ผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด

ว่าที่ร้อยโทสุหัท ภู่ทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACUTE EFFECT OF COMPLEX TRAINING USING DIFFERENT REPETITION AND REST INTERVAL ON PEAK POWER, FORCE AND VELOCITY DURING JUMP SQUAT

Acting First Lieutenant Suhut Poothong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2015
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด
โดย	ว่าที่ร้อยโทสุหัท ภู่ทอง
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)

สุหัท ภู่ทอง : ผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด (ACUTE EFFECT OF COMPLEX TRAINING USING DIFFERENT REPETITION AND REST INTERVAL ON PEAK POWER, FORCE AND VELOCITY DURING JUMP SQUAT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 84 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็น นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุ 18 – 22 ปี จำนวน 16 คน ที่มีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 1.5 ให้กลุ่มตัวอย่าง ฝึกด้วยน้ำหนักในท่าฮาล์ฟสควอทโดยใช้ความหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็มตามจำนวนครั้งและเวลาพักที่กำหนด จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก จำนวน 1 ครั้ง ฝึกทั้งหมด 6 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนัก 6 ครั้ง พัก 30 วินาที การทดลองที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนัก 6 ครั้ง พัก 2 นาที การทดลองที่ 3 ฝึกด้วยน้ำหนัก 6 ครั้ง พัก 4 นาที การทดลองที่ 4 ฝึกด้วยน้ำหนัก 3 ครั้ง พัก 30 วินาที การทดลองที่ 5 ฝึกด้วยน้ำหนัก 3 ครั้ง พัก 2 นาที และการทดลองที่ 6 ฝึกด้วยน้ำหนัก 3 ครั้ง พัก 4 นาที แต่ละคน ฝึกสัปดาห์ละหนึ่งการทดลองโดยใช้การถ่วงดุลลำดับ ทำการทดสอบพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดย หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลอง ด้วยการทดสอบค่าทีแบบ ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัย พบว่าหลังการทดลอง พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดดของทุกการทดลองไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ความเร็วสูงสุดในการกระโดด ของการทดลองที่ 4 เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปผลได้ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักในท่าฮาล์ฟสควอทโดยใช้ความหนัก 85%ของ 1 อาร์เอ็มจำนวน 3 ครั้ง พัก 30 วินาที (การทดลองที่ 4) มีผลฉับพลันทำให้ความเร็วสูงสุดในการกระโดดเพิ่มขึ้น เหมาะสำหรับนำไปจัดโปรแกรมการฝึกในรูปแบบของการฝึกเชิงซ้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5678338039 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: COMPLEX TRAINING / PEAK POWER / PEAK FORCE / PEAK VELOCITY

SUHUT POOTHONG: ACUTE EFFECT OF COMPLEX TRAINING USING DIFFERENT REPETITION AND REST INTERVAL ON PEAK POWER, FORCE AND VELOCITY DURING JUMP SQUAT. ADVISOR: ASST. PROF.CHANINCHAI INTIRAPORN, Ph.D., 84 pp.

The purpose of this study was to investigate the acute effect of complex training using different repetition and rest interval on peak power, peak force and peak velocity during jump squat. Sixteen male undergraduate students, aged 18-22 years old with relative strength above 1.5, from The Faculty of Sport Science, Chulalongkorn University were recruited to participate in this study. The jumping performance was measured following one of the six complex training regimes a load of 85% of 1 RM. With variation in repetition and rest interval, six complex training regimes composed of 1) 6 repetitions with 30 seconds rest, 2) 6 repetitions with 2 minutes rest, 3) 6 repetitions with 4 minutes rest, 4) 3 repetitions with 30 seconds rest, 5) 3 repetitions with 2 minutes rest, and 6) 3 repetitions with 4 minutes rest. The jumping performance, including peak power, peak force and peak velocity during jump squat was assessed once a week in a counter-balance order. The data were analyzed by one-way analysis of variance with repeated measure and presented as means and standard deviation. The data collected before and after each treatment were compared using dependent paired-sample t-test.

The results indicated that peak power, peak force and peak velocity during jump squat of six treatments were not significantly different. However, peak velocity during jump squat (treatment 4) was significantly increased at the .05 level. Conclusion this investigation indicates that the optimal load for peak velocity during jump squat in complex training occurs at using 3 repetitions of half squat at loads of 85% of 1 RM with 30 seconds rest (treatment 4).

