จังหวะในการตีลูกเทนนิสจำเป็นต้องการความอดทนของกล้ามเนื้อน้อย(Short-term power endurance)

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

4.1 ปฏิกิริยาตอบสนอง หมายถึง ช่วงระยะเวลาระหว่างที่มีการกระตุ้นและปฏิกิริยาตอบสนองครั้งแรกต่อการกระตุ้น ปฏิกิริยาตอบสนองในที่นี้อยู่ภายใต้การควบคุมของอำนาจจิตใจโดยการสั่งการจากระบบประสาทได้รับสิ่งเร้า แล้วสั่งการลงมาที่กล้ามเนื้อ ตัวอย่างเช่น เวลาที่นักกีฬาเบสบอลตีลูกเบสบอล

4.2 ความไว หมายถึง การตอบสนองของสิ่งกระตุ้นในระยะเวลาอันสั้น เช่นในการก้าวเท้าหนึ่งถึงสองก้าว ในกีฬาวอลเล่ย์บอลมีการใช้ความไวมาก เช่น จังหวะในการขึ้นบล็อก การเข้าไปตีลูก

4.3 ความเร็ว หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้โดยใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด

นักกีฬาวิ่งระยะสั้นต้องการทั้งปฏิกิริยาตอบสนอง ความไว และความเร็วที่ดีเพื่อที่จะได้ชัยชนะ แต่ในนักกีฬาวิ่งระยะไกลไม่ต้องการปฏิกิริยาตอบสนอง ความไว ต้องการเพียงแค่การรักษาความเร็วให้คงที่

5. การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาความสมดุลของร่างกายในขณะที่อยู่กับที่และในขณะที่เคลื่อนไหวอยู่ไม่เสียหลัก โซเซหรือวิ่งไม่ตรงทิศทางซึ่งเป็นความสามารถในการทำงานประสานกัน ระหว่างระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อในการทรงตัวแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ

5.1 การทรงตัวอยู่กับในขณะเคลื่อนที่ (Dynamic balance)

5.2 การทรงตัวขณะอยู่กับที่ (Static balance)

6. ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะยืดออกและสามารถหดเข้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่มุมหรือข้อต่อในส่วนต่างๆของร่างกายสามารถที่จะเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นขึ้นอยู่กับความอ่อนตัว ซึ่งความอ่อนตัวนี้สามารถพัฒนาได้จากการฝึกความยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั้นเอง

7. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง การพัฒนาความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อ ความทนทาน ของกล้ามเนื้อพลังความทนทานของกล้ามเนื้อ ปฏิกิริยาตอบสนอง ความไว ความเร็ว ความสมดุลของร่างกาย และความอ่อนตัวให้ดีขึ้น ก็จะส่งผลทำให้ความคล่องแคล่วว่องไวดีขึ้นตามไปด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

Weineck (1990) ได้วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนที่บริเวณข้อต่อต่างๆ ของเขา โดยเรียงลำดับจากกล้ามเนื้อมัดที่ออกแรงมากไปหาน้อยตามลำดับดังนี้

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ประกอบด้วย

-กล้ามเนื้อกลูเตียส แมกซิมัส (Gluteus maximus)

-กล้ามเนื้อแอดดัคเตอร์ แมกนัส (Adductor magnus)

-กล้ามเนื้อเซมิเมมเบรโนซัส (Semimembranosus)

-กล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus)

-กล้ามเนื้อกลูเตียสมีเดียส (Gluteus medius)

-กล้ามเนื้อควอดราตัส ฟีมอรีส (Quadratus femoris)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ประกอบด้วย

-กล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์ ฟีมอรีส (Quadriceps femoris)

-กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส (Rectus femoris)

-กล้ามเนื้อเทนเซอร์ ฟาสเซีย ลาตี (Tensor fasciae latae)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ประกอบด้วย

-กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส (Gastrocnemius)

-กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus)

-กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ ฮอลลูซีส ลองกัส (Flexor hallucis longus)

-กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ ดิจิตอรัม ลองกัส (Flexor dijitorum longus)

-กล้ามเนื้อทิเบียลิส โพสทีเรีย (Tibialis posterior)

-กล้ามเนื้อเพอโรเนียส ลองกัส (Peroneus longus)

-กล้ามเนื้อเพอโรเนียส เบรวิส (Peroneus brevis)

Weineck (1990) ได้สรุปผลจากการวิเคราะห์กล้ามเนื้อว่าในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก มีกล้ามเนื้อ กลูเตียส แมกซิมัส เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งที่มีความแข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือการเหยียดสะโพก ได้แก่ในขณะที่ยกตัวขึ้นสู่ท่ายืนปกติจากท่าย่อตัว ในขณะวิ่ง และในขณะกระโดด ในกลุ่มกล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์ ฟีมอริส เป็นกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและมีความแข็งแรงที่สุดใน

ร่างกาย มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดเข่า ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอริส กล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียลิส กล้ามเนื้อวาสทัส แลทเทอราลิส และกล้ามเนื้อวาสตัส อินเตอร์มีเดียส โดยกล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีสประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่และนอกจากจะทำหน้าที่เหยียดเข่าแล้วยังทำหน้าที่เหยียดสะโพกอีกด้วย ส่วนใหญ่กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้านั้นมีกล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส เป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ มีหน้าที่หลักคือการเหยียดข้อเท้าเพื่อยกส้นเท้าให้พ้นพื้น ได้แก่ ในขณะวิ่งและในขณะกระโดด

จากข้อสรุปจะเห็นได้ว่า ในการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดด จะต้องพัฒนากล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า กล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อเหล่านี้ จะต้องใช้ความหนักในระดับที่สามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานได้

พลังกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการกระโดดในแนวดิ่ง มาจากกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก 40% กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า 24.2% กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า 35.8% ดังนั้นจึงใช้เป็นแนวทางในการเลือกท่าฝึกที่เหมาะสมกับท่าฝึกที่ใช้ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกและกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ได้แก่ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นิวเมติก (Pneumatic)

David M Frost et al. (2010) กล่าวว่า Pneumatic หมายถึงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับอากาศ หรือใช้อากาศ โดยแรงต้านจะมีลักษณะเหมือนกับแรงต้านที่มาจากยางยืด โดยที่อุปกรณ์แรงต้านจากอากาศ (Pneumatic devices) จะให้แรงต้านโดยไม่ขึ้นกับมวลของวัตถุ แต่จะขึ้นอยู่กับแรงดันของอากาศที่สร้างขึ้น และพื้นที่ที่แรงดันนั้นกดลง ดังแสดงในสมการที่ 1 โดยเดนนิส ไกเซอร์ ผู้ก่อตั้งเทคโนโลยี Pneumatic เรียกว่าเครื่อง ไกเซอร์ ได้ออกแบบเครื่องมือนี้ขึ้นทำให้ผู้ฝึกไม่ต้องออกแรงเอาชนะความเฉื่อยจากน้ำหนักของวัตถุที่ใช้ยก เป็นผลให้มีความเร็วในการเคลื่อนไหวมากกว่าการใช้ฟรีเวทเมื่อแรงต้านที่ให้เท่ากัน

สมการที่ 1

$$P = \frac{F(Pneumatic)}{A}$$

โดย

P	คือ ความดันอากาศ (Air Pressure)
F (Pneumatic)	คือ แรงลัพธ์ทั้งหมด (Resultant force)
A	คือ พื้นที่ซึ่งอากาศกดลง มีหน่วยเป็นตารางเมตร

ความเร่งและแรง (Acceleration and force)

นอกจากนี้ข้อดีของ Pneumatic ยังถูกคิดมาจากกฎของนิวตันข้อที่ 2 ดังแสดงในสมการที่2 ซึ่งความเร่งจะแปรผันตรงกับแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ เครื่องฝึก Pneumatic จะใช้ความดันอากาศเป็นแรงต้าน ดังนั้นมวลของวัตถุแทบจะเป็นศูนย์ เป็นผลให้นักกีฬาสามารถที่จะสร้างความเร่งได้มากกว่าการฝึกด้วยอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวท โดยที่แรงที่ใช้ในการออกแรงเท่ากัน (Applied force)

สมการที่ 2

F(net) = m(mass) × a(acceleration)

เมื่อน้ำหนักในการฝึกมีการเปลี่ยนแปลง

บทความของบริษัท corporation. (2011) กล่าวว่า ด้วยกฎพื้นฐานทางฟิสิกส์บางข้อ ทำให้การฝึกด้วยแผ่นน้ำหนักมีการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ถ้ามีการฝึกยกด้วยแผ่นน้ำหนักโดยใช้ความเร็วไม่มาก หรือ ความเร็วคงที่นั้นน้ำหนักที่ใช้ฝึกจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้ามีความเร็วเพิ่มมากขึ้น น้ำหนักที่ใช้ฝึกนั้นจะเปลี่ยนไป กล่าวคือ ขณะที่เริ่มยกขึ้นจะรู้สึกหนักมาก เมื่อเพิ่มความเร็วขึ้นก็จะรู้สึกเบาขึ้น เหมือนน้ำหนักที่เคยยกปกติ เมื่อลดความเร็วลงจนหยุดจะรู้สึกว่าน้ำหนักเบาลง ซึ่งเราสามารถเห็น

ความเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน แม้ว่าในความเป็นจริงน้ำหนักไม่มีการเปลี่ยนแปลง จะมีแรงพยายามอย่างมากในการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก เหมือนกันกับการยกคานเหล็ก หรือแผ่นเหล็กขึ้น แรงพยายามจะทำให้เรายกคานเหล็กและแผ่นเหล็กขึ้นในทิศทางเดิม เพราะความเร่งในการยกคานและแผ่นเหล็กนั้นกำหนดโดยผู้ยกเอง

พื้นฐานทางทฤษฎีที่มาจากกฎนิวตัน ที่ว่า แรงเท่ากับมวลคูณความเร่ง (ความเร่ง คืออัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็ว) $F = m \times a$

ความเร่ง คือการเปลี่ยนแปลงความเร็วในขณะเคลื่อนที่ เพื่อให้ไปถึงความเร็วสูงสุด ความเร่งมีความสำคัญอย่างมาก ตัวอย่างจากสูตรการคำนวณ แสดงให้เห็นว่า มวลมากจะทำให้แรงที่เกิดมากขึ้นด้วย ซึ่งไม่สามารถใช้ได้กับการยกน้ำหนักขึ้นด้วยความเร่ง เนื่องจากแรงจะเท่ากับหรือมากกว่าน้ำหนักที่ยกในช่วงแรก ตัวอย่างเช่น นักทุ่มน้ำหนักต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการออกแรงในช่วงแรก เพราะว่านักกีฬาต้องใช้ความเร่งที่มากในการทุ่มเทน้ำหนัก จึงทำให้เกิดระยะทางที่มากขึ้นตามไปด้วย กฎของนิวตันเป็นสิ่งที่ท้าทายอย่างมากในการออกแบบเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านตั้งแต่ปี 1898 โดย Max Herz และ Nautilus machine ของโจนส์ (Jones) ในปี 1970 เป็นสิ่งที่ยิ่งใหญ่มากเมื่อทำให้ความเร่งเข้าใกล้ศูนย์ได้ สมัยก่อนใช้เหล็กเป็นแรงต้าน แต่โจนส์ไม่ได้ลดน้ำหนักมวลลง เพราะเขาต้องการปรับความเร่งให้เข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด เพราะฉะนั้นเขาจึงให้ฝึกน้ำหนักด้วยความเร็วที่น้อยเพราะจะทำให้ความเร่งไม่มีผลกับแรง

ต่อมา เดนนิส ไกเซอร์ (Dennis Keiser) เลือกที่จะทำในทางตรงกันข้าม เพราะรู้ว่าความเร็วเป็นสิ่งที่มีความสำคัญทางการกีฬาและการฝึกนักกีฬา เดนนิส ไกเซอร์เลือกที่จะไม่เปลี่ยนแปลงความเร่ง แต่ไปลดมวลแทน นั่นหมายความว่าแผ่นน้ำหนักจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก แต่แรงต้านยังคงเท่าเดิม

Chulalongkorn University

เดนนิส ไกเซอร์ (Dennis Keiser) เลือกใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศ เป็นเทคโนโลยีของเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงอัดอากาศผสมกับแรงต้านด้วยน้ำหนัก (Keiser) เรียกว่าเทคโนโลยีแรงดันอากาศ (Pneumatic Technology) ซึ่งใช้หลักการทำงานง่ายๆโดยใช้หลักของกระบอกลมอากาศมาสร้างเป็นอุปกรณ์ เมื่อกดเครื่องหมายบวก (+) อากาศจะไหลจากเครื่องปั๊มดันอากาศไปสู่กระบอกลม หากกดปุ่มค้างไว้นาน อากาศก็จะไหลเข้ามามาก เพิ่มแรงให้มากขึ้น เมื่อถึงระดับแรงที่ต้องการให้ปล่อยมือออกจากปุ่มเครื่องหมายบวก (+) อากาศก็จะอยู่ในกระบอกลม

เมื่อออกแรงโดยใช้กล้ามเนื้อแบบ Concentric กระบอกลมจะทำให้เกิดแรงต้านจากความดันอากาศในกระบอกลม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากได้กระทำสองอย่างพร้อมกัน คือ 1. เพิ่มความดันอากาศในกระบอกลม เพิ่มแรงต้านซึ่งสร้างโดยกระบอกลม ที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ในระบบ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงต้านเป็นเส้นโค้ง ซึ่งเป็นวิธีการออกแรงต้านกับกระบอกลมโดยร่างกายของเราเอง เป็นการออกแรงแบบ Concentric คือกล้ามเนื้อหดสั้นเข้า มีการเปลี่ยนแปลง