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

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

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาและให้ความช่วยเหลือ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด ที่คอยให้คำปรึกษาด้านกระบวนการวิจัยและสถิติตลอดการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการอนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน กลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษา คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ เป็นกำลังใจมาโดยตลอด ร.อ.หญิง ภัทรีรัสมิ์ เรขะรุจิ และนายปัณณวิชญ์ ปิยะอร่ามวงศ์ ผู้เป็นกำลังใจและคอยผลักดันให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
สมมุติฐานของการวิจัย 3
ขอบเขตของการวิจัย 3
คำจำกัดความของการวิจัย 4
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ 5
การฝึกเชิงซ้อน 8
ความเป็นมาของการฝึกเชิงซ้อน 8
ความหมายของการฝึกเชิงซ้อน 9
เทคนิคของการฝึกเชิงซ้อน 11
ข้อเสนอแนะวิธีการของการฝึกเชิงซ้อน 13
การพัฒนาของการฝึกเชิงซ้อน 16
งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง 21
กรอบแนวความคิดในการวิจัย 28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 30
กลุ่มตัวอย่าง 30
ขั้นตอนการวิจัย 30
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 33
การวิเคราะห์ข้อมูล 35
การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง 36
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 56
รายการอ้างอิง 60
ภาคผนวก 65
ภาคผนวก ก ใบรับรองโครงการวิจัย 66
ภาคผนวก ข ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย 68
ภาคผนวก ค หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย 74
ภาคผนวก ง อุปกรณ์ในการวิจัย 76
ภาคผนวก จ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 79
ภาคผนวก ฉ ตารางวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต่อความตรงของเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย 81
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 84

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างการฝึกเชิงซ้อน 11

ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบในการเลือกการฝึกเชิงซ้อน 13

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างการฝึกเชิงซ้อน 14

ตารางที่ 4 การถ่วงดุลน้ำหนัก (Counter balancing) ของการทดลองทั้ง 6 การทดลอง 31

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดการทดลองทั้ง 6 การทดลอง 32

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรข้อมูลทั่วไป ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 37

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย 38

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง 39

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย 40

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง 41

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย 42

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง 43

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพลังสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย 44

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าพลังสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง 45

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแรงสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย 46

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าแรงสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง 47

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย 48

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง 49

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 1 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 50

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 2 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 51

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 3 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 52

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 4 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 53

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 5 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 54

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 6 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย 55

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 การปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) 32

ภาพที่ 2 เครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อ FT 700 Power System: BMS (Ballistic Measurement System) 33

ภาพที่ 3 เครื่อง Keiser's Air 300 Squat 34

ภาพที่ 4 แท่นวัดแรง (Force plate) 35

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการแข่งขันกีฬาทุกชนิด หากว่านักกีฬาสามารถแสดงความสามารถสูงสุดของตนเองออกมา และสามารถควบคุมได้ ย่อมเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผลของการแข่งขันเป็นอย่างมาก ดังนั้นการฝึกซ้อมจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้นักกีฬามีสมรรถภาพทางกายและสมรรถภาพทางจิตที่สมบูรณ์ในการแข่งขัน Hoeger and Hoeger (1989) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness) ประกอบด้วย ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) ส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) การทรงตัว (Balance) การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular coordination) พลังกล้ามเนื้อ (Power) ปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time) และความเร็ว (Speed) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นองค์ประกอบที่มาจากการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

พลังกล้ามเนื้อ (Power) เป็นองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งของนักกีฬา ซึ่งแต่ละคนมีขีดความสามารถไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่นักกีฬาแต่ละคนมีอยู่ และการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาคุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อเหล่านั้นแสดงความสามารถอย่างเต็มที่ในการแข่งขัน พลังกล้ามเนื้อเป็นผลคูณของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ดังนั้นการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อจึงต้องให้ความสำคัญกับการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หรือการเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ หรือเพิ่มทั้งสองอย่างในเวลาเดียวกัน Behm and Sale (1993) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อสามารถพัฒนาได้ดีที่สุดโดยการฝึกด้วยน้ำหนักซึ่งต้องใช้ความหนักระดับสูง (High intensity) และยกน้ำหนักนั้นด้วยแรงระเบิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) จึงทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวทางด้านกีฬาดีขึ้น ในขณะที่ Chu (1996) ได้เสนอการฝึกเชิงซ้อน (Complex training) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกที่นำมาใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต่อเนื่องกับการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกันกับที่ใช้ในการฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักระดับสูง เพื่อระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และ การฝึกพลัยโอเมตริกซึ่งเป็นการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นอย่าง