คาน และมุมการเคลื่อนไหว 2. มีแรงต้านในการออกแรงตอนกลับ ซึ่งจะเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อแบบ Eccentric ซึ่งไม่เหมือนกับระบบไฮโดรลิกที่จะไม่มีการสร้างแรงต้านขณะกล้ามเนื้อทำงานแบบ Eccentric

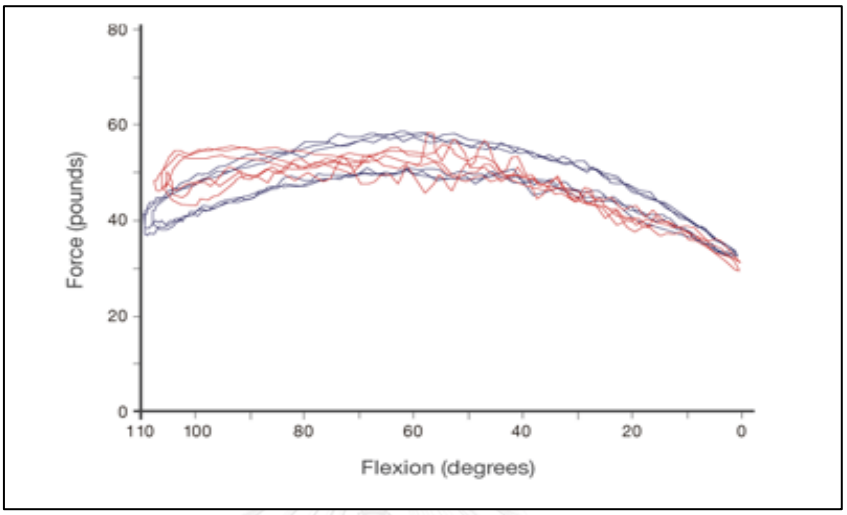
เครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศสามารถให้แรงต้านทั้งบวกและลบได้เช่นกัน แต่ไม่ทำให้เกิดแรงกระแทกที่รุนแรงขณะการเริ่มและหยุด เครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศจะลดแรงกระแทกตลอดเวลาที่ออกกำลังกาย เราสามารลดแรงต้านโดยใช้นิ้วหัวแม่มือกดปุ่ม ลบ (-) ค้างไว้ ซึ่งจะเป็นการปล่อยอากาศออกจากกระบอกลมเพื่อลดแรงต้านทาน

ความแตกต่างที่สามารถเห็นได้อย่างชัดเจน จะสังเกตได้จากกราฟ แสดงค่าแรงในการออกกำลังกายในท่าเตะขาไปด้านหน้า (Leg-extension) ระหว่างการใช้แผ่นน้ำหนักกับการใช้เครื่องที่ใช้แรงดันอากาศของ Keiser กราฟจะแสดงค่าแรงที่ได้จากเครื่องออกกำลังกายทั้งสองเครื่อง โดยใช้แรงต้านเท่ากัน มีแผ่นวัดแรงติดที่ขา และส่งผลไปยังคอมพิวเตอร์ แสดงออกมาเป็นกราฟค่าแรงกับค่ามุมที่ใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กราฟแสดงแรงที่เกิดขึ้นที่มุมต่างๆของการฝึกด้วยเครื่องเตะขา (Leg-Extension) ระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight Stack) และการฝึกด้วยแรงดันอากาศ (Keiser)

ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเตะขาขึ้น-ลง ด้วยความเร็วมากขึ้น

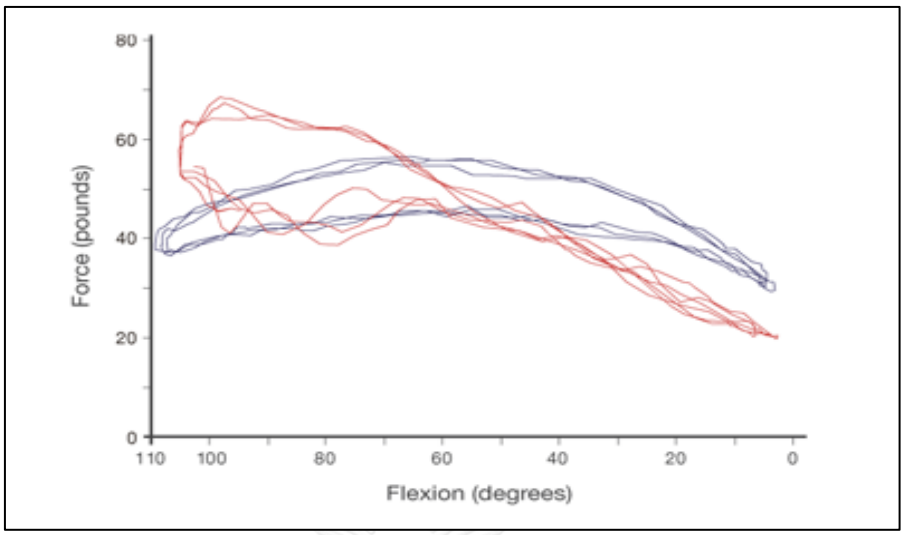


Keiser Weight Stack

จากภาพ แสดงการเตะขึ้น 2 วินาที และเตะลง 2 วินาที จะเห็นได้ว่าในช่วงแรกของการออกแรง จะเกิดแรงเพิ่มขึ้นมาเล็กน้อยในการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนัก ส่วนเครื่องที่ใช้แรงดันอากาศของ Keiser ไม่ปรากฏการเปลี่ยนแปลง มุมที่เหมาะสมในการออกแรง คือ 60-70 องศา (Flexion) แต่ข้อควรระวังในการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนักคือตอนเริ่มต้นของการออกแรง หัวเข่าอาจได้รับการบาดเจ็บได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 2 แสดงการเตะขา ขึ้น-ลง ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น

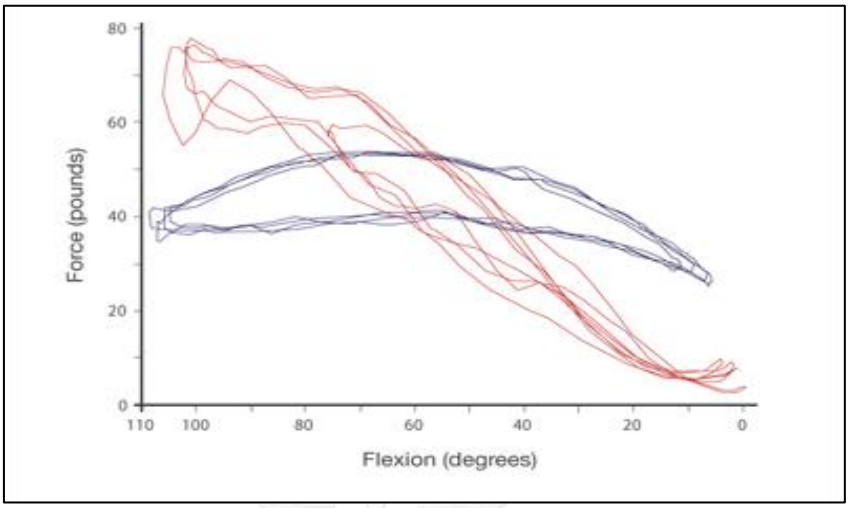


Keiser Weight Stack

จากภาพ แสดงการเตะขา ขึ้น-ลง ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นกว่ากราฟที่ 2 คือเตะขึ้น 1 วินาที และลง 1 วินาที จะเห็นได้ชัดว่ากราฟของการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนัก (Weight Stack) และแรงดันอากาศ (Keiser) มีความแตกต่างอย่างชัดเจน โดยการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนักจะเกิดแรงช่วงแรกมากขึ้นถึง 70%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3 แสดงการเตะขาขึ้น-ลง ด้วยความเร็วมากที่สุด



จากภาพแสดงการเตะขาขึ้น-ลง ด้วยความเร็วมากที่สุด โดยเตะขึ้น ½ วินาที และลง ½ วินาที กราฟของการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนักจะแตกต่างจากการฝึกด้วยแรงดันอากาศอย่างชัดเจน พิสูจน์ได้ถึงกฎของนิวตัน กล่าวคือ ช่วงแรกของการฝึกด้วยแผ่นน้ำหนักนั้น เมื่อเริ่มยกแผ่นน้ำหนักจะต้องใช้แรงอย่างมากเพื่อสร้างความเร่ง ซึ่งจะทำให้เกิดความเร็วในการยกตามมา แต่ในช่วงหลังแรงต้านจะต่ำลงเมื่อแผ่นน้ำหนักเคลื่อนช้าลงจนหยุด ซึ่งตรงกันข้ามกับการฝึกด้วยแรงดันอากาศ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ไม่ว่าผู้ใช้จะฝึกด้วยความเร็วที่มากขึ้นแค่ไหน แรงที่เกิดขึ้นจะมากที่สุดที่มุม 60-70 องศา ซึ่งเป็นมุมที่เหมาะสมต่อการฝึก และลดอาการบาดเจ็บจากการฝึกที่มีความเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากในการฝึกนักกีฬา

การฝึกแรงต้านในปริมาณมากจะทำให้เกิดอันตรายต่อข้อต่อและเอ็นได้ง่าย ทำให้การฝึกเพื่อให้ได้ความเร็วสูงๆนั้นเป็นอันตรายอย่างมาก แต่สำหรับการฝึกด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศนั้นทำให้กล้ามเนื้อออกแรงอย่างมากแต่จะปลอดภัยกับข้อต่อและเอ็น เพราะปราศจากแรงกระแทก จึงเป็นผลดีต่อการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ ผู้ที่ต้องฟื้นฟูสภาพร่างกายจากการได้รับบาดเจ็บ ให้หายได้ในระยะเวลาอันสั้น เครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศจึงเป็นอีกเทคโนโลยีที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ในการฝึกและการออกกำลังกายได้

ความหนักในการฝึกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

การฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักมากกับการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิด

นักกีฬาสามารถใช้การฝึกแรงต้านหลายรูปแบบเพื่อเพิ่มพลังกล้ามเนื้อและสมรรถภาพในนักกีฬา รูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านนั้นมี 2 ชนิดคือ การฝึกแรงต้านที่หนักมากและการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิด ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นที่ปรากฏว่ามีผลต่อพลังกล้ามเนื้อและสมรรถภาพของนักกีฬา

(Fleck and Kraemer, 1997; Sale, 1992 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) กล่าวว่าการฝึกแรงต้านด้วยความหนักที่มากจะใช้ความหนักมากกว่า 80% ของ 1RM ซึ่งมีรายงานว่าสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุดและสมรรถภาพของนักกีฬา ซึ่งการใช้ความหนักที่มากนี้มาจากทฤษฎีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ ที่แนะนำว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นจะต้องใช้ความหนักที่มีความหนักมากไปทำให้ Fast-twitch motor units ทำงานและเกิด High thresholds เนื่องจาก Fast-twitch motor units สามารถพลังกล้ามเนื้อได้มากกว่า Slow-twitch motor units และมีผลต่อสมรรถภาพ

(Haff et al., 1997 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) กล่าวว่าการฝึกแรงแบบแรงระเบิดจะใช้ความหนักที่เบา (น้อยกว่า 60-80% ของ 1RM) การฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิดมาจากการฝึกแรงต้านที่เน้นความเร็ว

(Behm and Sale, 1993 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) กล่าวว่าการฝึกแรงต้านที่เน้นความเร็วสามารถเพิ่มความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ

ความหนักและความเร็วสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

(Gregory John Wilson, Newton, Murphy, and Humphries, 1993; K. Häkkinen and P. Komi, 1985 อ้างถึงใน Kawamori and Haff 2004) กล่าวว่าการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิดเป็นการฝึกที่เพิ่มพลังกล้ามเนื้อสูงสุดและการฝึกด้วยแรงต้านที่หนักมากช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุด

(Gregory John Wilson et al., 1993 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) กล่าวว่าการฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักมากส่งผลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนโดยมีการเพิ่มของแรง Isometric ขึ้น 16% หลังจากการฝึก 5 สัปดาห์ ส่วนการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิดไม่แสดงผลที่ชัดเจนว่ามีการเพิ่มขึ้นของแรง Isometric

(K. Häkkinen and P. Komi, 1985อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) กล่าวว่าหลังจากการฝึกด้วยแรงต้านที่หนักมากและการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิด 24 สัปดาห์ พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของแรงสูงสุดที่ 30% และ 7%

จากการศึกษาการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงที่มีการนำการฝึกด้วยแรงต้านที่หนักมากและการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิดสามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งการฝึกด้วยแรงต้านที่หนักมากจะไปพัฒนา

High-force ของ High-velocity ส่วนการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิดจะพัฒนา High-velocity ของ Force-velocity

ความหนักที่เหมาะสมสำหรับพลังกล้ามเนื้อสูงสุด

(Kaneko, Fuchimoto, Toji, and Suei, 1983 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) กล่าวว่าการฝึกที่ความหนักที่สามารถผลิตพลังสูงสุดส่งผลอย่างมากในการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อสูงสุด

ยังมีอีกหลายงานวิจัยที่สนับสนุนการใช้ความหนักที่เหมาะสมจะช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุด จากงานวิจัยของ (Faulkner, Claflin, and McCully, 1986; Newton et al., 1997 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) พบว่าใช้ความหนักที่ 30% ของ 1RM หรือ 30-45% ของ 1RM จากงานวิจัยของ (Thomas, Fiatarone, and Fielding, 1996; BAKER, 2001 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) พบว่าใช้ความหนักที่สูงขึ้นที่ 40-70% ของ 1RM หรือ จากงานวิจัยของ (Stone et al., 2003 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) พบว่า ใช้ความหนักที่ 50% ของ 1RM

จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าความหนักที่เหมาะสมสำหรับพลังกล้ามเนื้อสูงสุดขึ้นอยู่กับลักษณะการออกกำลังกาย ประสบการณ์ของนักกีฬารวมไปถึงสถานการณ์ฝึกของนักกีฬาภายในช่วงรอบปี มีผลต่อความหนักที่เหมาะสม

ระดับความแข็งแรงของนักกีฬา

ธรรมชาติของการออกกำลังกาย ระดับความแข็งแรงหรือประวัติการฝึกของนักกีฬา มีผลต่อระดับความหนัก

(Stone et al., 2003 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) พบว่านักกีฬาที่แข็งแรงจะผลิตพลังสูงสุดในเปอร์เซ็นต์ที่สูง (ความหนักที่ 40%1RM) มากกว่านักกีฬาที่มีความแข็งแรงน้อยกว่าในท่า Squat jump

(BAKER, 2001 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) แนะนำว่านักกีฬาที่แข็งแรงจะใช้เปอร์เซ็นต์ 1 RM ต่ำกว่านักกีฬาที่แข็งแรงน้อยกว่า เพื่อผลิตพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ขณะทำ Bench press และ Squat jump จากงานวิจัยผลที่ได้มีความเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความหนักที่เหมาะสมและความแข็งแรงของผู้ฝึกหรือประวัติในการฝึก

หลายๆงานวิจัยพบว่าข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์และควรให้ความสำคัญคือ ความแข็งแรงและระดับพลังกล้ามเนื้อรวมไปถึงผลของการฝึกโดยเฉพาะเจาะจง การปรับตัวของนักกีฬากับการฝึกที่เฉพาะเจาะจง

สถานะฝึกของนักกีฬาภายในช่วง 1 ปี

ความหนักที่ทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อสูงสุกสามารถเปลี่ยนแปลงขึ้นๆ ลงๆ ได้ภายในช่วงระยะเวลาในการฝึกตลอด 1 ปี ที่ตอบสนองต่อชนิดของการฝึกและอาจจะขึ้นอยู่กับสถานที่ในการฝึก

(BAKER, 2001 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) กล่าวว่าความหนักที่เหมาะสมจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์ 1RM ขณะฝึกความแข็งแรง และมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงของเปอร์เซ็นต์ 1 RM ขณะฝึกความเร็วที่แรงต้านต่ำแต่ความเร็วสูง

การเลือกการออกกำลังการสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

ความหนักในการฝึก การเลือกการออกกำลังกายเป็นสิ่งที่สำคัญ เมื่อให้ความสำคัญกับโปรแกรมการฝึกสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเพราะการเลือกการออกกำลังกายจะทำให้การเคลื่อนไหวมีลักษณะเฉพาะเจาะจงซึ่งการเคลื่อนไหวที่เฉพาะเจาะจงในที่นี้คือ Kinetic กับ Kinematic

กิจกรรมของนักกีฬาส่วนใหญ่จะเป็นการเคลื่อนไหวที่ใช้หลายข้อต่อมากกว่าข้อต่อเดียว เช่น วิ่ง กระโดด ขว้าง ดังนั้นจะเลือกการออกกำลังกายที่ใช้หลายข้อต่อในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬา เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างพลังสูงสุด

การให้ความสำคัญในการออกแบบโปรแกรมการฝึกสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

จากความหนัก ความเร็ว และการเคลื่อนไหวเชิงกลที่เฉพาะเจาะจงของการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ เหมือนจะมีความเป็นไปได้ว่า จะมีความเป็นไปได้ว่าการฝึกที่ความหนักที่ทำให้มีการเคลื่อนไหวเชิงกลสูงสุดจะขึ้นอยู่กับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุด

(BAKER, 2001 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) แนะนำว่านักกีฬาที่ฝึกด้วยความหนักที่เบากว่าความหนักที่เหมาะสมเล็กน้อยจะมีพลังกล้ามเนื้อสูงสุด และความหนักที่เหมาะสมควรจะใช้ในช่วง 2-3 สัปดาห์สุดท้ายของการฝึก

การฝึกอย่างฉลาดเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งการรวมเข้ากับรูปแบบของการฝึกจะช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของนักกีฬาได้ การรวมกันของทั้งสองอย่างนี้ควรจะเป็นการฝึกที่มีแรงต้านสูงกับการฝึกแบบพลัยโอเมตริก หรือการฝึกที่มีแรงต้านสูงกับการฝึกแบบแรงระเบิด หรือการฝึกที่มีแรงต้านแบบหนักกับการฝึกที่เป็นแบบเฉพาะเจาะจง

(McBride, TRIPLETT-MCBRIDE, DAVIE, and NEWTON, 1999 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) เปรียบเทียบความแข็งแรงและพลังของ Olympic lifters และ Power lifters Olympic lifters คนที่ใช้ทั้งการฝึกที่มีแรงต้านสูง และการฝึกแบบแรงระเบิด ควรจะรวมการการแรงต้านสำหรับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและสมรรถภาพของนักกีฬาด้วย

(Newton and Kraemer, 1994 อ้างถึงใน Kawamori and Haff, 2004) แนะนำว่าการรวมรูปแบบการฝึกเข้าด้วยกันถือเป็นสิ่งที่สำคัญในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเช่นกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

กฤตมุข หล่าบรรเทา (2554) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการฝึกด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบฟรีเวทที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศผสมกับแรงต้านด้วยน้ำหนักในสัดส่วนที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ 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% ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัวและพลังกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองในสัปดาห์ที่4 หลังการทดลองในสัปดาห์ที่8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 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 การฝึกด้วยเครื่องออกกำลังการแบบฟรีเวทที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศผสมกับแรงต้านด้วยน้ำหนักในสัดส่วนที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบนี้สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนต่อน้ำหนักตัวตลอดจนพลังกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายได้ไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยต่างประเทศ

Turner et al. (2012)ได้ทำการศึกษาการฝึกที่น้ำหนักที่ดีที่สุดสำหรับ peak power output (PPO) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อหาปริมาณน้ำหนักที่เพียงพอสำหรับ peak power output ,peak barbell velocity (BV) และ peak vertical ground reaction force (VGRF) ขณะทำท่า jump squat (JS) ในนักกีฬารักบี้ระดับอาชีพ มีผู้เข้าร่วมวิจัย 11 คน เพศชาย อายุ 26 ± 3 ปี ในการทำท่า JS จะใช้ความหนักที่ 20%-100% 1RM ในการศึกษานี้ ใช้ one-way repeated measures analyses of variance (ANOVA) ผลการทดสอบ PPO มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนที่ PPOที่ความหนัก 20% ของ 1RM ในท่า JS มีค่าสูงสุด และ peak BV มีค่าสูงสุดที่ความหนัก 20% 1RM ส่วน peak VGRF ให้ผลดีขึ้นในทุกน้ำหนักแต่จะไม่มีความแตกต่างระหว่าง 20%1RM ถึง 60%1RM การฝึกแบบมีแรงต้านความหนักที่ดีที่สุดสำหรับ PPO คือ 20%1RM ในค่า PPO,BV จะมีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มความหนัก ส่วน VGRFจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเพิ่มน้ำหนัก สรุปค่า PPO จะมีค่าเพิ่มขึ้นก็ต่อเมื่อไม่มีการเพิ่มขึ้นของความหนัก มีข้อแนะนำว่าข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลของนักกีฬารักบี้ซึ่งจริงๆแล้วสามารถนำไปใช้ในนักกีฬาชนิดอื่นๆได้ อีกทั้งข้อมูลดังกล่าวยังเป็นข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับโค้ชที่จะนำไปใช้ในขณะทำการฝึก JS

Kawamori and Haff (2004) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับน้ำหนักที่ดีที่สุดในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยได้กล่าวว่า การฝึกที่ใช้น้ำหนักที่ดีที่สุดจะเพิ่มพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อได้โดย น้ำหนักที่ดีที่สุดจะมีความเฉพาะเจาะจงและมีความแตกต่างกันตามลักษณะการออกกำลังกาย ประสบการณ์ของนักกีฬาและการฝึกในรอบ1ปีของนักกีฬาคนนั้นๆ muscular power เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับนักกีฬา ที่ต้องใช้แรงระเบิด ที่จะสร้างแรงในกีฬาต่างๆ เช่น ขว้างและกระโดด ในหลายๆงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของความหนักในการฝึกก็ทำให้เกิดผลแตกต่างกันเช่นกัน การใช้ความหนักที่เหมาะสมที่สุดโดยเฉพาะการที่จะทำให้เพิ่ม Maximum muscular power นอกจากนี้ Kaneko et al. (1983) กล่าวว่าการฝึกที่ความหนักที่สามารถผลิตพลังสูงสุดส่งผลอย่างมากในการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ยังมีอีกหลายงานวิจัยที่สนับสนุนการใช้ความหนักที่เหมาะสมจะช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุด จากงานวิจัยของ Faulkner et al. (1986), Newton et al. (1997) พบว่าใช้ความหนักที่ 30% ของ 1RM หรือ 30-45% ของ 1RM จากงานวิจัยของThomas et al. (1996), BAKER (2001) พบว่าใช้ความหนักที่สูงขึ้นที่ 40-70% ของ 1RM หรือ จากงานวิจัยของ Stone et al. (2003) พบว่า ใช้ความหนักที่ 50% ของ 1RM จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าโหลดที่เหมาะสมสำหรับพลังกล้ามเนื้อสูงสุดขึ้นอยู่กับลักษณะการการออกกำลังกาย ประสบการณ์ของนักกีฬารวมไปถึงสถานการณ์ฝึกของนักกีฬาภายในช่วงรอบปีมีผลต่อความหนักที่เหมาะสม

Jozsi, Campbell, Joseph, Davey, and Evans (1999)ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของ power โดยการฝึกด้วยแรงต้านในวัยสูงอายุและวัยรุ่นในเพศชายและเพศหญิง โดย

ได้กล่าวไว้ว่าการวิจัยแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าผู้สูงอายุและคนหนุ่มสาวมีการเปลี่ยนแปลงภายในกล้ามเนื้อ ที่คล้ายกัน คือมีการเพิ่มขึ้นจากการผ่านการฝึกความต้านทานแบบต่อเนื่อง (PRT) อย่างไรก็ตามการศึกษาไม่ได้มุ่งเน้นไปที่การเปลี่ยนแปลงที่อยู่ในอำนาจของกล้ามเนื้อกับอายุ แต่การศึกษาครั้งนี้ตรวจสอบอิทธิพลของการฝึกแรงต้านแบบต่อเนื่อง (PRT) ที่มีต่อ power output ของกล้ามเนื้อในเพศชายและหญิงจำนวน17 คน อายุ 56 - 66 ปี เพศชายและหญิงจำนวน 15 คน อายุ 21-30 ปี ใช้ระยะเวลาการฝึกสัปดาห์ละ2 ครั้งทั้งหมด12สัปดาห์โดยใช้การฝึกแรงต้านด้วยแรงดันอากาศทั้งหมด 5 แบบคือ 1.Seated chest press 2.Arm pull 3.Unilateral knee extension 4.Bilateral leg curl 5.Bilateral leg press โปรแกรมการฝึกคือ แต่ละการออกกำลังกายที่ใช้จะทำ 3 เซต ที่ความหนัก 80%ของ1RM โดยทำการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของผลจากการฝึก ได้แก่ knee extension และarm pull machines ที่มีค่าแรงต้านที่ใช้เท่ากับที่ 40, 60, และ 80% ของ 1RM จากผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้ารับการทดสอบไม่ว่าจะเป็นเพศใดหรือช่วงอายุใดก็จะมีการเพิ่มขึ้นของ powerในท่า arm pull ที่ 40 และ 60% ของ 1RM แต่ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นอย่างมากหรือที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดของ power ในท่า arm pull ที่ ความหนัก 80% ของ 1RM ทั้งวัยผู้สูงอายุและวัยรุ่น ผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมดมีการเพิ่มขึ้นของ power ในท่า leg extensor ที่ 40 และ 60% ของ 1RM แต่ผู้ชายมีการตอบสนอง ที่มากขึ้นกว่าผู้หญิง การเพิ่มขึ้นของ power ของท่าleg extensor ที่ 80% ของ1RM มีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกันในทุกกลุ่ม ในเรื่องความแข็งแรง อาสาสมัคร ทั้งผู้สูงอายุและวัยรุ่น จะมีการเปลี่ยนแปลงไปในทำนองเดียวกัน คือมีการเพิ่มขึ้นในการออกกำลังกายทั้งหมด ยกเว้นส่วนที่หัวเข่าซ้าย ทุกช่วงอายุในเพศชายมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากกว่าผู้หญิงในการออกกำลังกายทั้งหมดยกเว้นในท่า leg press สรุปคือผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าบุคคลที่มีสุขภาพดีที่มีอายุมากในเพศชายและเพศหญิงสามารถมีการเปลี่ยนแปลงที่มีการเพิ่มขึ้นของ muscle power ด้วยการฝึกความต้านทาน โดยในวัยรุ่นก็เช่นเดียวกัน ซึ่งมีการแนะนำว่าจะต้องมีการศึกษาและวิจัยเพิ่มเติมว่าการฝึกที่ความหนัก 80% ของ 1RM เป็นความหนักที่ดีที่สุดสำหรับ การเพิ่ม power

Fielding et al. (2002)ได้ทำการศึกษาเรื่องการฝึก high velocity power เพื่อเพิ่มโครงสร้างของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยสูงอายุPeak powerของกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยบ่งชี้การจำกัดหรือการเสื่อมสมรรถภาพและการพิการใน ผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตามการศึกษาจำนวนมาก แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่น้อย ใน power muscle เมื่อมีการฝึกแรงต้านที่ต่อเนื่อง วัตถุประสงค์คือนักวิจัยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพลังกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงสามสิบคน (อายุ 73 $\pm$1 ปี) ต่อ16 สัปดาห์ของการฝึก high velocity power training (POW) หรือstandard slow velocity progressive resistant training (STR) ทั้งสองกลุ่ม คือกลุ่ม POW และกลุ่ม STR ทำการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 3 ชุด (ชุดละ 8-10 ครั้ง) ด้วยการฝึกแรงต้านด้วยแรงดันอากาศของ

knee extension(KE) และ leg press (LP) ที่ความหนัก 70% ของ 1 RM ผลการศึกษาพบว่า leg press และ knee extension สัมพันธ์กับการฝึกโดยรวม คือมีความคล้ายคลึงกันระหว่างทั้งสอง กลุ่ม แต่ POW มีการสร้างpowerที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการฝึกมากกว่า เมื่อเทียบกับ STR คือ leg press (3.7) และ knee extension (2.1) แต่ทั้ง Leg press และ knee extension ต่างก็มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเหมือนกันในทั้งสองกลุ่ม ซึ่งเป็นผลมาจากการฝึก STR จะมีค่าน้อยกว่า POW(267 W. เทียบกับ139) กลุ่ม POW มีผลการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญมากขึ้นของ power ในท่า leg pressที่ 40, 50, 60, 70, 80, 90% ของ 1 RM เมื่อเทียบกับกลุ่ม STR สรุปผลจากการวิจัย ในการเปลี่ยนแปลงของ peak power ตามโปรแกรม POW เพิ่มขึ้น 84% สำหรับ leg press และ 34% สำหรับ knee extension เมื่อเทียบกับ STR ในผู้หญิงสูงอายุ ทั้งกลุ่ม POW และ STR แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกัน ข้อแนะนำคืออาจจะออกแบบโดยการแทรกการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุเข้าไปด้วย

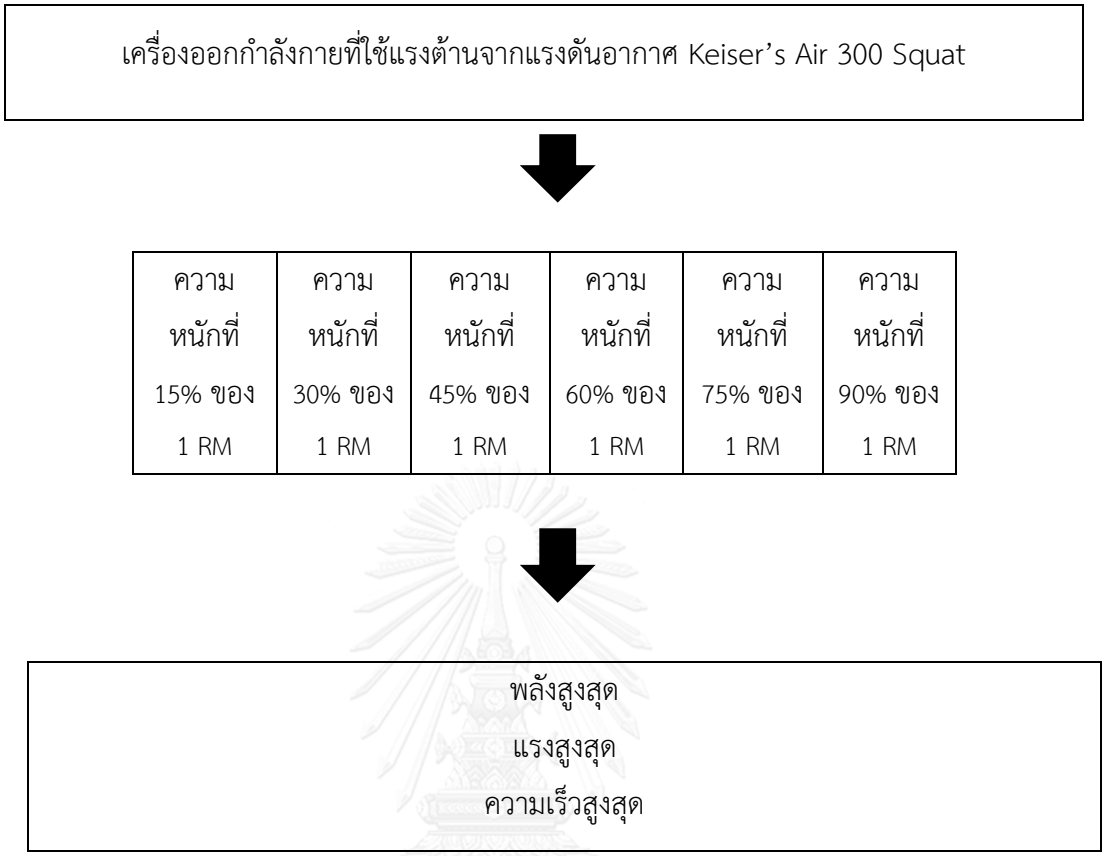
David Michael Frost et al. (2008) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบ Kinematics, Kinetics, และ Muscle activity ระหว่าง Pneumatic และ Free weight resistance ในท่าเบนซ์ เพรส (Bench press)โดยได้ทำการทดลองในอาสาสมัครเพศชาย 30 คน ทั้งหมดจะต้องออกกำลังกายโดยใช้ Free weight , Ballistic , pneumatic โดยใช้ความหนัก 15 , 30 , 45 , 60 , 75 ,90 % ของ 1 RM จำนวน 6 เซต เซตละ 4 ครั้ง ผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงของ Velocity คือค่าเฉลี่ยและความเร็วสูงสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทั้ง 3แบบ ที่ความหนัก 15-60% ของ 1RMโดยความหนักสูงสุดจะมีค่าสูงสุดอยู่ที่ pneumatic มีค่าเฉลี่ยและความเร็วสูงสุดของ pneumatic เป็น 36.5%และ28.3% ซึ่งมีค่าสูงกว่า Free Weight และ Ballistic ส่วนผลของ Acceleration ก็ได้ผลเช่นเดียวกันคือมีค่า Acceleration เฉลี่ยสูงสุดของ Pneumatic สูงกว่า Free Weight และ Ballistic (122.4%และ177.2%) ตามลำดับ ยังพบว่าค่าความหนักที่ทำให้เห็นค่าความเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนคือ ความหนักที่ 45%1RM ส่วนPower มีค่าเช่นเดียวกับ Velocity และ Acceleration และพบว่าความหนักที่มีค่า Power สูงขึ้นคือ 15-75%1RM แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักระหว่าง 60-90 % ของ 1RM มีค่าพลังเฉลี่ยสูงสุด สรุปผลจากการทดลองนี้คือ pneumatic สามารถช่วยพัฒนาในการฝึกแบบแรงต้านที่ใช้ความหนักที่มาก ดีกว่า Free weight และ Ballistic จากงานวิจัยผู้วิจัยมีความเห็นว่า pneumaticเป็นเทคโนโลยีที่ให้ประโยชน์และมีความเฉพาะเจาะจงมากกว่าการฝึกแรงต้านด้วย free weight เพราะให้ความเร็วในการเคลื่อนไหวและให้กล้ามเนื้อเกิดการทำงานที่สูงกว่า มีข้อแนะนำว่างานวิจัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตควรทำการศึกษาผลของการฝึกระยะยาวของการฝึกด้วย pneumatic

de Vos et al. (2005) ได้ทำการศึกษาเรื่องความหนักที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ ขณะทำ การฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิดในผู้สูงอายุ โดยได้ทำการทดลองในอาสาสมัคร

ผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีจำนวน 112 คน อายุ 69±6 ปี จะได้รับการฝึกความแข็งแรงก่อนที่จะได้รับการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิด โดยใช้ความหนักในการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิดในกลุ่มที่ 1 คือ 20% ของ 1RM กลุ่มที่ 2 คือ 50% ของ 1 RM กลุ่มที่ 3 คือ 80% ของ 1 RM และมีกลุ่มควบคุมจำนวน 1 กลุ่ม ใช้ระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด 8-12 สัปดาห์ จะทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ประกอบไปด้วยการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิด 5 แบบ จำนวน 3 เซต เซตละ 5 ครั้ง โดยใช้ Pneumatic resistance machines ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของ Peak power เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ 1 คือ 14±6% กลุ่มที่ 2 คือ 15± 9% กลุ่มที่ 3 คือ 14±8% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม 3±6% ค่าเฉลี่ยของ Strength เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ 1 คือ 13±7% กลุ่มที่ 2 คือ 16±7% กลุ่มที่ 3 คือ 20± 7% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม 4± 4% และค่าเฉลี่ยของ Muscle endurance เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ 1 คือ 82±57% กลุ่มที่ 2 คือ 103±75% กลุ่มที่ 3 คือ 185± 126% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม 28± 29% สรุปผลจากการทดลองพบว่า Peak muscle power มีการพัฒนาที่ใกล้เคียงกันทั้งการใช้โหลดที่ เบา ปานกลางและหนัก ซึ่งเป็นความสัมพันธ์กันของความหนักที่ใช้ในการฝึกความแข็งแรง ความทนทาน ของกล้ามเนื้อ การใช้โหลดที่มีความหนักมากในการฝึกแรงต้านแบบแรงระเบิดทำให้เกิดการพัฒนาที่มากให้กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ และความทนทานของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิด



David Michael Frost et al. (2008)ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกด้วยแรงดันอากาศอาจจะให้ผลดีกว่าและมีความเฉพาะเจาะจงกว่าการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนัก เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่มีมากกว่าทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อมีค่าสูงขึ้นในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว เพราะมวลของแรงต้านด้วยแรงดันอากาศน้อยกว่าแรงต้านด้วยน้ำหนักในขณะที่ออกกำลังกายในปริมาณที่เท่ากัน

จากงานวิจัย David Michael Frost et al. (2008)ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ Pneumatic และ Free weight ในท่า Bench press ที่ความหนัก 15, 30, 45, 60, 75 และ 90% ของ 1 RM พบว่า pneumatic สามารถช่วยพัฒนาในการฝึกแบบแรงต้านที่ใช้ความหนักที่มาก ดีกว่า Free weight

เนื่องจากยังไม่พบงานวิจัยที่ทำการศึกษาในเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศในท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15,30,45,60,75,90% ของ 1RM ซึ่งเป็นความหนักที่ใช้ในงานวิจัยของ David Michael Frost et al. (2008) ทำให้ผู้วิจัยต้องการศึกษาว่าเครื่องออกกำลังกายดังกล่าวส่งผลต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดอย่างไร

บทที่3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

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

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย ช่วงอายุ 18-25 ปี ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยมีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีอาการบาดเจ็บรุนแรงก่อนเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 12 คนและกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5เท่า การแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของโคเฮน (Cohen, 1988) ค่าแอลฟาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 0.5 และค่าอำนาจของการทดสอบ (Power of the test) ที่ 0.8 และเนื่องจากงานวิจัยมีระยะเวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างเพื่อป้องกันการสูญเสียของกลุ่มตัวอย่าง (Drop out) ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 18 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงและทำการประชาสัมพันธ์เพื่อได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยตัวผู้วิจัยเอง กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดต้องทำการทดลองทั้ง 6 การทดลอง ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน

เกณฑ์คัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย ช่วงอายุ 18-25 ปี

2. กลุ่มตัวอย่างต้องมีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีอาการบาดเจ็บรุนแรงก่อนเข้าร่วมการวิจัย โดยผู้วิจัยจะทำการคัดกรองว่ามีสุขภาพแข็งแรงด้วยตนเองโดยการทำแบบสอบถามประวัติสุขภาพ

3. กลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 เท่า

4. กลุ่มตัวอย่างต้องไม่มีการเข้าร่วมในการวิจัยอื่นที่มีการออกกำลังกายเช่นกัน

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่างได้เข้าร่วมการทดลองต่ำกว่า 3 ครั้ง
2. กลุ่มตัวอย่างเกิดเหตุสุดวิสัยทำให้ไม่สามารถร่วมการทดลองต่อได้

ขั้นตอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้า หลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาสร้างโปรแกรมการฝึกพลัง
2. นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความเรียบร้อยของโปรแกรมการฝึก
3. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อกำหนดวัน เวลาในการเก็บข้อมูล ขออนุญาตใช้สถานที่และอุปกรณ์
4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการ เครื่องมือ อุปกรณ์และสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย
5. จัดเตรียมสถานที่ในการฝึกอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกและใบบันทึกผลเพื่อนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. ชี้แจงขั้นตอนการฝึกและการทดสอบอย่างละเอียดกับกลุ่มตัวอย่าง
7. สุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย แบ่งเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยทั้ง 6 กลุ่มจะต้องทำการฝึกสควอท (Squat) ด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ ทั้ง 6 การทดลอง และกลุ่มตัวอย่างจะต้องทำการฝึกในแต่ละการทดลอง โดยการถ่วงดุลลำดับ (Counterbalancing) ใช้ระยะเวลาในการทดสอบทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ซึ่งรูปแบบของการฝึก Squat ด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ มี 6 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่ 15 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

การทดลองที่ 2 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่ 30 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

การทดลองที่ 3 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่ 45 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

การทดลองที่ 4 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่ 60 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

การทดลองที่ 5 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่ 75 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

การทดลองที่ 6 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่ 90 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

8. ทำการทดสอบหาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (1 RM Test) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศ Keiser's Air 300 Squat