รวดเร็วแล้วตามด้วย หดตัวแบบยาวลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมีความเชื่อว่าหน่วยยนต์ที่ถูกระดมจากการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นจะคงอยู่ในระยะเวลาสั้นๆ จึงเสนอแนะว่าควรฝึกพลัยโอเมตริกทันทีหลังจากฝึกด้วยน้ำหนักภายในระยะเวลาไม่เกิน 30 วินาที ซึ่งก่อนหน้านี้ Hultman et al. (1967) เสนอว่าระยะเวลาในการพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกจะต้องเพียงพอที่จะช่วยในการกลับคืนมาของระบบพลังงานฟอสฟาเจนหรือเอทีพี-ซีพี (Phosphagen or ATP - CP) Jensen and Ebben (2003) ได้ศึกษาผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยการฝึกด้วยน้ำหนักท่าสควอท (Squat) ที่ใช้ความหนัก 5 อาร์เอ็ม (5 RM) แล้วพัก 10 วินาที 1 นาที 2 นาที 3 นาที และ 4 นาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) พบว่าเวลาพักทั้ง 1 นาที 2 นาที 3 นาที และ 4 นาที มีผลให้ความสูงของการกระโดดไม่แตกต่างกัน แต่กระโดดได้สูงกว่าใช้เวลาพัก 10 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้น Comyns et al. (2006) ได้ศึกษาผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยการฝึกด้วยน้ำหนักท่าสควอท (Squat) ที่ใช้ความหนัก 5 อาร์เอ็ม (5RM) แล้วพัก 30 วินาที 2 นาที 4 นาที และ 6 นาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก พบว่าเวลาพัก 30 วินาที และ 6 นาที มีผลให้เวลาที่ลอยตัวอยู่ในอากาศลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเวลาพัก 4 นาที มีผลให้เวลาลอยตัวอยู่ในอากาศเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่ากระโดดได้สูงขึ้นนั่นเอง ส่วนแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งจากพื้นไม่แตกต่างกัน

การฝึกเชิงซ้อนในขั้นตอนแรกเริ่มจากการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น มีสิ่งที่ควรคำนึงถึงคือต้องใช้ความหนักระดับสูง โดยทั่วไปใช้ความหนัก 85 - 100 % ของ 1 อาร์เอ็ม จำนวน 1 - 6 ครั้ง เพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หากใช้ความหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม จะต้องยกน้ำหนัก 6 ครั้ง หรือเทียบได้กับ 6 RM ซึ่งหมายความว่าครั้งที่ 7 ไม่สามารถยกขึ้นได้ ในกรณีนี้ก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริกก็จะต้องรอการกลับคืนมาของระบบพลังงานฟอสฟาเจนหรือเอทีพี-ซีพี ซึ่งต้องใช้เวลาถึง 4 นาที หากใช้ความหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม แต่ยกน้ำหนักเพียง 3 ครั้ง จะมีความแตกต่างจากการยกน้ำหนัก 6 ครั้งอย่างไร และหากใช้เวลาพักไม่ถึง 4 นาที จะมีความแตกต่างอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการนำแนวคิดการฝึกเชิงซ้อนไปสร้างโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อที่พัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่มีประสิทธิผล ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้จำนวนครั้งแตกต่างกัน และใช้เวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุดในการกระโดดเพื่ออธิบายผลการฝึกได้ชัดเจนขึ้นจึงได้ศึกษาแรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดในการกระโดดไปพร้อม ๆ กันด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด, แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด

สมมุติฐานของการวิจัย

การฝึกเชิงซ้อนของจำนวนครั้งและเวลาพักที่มีความแตกต่างกันทำให้พลังสูงสุด, แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด, แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด ในนิสิตระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

ตัวแปรทดลอง คือ โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกัน

ตัวแปรควบคุม ประกอบด้วย

นิสิตชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุ เฉพาะผู้ที่มีอายุระหว่าง 18 - 22 ปี

ความแข็งแรงสัมพัทธ์ 1.5 ที่สามารถทำท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat)

ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

พลังสูงสุดในการกระโดด (Peak power)

แรงสูงสุดในการกระโดด (Peak force)

ความเร็วสูงสุดในการกระโดด (Peak velocity)