9. ทำการทดสอบโดยผู้เข้ารับการฝึกทั้ง 6 กลุ่ม ได้ทำการฝึกตามการทดลอง ตามการถ่วงดุลลำดับ (Counter balancing)ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศ Keiser's Air 300 Squat โดยที่นำแท่นวัดแรงรุ่น400S (400 Series force plate) มาวางไว้บนฐานของเครื่อง Keiser's Air 300 Squat เพื่อที่จะบันทึกข้อมูลขณะทำการฝึก

10. นำผลการทดสอบที่ได้คือ พลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

11. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยควบคุมการทดสอบและการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

2. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลการวิจัยโดยใช้สถานที่ อุปกรณ์การฝึกและอุปกรณ์ในการทดสอบของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

3. หากผู้เข้าร่วมการทดลองเกิดอาการบาดเจ็บในระหว่างการทดลอง ให้แจ้งผู้วิจัยและทำการหยุดการทดลองโดยทันที เพื่อทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นโดยทันทีและจะทำการส่งต่อสถานพยาบาลต่อไป โดยที่ผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษา

Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 Counter balance ของการทดสอบทั้ง 6 การทดลอง

การทดลอง/ สัปดาห์	**การทดลอง ที่ 1**	**การทดลอง ที่ 2**	**การทดลอง ที่ 3**	**การทดลอง ที่ 4**	**การทดลองที่ 5**	**การทดลอง ที่ 6**
สัปดาห์ที่ 1	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6
สัปดาห์ที่ 2	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 1
สัปดาห์ที่ 3	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
สัปดาห์ที่ 5	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
สัปดาห์ที่ 6	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5

ระยะเวลาในการทดสอบทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. เครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศ Keiser's Air 300 Squat ประเทศสหรัฐอเมริกา
2. แท่นวัดแรงรุ่น 400S (400 Series force plate) ประเทศออสเตรเลีย
3. นาฬิกาจับเวลา

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean)
2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกัน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวเมื่อมีการวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure) หากพบว่ามีความแตกต่างกันจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุด ค่าความเร็วสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่มีความหนักที่แตกต่างกัน มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติแล้วจึงนำผลในรูปแบบตารางประกอบความเรียง และแผนภูมิ โดยแบ่งการนำเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ(One-way analysis of variance with repeated measures) ของค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุดและค่าความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่า Squat ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย หากพบความแตกต่าง จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ ด้วยวิธีแบบบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ตอนที่ 3 กราฟแสดงค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุดและค่าความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย

คุณลักษณะของผู้เข้าร่วมการวิจัย	$\overline{x}$ (n=13)	S.D.
อายุ	22.85	1.46
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	67.15	7.71
ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว	3.07	0.58

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยอายุของผู้เข้าร่วมการวิจัยเท่ากับ 22.85 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.46 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเท่ากับ 67.15 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.71 ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวเท่ากับ 3.07เท่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures)

ของค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุดและค่าความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย หากพบความแตกต่าง จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ ด้วยวิธีแบบบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุดและค่าความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

1 RM (%)	ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด (วัตต์)		ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด (นิวตัน)		ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
15	2383.35	502.98	1781.36	238.10	1.70	0.31
30	2129.48	464.75	2060.90	264.97	1.33	0.25
45	2012.75	334.37	2441.31	433.54	1.07	0.18
60	1605.95	426.25	2897.10	685.52	0.77	0.19
75	1578.20	460.88	3029.77	742.10	0.75	0.29
90	1125.61	390.95	3686.96	1013.64	0.48	0.20

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าพลังสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM มีค่าเท่ากับ 2383.35 ± 502.98 วัตต์ 2129.48 ± 464.75วัตต์ 2012.75 ± 334.37 วัตต์ 1605.95 ± 426.25 วัตต์ 1578.20 ± 460.88 วัตต์ และ 1125.61 ± 390.95 วัตต์ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของค่าแรงสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM มีค่าเท่ากับ1781.36 ± 238.10 นิวตัน 2060.90 ± 264.97 นิวตัน 2441.31 ± 433.54 นิวตัน 2897.10 ± 685.52 นิวตัน 3029.77 ± 742.10 นิวตัน และ 3686.96 ± 1013.64 นิวตัน ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของค่าความเร็วสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM มีค่าเท่ากับ 1.70 ± 0.31 เมตรต่อวินาที 1.33 ± 0.25 เมตรต่อวินาที 1.07 ± 0.18 เมตรต่อวินาที 0.77 ± 0.19 เมตรต่อวินาที 0.75 ± 0.29 เมตรต่อวินาที 0.48 ± 0.20 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	13462280.38	5	2692456.075	21.163	0.00*

*p<.05

จากตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM

ระดับความหนักในการทำท่าSquat (% 1 RM)	$\bar{x}$ (วัตต์)	15	30	45	60	75	90
		2383.35	2129.48	2012.75	1605.95	1578.20	1125.61
15	2383.35	-	253.87	370.59	777.40*	805.15*	1257.74*
30	2129.48		-	116.73	523.53*	551.28	1003.87*
45	2012.75			-	406.80	434.56	887.15*
60	1605.95				-	27.75	480.34
75	1578.20					-	452.59*
90	1125.61						-

*p<.05

จากตารางที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนักที่ 15% มีค่าพลังมากกว่าความหนัก 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 30% และ 45% มีค่าพลังไม่แตกต่างกับความหนัก 15%

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 30% มีค่าพลังมากกว่าความหนักที่ 60% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 15% 45% และ 75% มีค่าพลังไม่แตกต่างกับความหนักที่ 30%

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 45% มีค่าพลังมากกว่าความหนัก 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 15% 30% 60% และ 75% มีค่าพลังไม่แตกต่างกับความหนัก 45%

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 60% มีค่าพลังน้อยกว่าความหนัก 15% และ 30% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 45% 75% และ 90% มีค่าพลังไม่แตกต่างกับความหนัก 60%

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 75% มีค่าพลังมากกว่าความหนัก 90% และน้อยกว่าความหนัก 15% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 30% 45% และ 60% มีค่าพลังไม่แตกต่างกับความหนัก 75%

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 90% มีค่าพลังน้อยกว่าความหนัก 15% 30% 45% และ 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 60% มีค่าพลังไม่แตกต่างกับความหนัก 90%

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) ของค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	31804702.00	5	6360940.40	22.640	0.00*

*p<.05

จากตารางที่ 6 พบว่าค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM ของผู้เข้าร่วมการวิจัย มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ในขณะทำท่า Squat ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM

ระดับความหนักในการทำท่า Squat (% 1 RM)	$\bar{x}$ (นิวตัน)	15	30	45	60	75	90
		1781.36	2060.90	2441.31	2897.10	3029.77	3686.96
15	1781.36	-	-279.54*	-659.95*	-1115.74*	-1248.41*	-1915.59*
30	2060.90		-	-380.41*	-836.20*	-968.87*	-1636.06*
45	2441.31			-	-445.79	-588.46	-1255.65*
60	2897.10				-	-132.67	-799.86
75	3029.77					-	-667.19
90	3686.96						-

*p<.05

จากตารางที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด ในขณะทำท่า สควอท (Squat) ของความหนัก 15% มีค่าแรงน้อยกว่าความหนัก 30% 45% 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 30% มีค่าแรงมากกว่าความหนัก 15% และน้อยกว่าความหนัก 45% 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 45% มีค่าแรงมากกว่าความหนัก 15% และ 30% และน้อยกว่าความหนัก 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 60% และ 75% มีค่าแรงไม่แตกต่างกับความหนัก 45%

ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 60% มีค่าแรงมากกว่าความหนัก 15% และ 30% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 45% 75% และ 90% มีค่าแรงไม่แตกต่างกับความหนัก 60%

ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 75% มีค่าแรงมากกว่าความหนัก 15% และ 30% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 45% 60% และ 75% มีค่าแรงไม่แตกต่างกับความหนัก 75%

ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 90% มีค่าแรงมากกว่าความหนัก 15% 30% และ 45% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 60% และ 75% มีค่าแรงไม่แตกต่างกับความหนัก 90%

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) ของค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RMของผู้เข้าร่วมการวิจัย

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	12.909	5	2.582	62.512	0.00*

*p<.05

จากตารางที่ 8 พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RMของผู้เข้าร่วมการวิจัย มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90% ของ 1 RM

ระดับความหนักในการทำท่า Squat (% 1 RM)	$\bar{x}$ (เมตรต่อวินาที)	15	30	45	60	75	90
		1.70	1.33	1.07	0.77	0.75	0.48
15	1.70	-	0.38*	0.64*	0.93*	0.96*	1.23*
30	1.33		-	0.26	0.56*	0.58*	0.85*
45	1.07			-	0.30*	0.32*	0.59*
60	0.77				-	-0.02	0.29*
75	0.75					-	0.27
90	0.48						-

*p<.05

จากตารางที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่า สควอท (Squat) ของความหนัก 15% มีค่าความเร็วมากกว่าความหนัก 30% 45% 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 30% มีค่าความเร็วมากกว่าความหนัก 60% 75% และ 90% และน้อยกว่าความหนัก 15% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 45% มีค่าความเร็วไม่แตกต่างกับความหนัก 30%

ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 45% มีค่าความเร็วมากกว่าความหนัก 60% 75% และ 90% และน้อยกว่าความหนัก 15% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 30% มีค่าความเร็วไม่แตกต่างกับความหนัก 45%

ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 60% มีค่าความเร็วมากกว่าความหนัก 90% และน้อยกว่าความหนัก 15% 30% และ 45% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 75% มีค่าความเร็วไม่แตกต่างกับความหนัก 60%

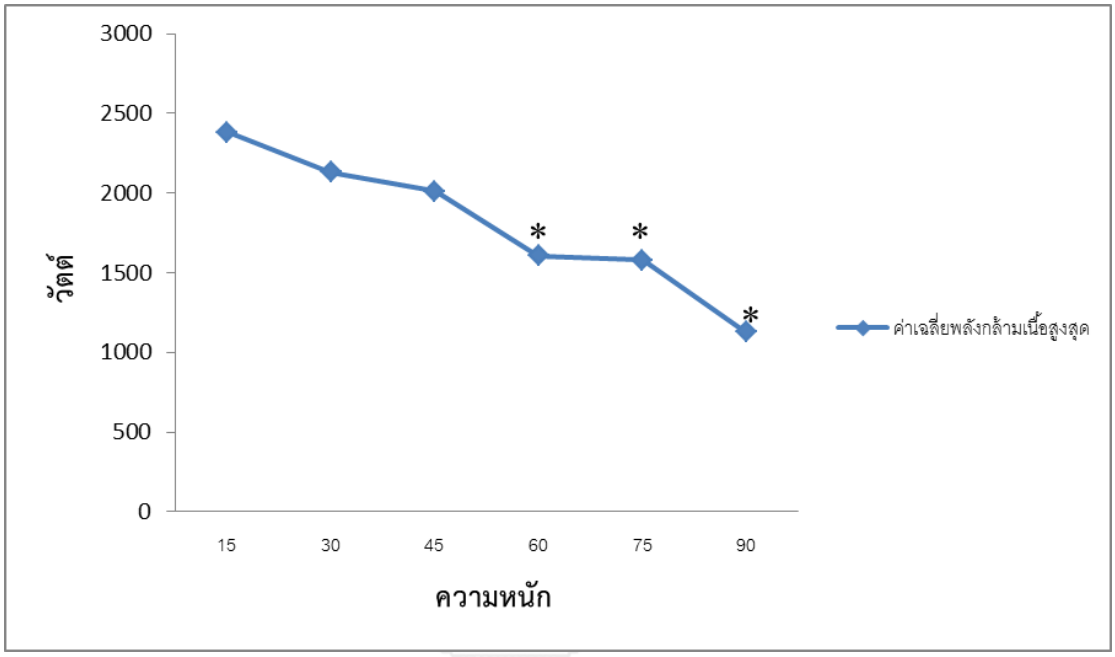
ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 75% มีค่าความเร็วน้อยกว่าความหนัก 15% 30% และ 45% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 60% และ 90% มีค่าความเร็วไม่แตกต่างกับความหนัก 75%

ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ของความหนัก 90% มีค่าความเร็วน้อยกว่าความหนัก 15% 30% 45% และ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ความหนัก 75% มีค่าความเร็วไม่แตกต่างกับความหนัก 90%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 กราฟแสดงค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุดและค่าความเร็วสูงสุด ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 เปอร์เซ็นต์ของ 1 RMของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90%ของ 1 RM

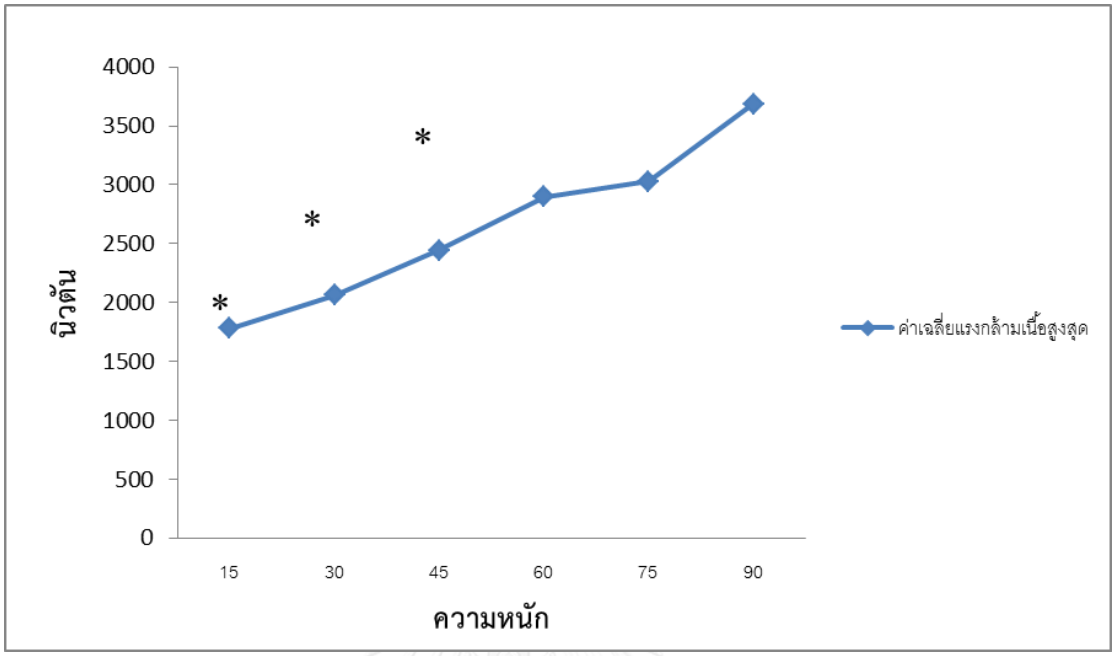


* มีความแตกต่างกับความหนัก 15% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากกราฟแสดงให้เห็นว่าค่าพลังสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% มีค่าพลังมากกว่าความหนัก 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90%ของ 1 RM

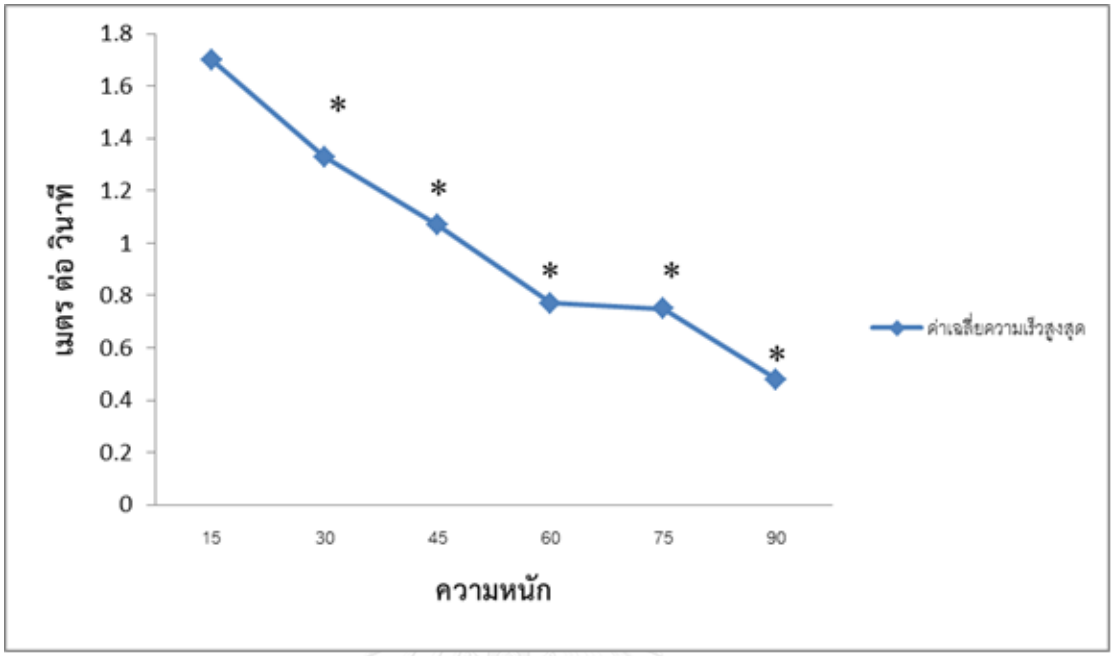


* มีความแตกต่างกับความหนัก 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากกราฟแสดงให้เห็นว่าค่าแรงสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 90% มีค่าแรงมากกว่าความหนัก 15% 30% และ 45% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% 30% 45% 60% 75% และ 90%ของ 1 RM



* มีความแตกต่างกับความหนัก 15% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากกราฟแสดงให้เห็นว่าค่าความเร็วสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% มีค่าความเร็วมากกว่าความหนัก 30% 45% 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย ช่วงอายุ 18-25 ปี ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยมีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีอาการบาดเจ็บรุนแรงก่อนเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 12 คนและกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่า 1.5 การแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของโคเฮน (Cohen, 1988) ค่าแอลฟาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 0.5 และค่าอำนาจของการทดสอบ (Power of the test) ที่ 0.8 และเนื่องจากงานวิจัยมีระยะเวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างเพื่อป้องกันการสูญเสียของกลุ่มตัวอย่าง (Drop out) ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 18 คน แต่หลังจากการวิจัยมีผู้เข้าร่วมการวิจัยเหลือทั้งหมด 13 คน เนื่องจากผู้เข้าร่วมการวิจัยบางคนเข้าร่วมวิจัยไม่ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ของระยะเวลาทั้งหมดและมีการขอออกจากการทดลอง โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงและทำการประชาสัมพันธ์เพื่อได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยตัวผู้วิจัยเอง กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดต้องทำการทดลองทั้ง 6 การทดลอง ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดขณะฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกัน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure) หากพบว่ามีความแตกต่างกันจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าพลังสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% มีค่าพลังมากกว่า ความหนัก 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าแรงสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 90% มีค่าแรงมากกว่า ความหนัก 15% 30% และ 45% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าความเร็วสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% มีค่าความเร็วมากกว่า ความหนัก 30% 45% 60% 75% และ 90% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกันจะมีผลฉับพลันทำให้พลังมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังสูงสุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเป็นไปตามสมมติฐาน ซึ่งผลที่ได้ค่าพลังสูงสุดในขณะทำท่า สควอท (Squat) ที่ความหนัก 15% มีค่าพลังมากกว่าความหนัก 60% 75% และ 90% จากการวิจัยของDavid M Frost et al. (2010)ได้กล่าวว่าแรงต้านด้วยแรงดันอากาศหรือนิวเมติกถูกคิดมาจากกฎของนิวตันข้อที่ 2 ซึ่งความเร่งจะแปรผันตรงกับแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ ทำให้ค่าพลังกล้ามเนื้อที่ความหนักที่น้อยจะมีความเร็วมากกว่าความหนักที่มาก ซึ่งผลที่ได้ความหนักที่15% มีค่าพลังสูงที่สุด และมีค่าความเร็วสูงที่สุด กว่าความหนักอื่นๆ ผลคูณของค่าพลังมีค่าสูงที่สุดอยู่ที่ความหนักที่ 15% ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดและข้อเสนอแนะของSharkey and Gaskill (2006) ได้กล่าวว่าพลังเท่ากับผลคูณของความแข็งแรงกับความเร็ว ถ้าความแข็งแรงมากจะทำให้พลังมีค่าเพิ่มขึ้น หรือถ้ามีความเร็วมากก็จะทำให้พลังมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของDavid Michael Frost et al. (2008) ได้กล่าวว่า แรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีความหนักที่น้อยจะทำให้เกิดความเร็วมากที่สุดและความเร็วนั้นจะสามารถไปทำให้ค่าพลังมีค่าสูงกว่าความหนักอื่นๆ

2. จากสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกันจะมีผลฉับพลันทำให้แรงมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบความแตกต่างของแรงสูงสุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเป็นไปตามสมมติฐาน ซึ่งผลที่ได้ค่าแรงสูงสุดในขณะทำท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 90% มีค่าแรงมากกว่าความหนัก 15% 30% และ 45% จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าที่ความหนักที่มากจะทำให้ค่าแรงมากกว่าที่ความหนักที่น้อยเนื่องจากค่าของความเร่งจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ สอดคล้องกับDavid M Frost et al. (2010) ได้กล่าวว่าแรงต้านด้วยแรงดันอากาศหรือนิวเมติกถูกคิดมาจากกฎของนิวตันข้อที่ 2 ซึ่งความเร่งจะแปรผันตรงกับแรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุ และ

แปรผกผันกับมวลของวัตถุวัตถุ และสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ(K. Häkkinen and P. V. Komi, 1985 อ้างถึงใน เอกลักษณ์ แสนสุข, 2550) กล่าวว่าการใช้ความหนักในระดับสูงและกล้ามเนื้อทำงานด้วยอัตราความเร็วที่ต่ำจะนำไปสู่การพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดเป็นหลัก และการพัฒนาจะลดลงเมื่อกล้ามเนื้อทำงานด้วยอัตราความเร็วที่สูงขึ้น

3. จากสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า ในขณะทำท่าสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่แตกต่างกันจะมีผลฉับพลันทำให้ความเร็วมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบความแตกต่างของความเร็วสูงสุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเป็นไปตามสมมติฐาน ซึ่งผลที่ได้ค่าความเร็วสูงสุดในขณะทำท่า Squat ที่ความหนัก 15% มีค่าความเร็วมากกว่า ความหนัก 30% 45% 60% 75% และ 90% จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าความหนักที่น้อยจะทำให้ค่าความเร็วมีค่ามากกว่าความหนักที่มาก สอดคล้องกับงานวิจัยของDavid Michael Frost et al. (2008) ได้กล่าวว่า แรงต้านจากแรงดันอากาศที่มีความหนักที่น้อยจะทำให้เกิดความเร็วมากที่สุดและความเร็วนั้นจะสามารถไปทำให้ค่าพลังกล้ามเนื้อมีค่าสูงกว่าความหนักอื่นๆ และสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ(ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536 อ้างถึงใน ชนวัฒน์ สรรพสิทธิ์, 2551)กล่าวว่า ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร็ว แรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงเมื่ออัตราการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้แรงมากที่สุดเมื่อความเร็วในการหดตัวเป็นศูนย์ ในทำนองเดียวกันกล้ามเนื้อจะหดตัวได้ความเร็วมากที่สุดเมื่อไม่มีแรงต้านทานเลย หรือกล่าวได้ว่าเมื่อมีแรงต้านทานกล้ามเนื้อจะหดตัวด้วยความเร็วที่น้อยลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาทดลองฝึกในความหนักที่ 15-90% ที่ระยะเวลา 6-8 สัปดาห์

2. ควรมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศกับการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนัก

3. ในทำการวิจัยครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมการทดลองควรได้รับคำแนะนำเพื่อจะได้ทำการปฏิบัติอย่างถูกต้องเพื่อป้องกันอาการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ในการทดสอบที่ความหนักมากควรมีผู้ช่วยวิจัยอย่างน้อย 1 คน เพื่อคอยให้ความช่วยเหลือและดูแลผู้เข้าร่วมการวิจัย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาเพื่อความเป็นเลิศหรือนักกีฬาระดับอาชีพ

2. ในการศึกษาครั้งต่อไปจัดสัดส่วนของความหนักในการฝึกให้มีความละเอียดมากขึ้น

3. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการฝึกแรงต้านจากแรงดันอากาศกับการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนัก โดยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง 6 สัปดาห์ เพื่อที่จะนำข้อมูลมาใช้ในการจัดโปรแกรมการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤตมุข หล่าบรรเทา (2554). **การเปรียบเทียบผลการฝึกด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบฟรีเวทที่ใช้แรงต้านจากแรงอัดอากาศผสมกับแรงต้านด้วยน้ำหนักในสัดส่วนที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ**. ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนวัฒน์ สรรพสิทธิ์ (2551). **การเปรียบเทียบผลของการฝึกวิ่งเร็วแบบก้าวกระโดดกับการฝึกวิ่งลากถ่วงน้ำหนักที่มีต่อความสามารถในการเร่งความเร็วของนักกีฬาระยะสั้นชาย อายุระหว่าง 14-16ปี**. ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัธน์. (2536). **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย**. กรุงเทพมหานคร : คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.

ธงทอง ทรงสุภาพ. (2554). **การเปรียบเทียบระดับแรงเบรกแบบเอ็คเซ็นตริกที่แตกต่างกันขณะแบกน้ำหนักกระโดดที่มีผลฉับพลันต่อพลังกล้ามเนื้อในนักกีฬาชายที่มีความแข็งแรงสัมพัทธ์สูง**. ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกลักษณ์ แสนสุข. (2550). **การเปรียบเทียบผลของการฝึกเด็พธ์จัมพ์ และการฝึกสควอทจัมพ์ด้วยน้ำหนัก ที่มีต่อการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลชายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**. ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาษาอังกฤษ

Baechle, T., & Earle, R. (2000). **Essentials of strength training and conditioning**. Human Kinetics, Champaign, IL.

BAKER, D. (2001). A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 15(2), 198-209.

Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. **Journal of Applied Physiology**, 74(1), 359-368.

Bevan, H. R., Bunce, P. J., Owen, N. J., Bennett, M. A., Cook, C. J., Cunningham, D. J., Kilduff, L. P. (2010). Optimal loading for the development of peak power output in professional rugby players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 24(1), 43-47.

Bompa, T. O., & Calcina, O. (1993). **Periodization of strength: The new wave in strength training**: Veritas Pub.

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

De Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinos, T. M., Orr, R., & Singh, M. A. F. (2005). **Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults**. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 60(5), 638-647.

Faulkner, J., Claflin, D., & McCully, K. (1986). **Power output of fast and slow fibers from human skeletal muscles**. Human muscle power, 81-94.

Fielding, R., LeBrasseur, N., Cuoco, A., Bean, J., Mizer, K., & Fiatarone-Singh, M. (2002). **High velocity power training increases skeletal muscle strength and power in community-dwelling older women**. J Am Geriatr Soc, 50, 655-662.

Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1997). **Designing Resistance Training Programs**. Human Kinetics, Champaign, IL.

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

Frost, D. M., Cronin, J. B., & Newton, R. U. (2008). A comparison of the kinematics, kinetics and muscle activity between pneumatic and free weight resistance. **European journal of applied physiology**, 104(6), 937-956.

Haff, G. G., Stone, M., O'Bryant, H. S., Harman, E., Dinan, C., Johnson, R., & Han, K.-H. (1997). Force-Time Dependent Characteristics of Dynamic and Isometric Muscle Actions. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 11(4), 269-272.

Haff, G. G., Whitley, A., & Potteiger, J. A. (2001). A Brief Review: Explosive Exercises and Sports Performance. **Strength & Conditioning Journal**, 23(3), 13.

Häkkinen, K., & Komi, P. (1985). **Changes in electrical and mechanical behavior of leg extensor muscles during heavy resistance strength training**. Scand J Sports Sci, 7(2), 55-64.

Häkkinen, K., & Komi, P. V. (1985). Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensors muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. **Scand J Sports Sci**, 7(2), 65-76.

Jozsi, A., Campbell, W., Joseph, L., Davey, S., & Evans, W. (1999). Changes in power with resistance training in older and younger men and women. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, 54(11), 591-596.

Kaneko, M., Fuchimoto, T., Toji, H., & Suei, K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. **Scand J Sports Sci**, 5(2), 50-55.

Kawamori, N., & Haff, G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 18(3), 675-684.

McBride, J. M., TRIPLETT-MCBRIDE, T., DAVIE, A., & NEWTON, R. U. (1999). A Comparison of Strength and Power Characteristics Between Power Lifters, Olympic Lifters, and Sprinters. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 13(1), 58-66.

Chulalongkorn University

Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy. **Strength & Conditioning Journal**, 16(5), 20-31.

Newton, R. U., Murphy, A. J., Humphries, B. J., Wilson, G. J., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (1997). Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, 75(4), 333-342.

Sale, D. G. (1992). **Neural adaptation to strength training**. strength and Power in Sport., 249-265.

Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2006). **Sport physiology for coaches** (Vol. 10): Human Kinetics.

Siegel, J. A., Gilders, R. M., Staron, R. S., & Hagerman, F. C. (2002). Human muscle power output during upper-and lower-body exercises. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 16(2), 173-178.

Sleivert, G., & Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. **European journal of applied physiology**, 91(1), 46-52.

Stone, M. H., O'BRYANT, H. S., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M., & Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 17(1), 140-147.

Thomas, M., Fiatarone, M. A., & Fielding, R. A. (1996). **Leg power in young women: relationship to body composition, strength, and function**. Medicine and science in sports and exercise, 28(10), 1321-1326.

Turner, A. P., Unholz, C. N., Potts, N., & Coleman, S. G. S. (2012). Peak Power, Force, and Velocity During Jump Squats in Professional Rugby Players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 26(6), 1594-1600. doi: 10.1519/JSC.0b013e318234ebe5

Weineck, J. (1990). **Functional anatomy in sports**, 2nd ed., St: Louis.

Wilson, G. J. (1994). **Strength and power in sport**. Applied anatomy and biomechanics in sport, 110-208.

Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. **Medicine and science in sports and exercise**, 25(11), 1279-1286.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บันทึกข้อความ แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรม

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่รับ 01810
วันที่ 27 พ.ค. 58 เวลา 11.14 น.

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-8147

ที่ จว 383 /58 **วันที่** 7 พฤษภาคม 2558

เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ตามที่นิสิต/บุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในการนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลักได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 053.1/58 เรื่อง ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่ต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด (ACUTE EFFECTS DURING PNEUMATIC RESISTANCE TRAINING USING DIFFERENT INTENSITY ON PEAK POWER, FORCE AND VELOCITY) **ของ นายนภัส สังข์ทอง**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
กรรมการและเลขานุการ
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรียน คณบดี ผ่าน รองคณบดี ฝ่าย ดร. วิทยสิ สิมีสอัสสิ

เพื่อโปรด
- ☑ ทราบ และดำเนินการต่อไปด้วย
- ☐ พิจารณา
- ☐ สงวนไว้
- ☐ อนุมัติ

ลงชื่อ ... 7 ก.ค. 2558

ขอแสดงความยินดีกับนิสิตด้วยครับ

ทราบ-ดำเนินการต่อไปด้วย
27 พ.ค. 58

ใบรับรองโครงการวิจัย

AF 01-12

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาคารสถาบัน 2 ชั้น 4 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 0-2218-8147 โทรสาร: 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 097/2558

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 053.1/58 : ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักที่ต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด

ผู้วิจัยหลัก : นายนภัส สังข์ทอง

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 : 21 เมษายน 2558 **วันหมดอายุ** : 20 เมษายน 2559

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

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

เลขที่โครงการวิจัย 053.1/58
วันที่รับรอง 21 เม.ย. 2558
วันหมดอายุ 20 เม.ย. 2559

เงื่อนไข

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

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด

ชื่อผู้วิจัย นายนภัส สังข์ทอง ตำแหน่ง นิสิตระดับมหาบัณฑิต

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์มือถือ 086-9626476 E-mail : napat_sungthong_ice@hotmail.com

เรียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) ศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่โครงการวิจัย 053.1/58
วันที่รับรอง 21 เม.ย. 2558
วันหมดอายุ 20 เม.ย. 2559

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด
2. เพื่อเปรียบเทียบผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 18 คน โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 18 คน ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน

ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงและทำการประชาสัมพันธ์เพื่อได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยตัวผู้วิจัยเอง โดยเลือกเฉพาะนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์การคัดเข้าของงานวิจัย

เกณฑ์คัดเข้า

1. ผู้เข้าร่วมในการทดลองต้องเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย *เพศชาย ช่วงอายุ 18-25 ปี*
2. ผู้เข้าร่วมในการทดลองต้องมีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีอาการบาดเจ็บรุนแรงก่อนเข้าร่วมการวิจัย *โดยผู้วิจัยจะทำการคัดกรองว่ามีสุขภาพแข็งแรงด้วยตัวเองโดยการทำแบบสอบถามประวัติสุขภาพ*
3. เป็นผู้ที่มีความแข็งแรงสัมบูรณ์ มากกว่า 1.5

4. *ผู้เข้าร่วมในการทดลองจะต้องไม่มีการเข้าร่วมในการวิจัยอื่นที่มีการออกกำลังกายเช่นกัน*
5. *ผู้เข้าร่วมในการทดลองที่ออกกำลังกายเป็นประจำจะไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้*

ลขที่โครงการวิจัย 053.1/s
วันที่รับรอง 21 พ.ย. 2558
วันหมดอายุ 20 พ.ย. 2559

เกณฑ์การคัดออก

1. **ผู้เข้าร่วมการทดลองได้เข้าร่วมการทดลองต่ำกว่า 3 ครั้ง**
2. **ผู้เข้าร่วมการทดลองเกิดเหตุสุดวิสัยทำให้ไม่สามารถร่วมการทดลองต่อได้**

นอกจากนี้ในการคัดเลือกนั้นผู้วิจัยจะนำผู้เข้าร่วมการทดลองมาทำการทดสอบหาค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกผู้เข้าร่วมการทดลองที่อยู่ในเกณฑ์ของงานวิจัย

การหาค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ ผู้วิจัยจะเป็นผู้ทำการทดสอบและหาค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ ของผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคน โดยทำการทดสอบด้วยเครื่อง Keiser's Air 300 Squat ในท่า Half squat โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. *ผู้วิจัยให้ผู้เข้าร่วมการทดลองประมาณน้ำหนักที่สามารถยกได้ 3-4 ครั้ง*
2. *ต่อจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทำท่า Half squat ต้านกับน้ำหนักที่ได้ประมาณไว้จนกว่าจะไม่สามารถทำได้ หลังจากนั้นเสร็จสิ้นการทดสอบ*
3. *ผู้เข้าร่วมการทดลองที่มีค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ อยู่ในเกณฑ์สามารถเข้าร่วมการทดลองนี้ได้ หากกรณีที่มีจำนวนผู้เข้าร่วมการทดลองเกินที่กำหนดคือ 18 คน จะทำการสุ่มโดยวิธีจับฉลาก*
4. *ผู้เข้าร่วมการทดลองที่มีค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ไม่อยู่ในเกณฑ์ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองนี้ได้ ผู้วิจัยจะทำการอธิบายแนะนำสาเหตุและมอบปากกาเป็นของที่ระลึกกับผู้ที่ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองนี้ได้ทุกคน*

กระบวนการวิจัย

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ชี้แจงรายละเอียด ขั้นตอน วิธีการต่างๆเกี่ยวกับการทดลอง รวมถึงความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการทดลองและประโยชน์ต่างๆที่จะได้รับจากการเข้าร่วมการทดลอง โดยผู้เข้าร่วมการทดลองจะต้องมาร่วมการทดลองตามวันและเวลาที่กำหนดและในการทดลองในทุกๆครั้ง ผู้เข้าร่วมการทดลองจะต้องแต่งการให้เหมาะสมสำหรับการทดลองคือ *แต่งกายด้วยชุดกีฬาและสวมรองเท้ากีฬา* โดยผู้เข้าร่วมการทดลองจะต้องเป็นคนเตรียมเอง เมื่อผู้เข้าร่วมการทดลองทราบรายละเอียดและยินดีที่จะเข้าร่วมการทดลอง ผู้วิจัยจึงจะให้ผู้เข้าร่วมการทดลองลงนามยินยอม

ผู้วิจัยจะแบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 18 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ต้องทำการทดลองทั้ง 6 การทดลองตามการถ่วงดุลลำดับ (Counterbalancing) โดยผู้เข้าร่วมการทดลองจะต้องทำการทดลองด้วยเครื่อง Keiser's Air 300 Squat ในท่า Half squat ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทำการทดลองที่ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬาคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกๆวันเสาร์ช่วงเวลา 12.00 – 16.00 น.ของสัปดาห์นั้นๆ โดยโปรแกรมการทดสอบของแต่ละคนนั้นใช้เวลาครั้งละประมาณ 15-20 นาที

ขั้นตอนในการทดลองมีดังนี้

1. *ก่อนการทดลองด้วยเครื่อง Keiser's Air 300 ในท่า Half squat (แบกน้ำหนักย่อตัวทำมุม 90 องศา) ต้องทำการอบอุ่นร่างกาย และยืดกล้ามเนื้อ 5-10 นาที*
2. *ผู้เข้าร่วมการทดลองได้ทำการทดลองด้วยเครื่อง Keiser's Air 300 ในท่า Half squat สัปดาห์ละ 1 การทดลอง การทดลองละ 3 ครั้งต่อเนื่อง ทุกวันเสาร์ช่วงเวลา 12.00 – 16.00 น.รวมทั้งหมด 6 การทดลอง ที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักต่างกัน*
3. *เมื่อสิ้นสุดการทดลองผู้เข้าร่วมการทดลองสามารถแยกย้ายตามอัธยาศัย*

สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬาคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีอุปกรณ์ดังนี้

1. *เครื่อง Keiser's Air 300 ใช้ในการทดสอบค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ และการทดลองทั้งหมด 6 การทดลองที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักต่างกัน*
2. *เครื่องแท่นวัดแรงรุ่น400S ใช้ในการเก็บข้อมูล*

โดยมีผู้วิจัยคือ นายนภัส สังข์ทอง นิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา เป็นผู้กำกับดูแลและควบคุม จำนวน 1 ท่าน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน ทำการทดลองทุกๆวันเสาร์ของแต่ละสัปดาห์นั้นๆ ในแต่ละวันของการฝึกจะมีของว่างมอบให้แก่ผู้เข้าร่วมการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลองทั้งหมดผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับเสื้อเป็นของที่ระลึกทุกคน

อันตรายหรือความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น

วิธีการ การดำเนินการวิจัยและโปรแกรมต่างๆได้มีการตรวจสอบอย่างรอบคอบและได้รับการดูแลในขณะทำการทดลองอย่าใกล้ชิดเพื่อที่จะไม่ให้เกิดอันตรายใดๆ ที่ทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย หลังจากการทดลองผู้เข้าร่วมการทดลองอาจจะเกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อขา อาการดังกล่าวจะหายเป็นปกติในเวลาอันสั้น ทั้งนี้ก่อนและหลังการทดลองผู้วิจัยมีคำแนะนำให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทุกท่านทำการอบอุ่นร่างกายทั้งก่อนและหลังการทดลอง และพักผ่อนให้เพียงพอ เพื่อป้องกันอาการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น *หากผู้เข้าร่วมการทดลองเกิดอาการบาดเจ็บในระหว่างการทดลอง ให้แจ้งผู้วิจัยและทำการหยุดการทดลองโดยทันที เพื่อทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นโดยทันทีและจะทำการส่งต่อสถานพยาบาลต่อไป โดยที่ผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการแลรักษา*

ประโยชน์ในการเข้าร่วมวิจัย

1. ได้ทราบวิธีการ ท่าทางในการฝึก ขั้นตอนในการใช้เครื่องมือในการทดลอง
2. ข้อมูลต่างๆสามารถนำไปพัฒนาในการฝึกซ้อมหรือออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมได้

เลขที่โครงการวิจัย 053.1/58
วันที่รับรอง 21 เม.ย. 2558
วันหมดอายุ 20 เม.ย. 2559

การพิทักษ์สิทธ์ของกลุ่มตัวอย่าง

โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการต่างๆของการเก็บข้อมูลและประโยชน์ต่างๆที่จะได้รับ พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการเข้าร่วมในการวิจัยโดยสมัครใจ และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ ข้อมูลที่ได้ต่างๆในการวิจัยจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเท่านั้นโดยจะมีการเสนอผลการวิจัยโดยภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลต่างๆที่อาจจะนำไปสู่การเปิดเผยข้อมูลที่ระบุเป็นตัวท่านจะได้รับการปกปิดและจะไม่ปรากฏในรายงาน ยกเว้นคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลต่างๆของท่านจะถูกเก็บเป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับการดูแล ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะมีการเปิดเผยผลของการวิจัยเป็นภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยประการใด กรุณาติดต่อ นายนภัส สังข์ทอง โทรศัพท์มือถือ 086-9626476 E-mail : napat_sungthong_ice@hotmail.com

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 หรือ 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th"

ขอบคุณความร่วมมือของท่านไว้ ณ ที่นี้

นายนภัส สังข์ทอง

เลขที่โครงการวิจัย 053.1/58

วันที่รับรอง 21 เม.ย. 2558

วันหมดอายุ 20 เม.ย. 2559

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด

เลขที่โครงการวิจัย 053.1/58

ชื่อผู้วิจัย นายนภัส สังข์ทอง ตำแหน่ง นิสิตระดับมหาบัณฑิต

วันที่รับรอง 21 พ.ย. 2558

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

วันหมดอายุ 20 พ.ย. 2559

ที่อยู่ที่ติดต่อผู้วิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์มือถือ 086-9626476 **E-mail :** napat_sungthong_ice@hotmail.com

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการทดสอบหาค่าความแข็งแรงสมบูรณ์ด้วยเครื่อง Keiser' air 300 ในท่า Half squat (แบกน้ำหนักย่อตัวเป็นมุม 90 องศา) รอบละไม่เกิน 4 ครั้ง จนกว่าความหนักในการทดสอบในรอบนั้นจะไม่สามารถแบกน้ำหนักขึ้นได้เกิน 4 ครั้ง และเข้ารับการทดลองด้วยเครื่อง Keiser' air-300 ในท่า Half squat สัปดาห์ละ 1 การทดลอง การทดลองละ 3 ครั้งต่อเนื่อง ทุกวันเสาร์ช่วงเวลา 12.00 – 16.00 น. โดยการทดลองแต่ละสัปดาห์จะใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที รวมทั้งหมด 6 การทดลอง ที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักต่างกัน

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลต่อการศึกษาและจะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147, 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....
(นายนภัส สังข์ทอง)
ผู้วิจัยหลัก

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

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามสุขภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถามสุขภาพ

โปรดกรอกข้อมูลและตามคำถามต่อไปนี้ตามความเป็นจริง ข้อมูลทั้งหมดในแบบสอบถามต่อไปนี้จะเป็นความลับและใช้ในงานวิจัยเท่านั้น

ส่วนที่1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ.....นามสกุล.....
2. วัน/เดือน/ปีเกิด.....อายุ.....ปี
3. น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร
4. ที่อยู่ปัจจุบัน.....

   เบอร์โทรศัพท์.....

   E-MAIL.....

ส่วนที่2 ข้อมูลสุขภาพ

1. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

   มี ☐ ไม่มี ☐ โปรดระบุ.....
2. ท่านป่วยเป็นโรค เช่น โรคหัวใจ ความดันโลหิต หรือไม่

   เป็น ☐ ไม่เป็น ☐ โปรดระบุ.....
3. ท่านเคยได้รับการผ่าตัดบริเวณ หลัง สะโพก เข่า ข้อเท้า หรือไม่

   เคย ☐ ไม่เคย ☐ โปรดระบุ.....
4. ท่านเคยได้รับอุบัติเหตุหรือบาดเจ็บรุนแรง หรือไม่

   เคย ☐ ไม่เคย ☐ โปรดระบุ.....
5. ท่านมีอาการบาดเจ็บเกี่ยวกับ หลัง สะโพก เข่า ข้อเท้า ในช่วงระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา หรือไม่

   มี ☐ ไม่มี ☐ โปรดระบุ.....

เลขที่โครงการวิจัย 053.1/58

วันที่รับรอง 21 เม.ย. 2558

วันหมดอายุ 20 เม.ย. 2559

30

เลขที่โครงการวิจัย 053.1/58

วันที่รับรอง 21 เม.ย. 2558

วันหมดอายุ 20 เม.ย. 2559

ส่วนที่3 ประวัติการออกกำลังกาย .

1. ท่านให้เวลากับการออกกำลังกายมากน้อยเพียงใด
   - ☐ ไม่ได้ออกกำลงกายมานานอย่างน้อย 3 เดือน
   - ☐ ออกกำลังกายเป็นบางครั้ง เมื่อมีโอกาส
   - ☐ ออกกำลังกายประจำทุกครั้ง เมื่อมีโอกาส
   - ☐ ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ
2. โดยเฉลี่ยท่านออกกำลังกายหรือเล่นกีฬากี่วัน/สัปดาห์
   - ☐ น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์
   - ☐ 1 ครั้ง/สัปดาห์
   - ☐ 2-3 ครั้ง/สัปดาห์
   - ☐ มากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์
3. โปรดระบุประเภทกีฬา หรือการออกกำลังกายของท่าน

   ระบุ.....
4. ระยะเวลาในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาของท่านแต่ละครั้ง
   - ☐ น้อยกว่า 20 นาที/ครั้ง
   - ☐ 20-30 นาที/ครั้ง
   - ☐ 30-45 นาที/ครั้ง
   - ☐ มากกว่า 45 นาที/ครั้ง

สรุปผลแบบสอบถามสุขภาพ ☐สามารถเข้าร่วมงานวิจัยได้ ☐สามารถเข้าร่วมงานวิจัยได้

ผู้ดำเนินการสอบถาม.....

(นายนภัส สังข์ทอง)

ภาคผนวก ค
โปรแกรมการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โปรแกรมการทดสอบ

รูปแบบของการฝึกสควอท (Squat) ทำการทดสอบโดยการถ่วงดุลลำดับระยะเวลาในการทดสอบทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศ มี 6 การทดลอง ได้แก่

1. การทดลองที่ 1 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่15 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

2. การทดลองที่ 2 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่30 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

3. การทดลองที่ 3 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่45 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

4. การทดลองที่ 4 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่60 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

5. การทดลองที่ 5 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่75 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

6. การทดลองที่ 6 ฝึกสควอท (Squat) ด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนักที่90 % ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทำให้เร็วที่สุด

ตาราง Counter balance ของการทดสอบทั้ง 6 การทดลอง

การทดลอง/ สัปดาห์	**การทดลอง ที่ 1**	**การทดลอง ที่ 2**	**การทดลอง ที่ 3**	**การทดลอง ที่ 4**	**การทดลอง ที่ 5**	**การทดลอง ที่ 6**
สัปดาห์ที่ 1	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6
สัปดาห์ที่ 2	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 1
สัปดาห์ที่ 3	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
สัปดาห์ที่ 5	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
สัปดาห์ที่ 6	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5

ภาคผนวก ง
วิธีการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการหาน้ำหนัก 1 RM

ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยปฏิบัติดังนี้

1. ทำการอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อส่วนล่าง
2. ทำการอบอุ่นร่างกายโดยการทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือ 10-15ครั้งด้วยความหนักที่เบา
3. เมื่อเริ่มการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการยกน้ำหนักในท่าสควอท (Squat) จนไม่สามารถยกน้ำหนักในครั้งที่ 4 ได้ ถ้าหากผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถยกน้ำหนักเกิน 4ครั้ง ให้ทำการหยุดพัก และพร้อมที่จะทำการยกน้ำหนักในครั้งต่อไปด้วยความหนักที่หนักขึ้น
4. นำความหนักที่ได้มาคำนวณเปรียบเทียบหาค่า 1 RM โดยใช้ตารางการเปรียบเทียบของ (Baechle and Earle (2000))

จำนวนครั้งที่สามารภยกได้มากที่สุด(Repetitions maximum)	1	2	3	4
เปอร์เซ็นต์ของค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้สูงสุดเพียงครั้งเดียว (% 1 RM)	100	95	93	90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

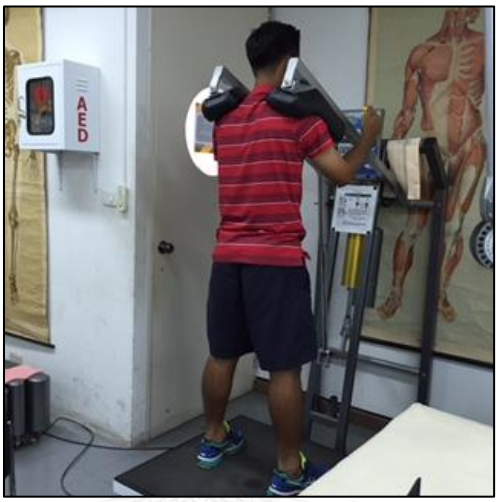
วิธีการทดสอบด้วยเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศ

1. นำแท่นวัดแรงมาวางบนเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศในท่าสควอท (Squat) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลขณะทำการทดสอบ

2. ทำการอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อส่วนล่าง

3. ทำการอบอุ่นร่างกายโดยการทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือ 10-15ครั้งด้วยความหนักที่เบา

4. เมื่อทำการอบอุ่นร่างกายเสร็จเรียบร้อนให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยขึ้นไปยืนบนเครื่องในท่ายืนตรงของท่าสควอท (Squat) ดังรูป



5. เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่มให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยต่อตัวลงอย่างรวดเร็วเป็นมุม 90 องศา แล้วทำการยืดตัวขึ้นมาในท่าเริ่มต้น ทำติดต่อกันทั้งหมด 3 ครั้งต่อเนื่อง จึงจะเสร็จการทดลองดังรูป

ภาคผนวก จ
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการทดสอบ

1. อาจารย์ ดร.นิรอมลี มะกาเจ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์-การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์-การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. อาจารย์ เอกวิทย์ แสวงผล สถาบันพลศึกษาวิทยาเขตกรุงเทพ และผู้ฝึกสอนกรีฑาทีมชาติไทย

4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร กมุทศรี อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิลักษณ์ เทียนทอง อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์-การกีฬามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมินเนื้อหาของโปรแกรมการทดสอบ IOC

เรียน

ขอให้ท่านผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเนื้อหาแต่ละข้อให้สอดคล้องกับโปรแกรมการทดสอบผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในโปรแกรมการทดสอบ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมในโปรแกรมการทดสอบ

-1 หมายถึง ไม่มีความเหมาะสมในโปรแกรมการทดสอบ

เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
1. โปรแกรมการทดสอบ -ความหนักในการทดสอบด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 15 % ของ 1 RM -ความหนักในการทดสอบด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 30 % ของ 1 RM -ความหนักในการทดสอบด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 45 % ของ 1 RM -ความหนักในการทดสอบด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 60 % ของ 1 RM -ความหนักในการทดสอบด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 75 % ของ 1 RM				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้องและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
-ความหนักในการทดสอบด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศที่ความหนัก 90 % ของ 1 RM -จำนวนครั้งในการทดสอบ 3 ครั้ง -จำนวนเซต 1 เซต -ความถี่ในการทดสอบ 1 ครั้ง/สัปดาห์ -ระยะเวลาทดสอบทั้งหมด 6 สัปดาห์ 2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ -เครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศ Keiser's Air 300 Squat ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้ในการทดสอบความแข็งแรง -แท่นวัดแรงรุ่น 400S (400 Series force plate) ประเทศออสเตรเลีย ใช้ในการทดสอบพลังกล้ามเนื้อ				
ค่าเฉลี่ย				

ภาคผนวก ฉ
บันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์ในการยืมสถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.02-2181040

ที่ ศธ0512.24 (วช) / พิเศษ **วันที่** 17 เมษายน 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ยืมเครื่องมือและสถานที่เพื่อใช้ในการทำวิจัย

เรียน คณบดี ผ่านรองคณบดี (รองศาสตราจารย์ ดร. ดรุณวรรณ สุขสม)

ด้วย นายนภัส สังข์ทอง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ 2 แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาโครงการวิจัยเรื่อง “ผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก เพื่อให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงผ่านไปด้วยดี ในการนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ยืมอุปกรณ์ในการทำวิจัยดังนี้

1. เครื่อง Keiser A-300 Squat จำนวน 1 เครื่อง
2. แท่นวัดแรงรุ่น 400S (400 Series force plate) จำนวน 1 เครื่อง
3. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 2 เครื่อง

และขอความอนุเคราะห์ใช้ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อใช้ในการทดสอบผลฉับพลันขณะฝึกด้วยแรงต้านจากแรงดันอากาศด้วยความหนักต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด ในระหว่างวันที่ 20 เมษายน – 30 มิถุนายน 2558 โดยทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานในรายละเอียดต่อไป และหากเครื่องมือเกิดการชำรุดเสียหาย นิสิตยินดีขอรับผิดชอบค่าเสียหายที่เกิดขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

.....

(นายนภัส สังข์ทอง)

ผู้วิจัยหลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ภาคผนวก ช
อุปกรณ์ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือ

เครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านจากแรงดันอากาศในท่า Squat (Keiser's Air 300 Squat)ประเทศสหรัฐอเมริกา)

ข้อมูลเบื้องต้น

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

วิธีการ

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองทำตามโปรแกรมการทดสอบที่ได้รับมอบหมาย ตามลักษณะการทำงานของเครื่องมือในท่าสควอท (Squat)

2. ใช้แรงดันอากาศตามความหนักที่ได้รับมอบหมาย

3. หลังจากได้ยินเสียงสัญญาณให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบ เริ่มปฏิบัติได้ หลังจากทำการปฏิบัติเสร็จสิ้น ผู้วิจัยทำการบันทึกผลการทดสอบ

เครื่องมือ

แท่นวัดแรงรุ่น 400S (400 Series force plate) จากประเทศออสเตรเลีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายนภัส สังข์ทอง เกิดเมื่อวันที่ 26 กันยายน 2533 ที่อยู่ปัจจุบัน 654/81 ถนนกาญจนวานิช ตำบลพะวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90100 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำลังศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต แขนงวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคปลาย ปีการศึกษา2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University