คำจำกัดความของการวิจัย

การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) หมายถึง วิธีการฝึกชนิดหนึ่งที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ โดยมีรูปแบบการฝึกสองขั้นตอน คือ ขั้นที่หนึ่ง การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง เพื่อระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และในขั้นที่สองใช้การฝึกด้วยพลัยโอเมตริก

พลังสูงสุด (Peak power) หมายถึง ค่าของผลคูณระหว่างแรงปฏิกิริยาในแนวนิ่งจากพื้นกับความเร็วของบาร์เบล ณ ช่วงเวลาเดียวกันที่ทำให้เกิดค่าสูงสุดจากการทดสอบด้วยเครื่อง FT 700 Power และ Ballistic measurement system software มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อกิโลกรัม

แรงสูงสุด (Peak force) หมายถึง แรงปฏิกิริยาสูงสุดในแนวดิ่งจากพื้นที่เกิดขึ้นจากการออกแรงเหยียดสะโพกและขาลงบนแผ่นตรวจจับแรงกระแทก (Force plate) จากการทดสอบด้วยเครื่อง FT 700 Power และ Ballistic measurement system software มีหน่วยเป็นนิวตันต่อกิโลกรัม

ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงทำให้บาร์เบลเกิดการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงสุด จากการทดสอบด้วยเครื่อง FT 700 Power และ Ballistic measurement system software โดยบาร์เบลที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นบาร์เบลที่ไม่มีน้ำหนัก มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

เป็นแนวทางในการนำการฝึกเชิงซ้อนที่ใช้จำนวนครั้งในการฝึกจำนวน 3 ครั้ง และระยะเวลาในการพัก 30 วินาที ไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการฝึกต่างๆ ที่ต้องการกระตุ้นกล้ามเนื้อให้มีการทำงานในระยะเวลาพักที่สั้นได้ รวมไปถึงการพัฒนาความเร็วในการกระโดดของนักกีฬาประเภทต่างๆ เช่น นักกีฬาวอลเลย์บอล

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด จึงได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็นข้อมูลในการศึกษาวิจัยดังนี้

1. ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ
2. การฝึกเชิงซ้อน
3. งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง
4. งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง
5. กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ

ถนอมวงศ์ และ สิทธา (2554) ได้กล่าวว่า แหล่งต้นตอที่สำคัญของพลังงานที่ใช้ในการทำงานของร่างกาย คือ คาร์โบไฮเดรตหรือไขมัน ซึ่งต้องการสารเคมีหลายอย่างที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาในทางชีวเคมีได้อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต หรือเอทีพี (Adrenosine triphosphate, ATP) เป็นสารสำคัญในการให้พลังงาน

แหล่งพลังงานขณะออกกกำลังกาย กล้ามเนื้อมีแหล่งพลังงานอยู่ 3 ระบบ คือ

1. ระบบพลังงานทันที หรือระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen system or ATP - CP) ได้เอทีพีในกล้ามเนื้อเป็นแหล่งพลังงานพร้อมใช้ และครีอาทีนฟอสเฟต (Cretine phosphate, CP) หรือฟอสโฟครีอาทีน (Phosphocreatine, PCr) ที่เก็บสำรองไว้ในกล้ามเนื้อ เมื่อครีอาทีนแยกตัวออกจากฟอสเฟตจะได้เอทีพีเกิดขึ้นทดแทนที่ใช้ไปแล้ว การรวมตัวของเอทีพี และฟอสโฟครีอาทีน เรียกว่าเป็นระบบพลังงานฟอสฟาเจน (Phosphagen energy system) จะให้พลังงานสูงมาก ภายในเวลา 8 - 10 วินาที ซึ่งเพียงพอใช้ในวิ่งระยะสั้น 100 เมตรได้ ดังนั้นระบบพลังงานนี้ใช้ในกิจกรรมที่ต้องใช้พลังงานและความเร็วสูงในระยะเวลาที่สั้นมากประมาณไม่เกิน 30 วินาที และกล้ามเนื้อไม่ต้องใช้ออกซิเจน เช่น การยกน้ำหนัก การทุ่มน้ำหนัก และการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว

2. ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจน หรือระบบไกลโครเจน - กรดแลคติก (Anaerobic / Glycogen - lactic acid system or anaerobic glucolysis) เป็นการใช้ไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อ และกลูโคสในกระแสเลือด ซึ่งเป็นขั้นเริ่มต้นของไกลโคไลซีส (Glycolysis) เพิ่ม

กระบวนการในการแตกตัวของกลูโคส หรือไกลโคเจน ซึ่งเกิดขึ้นในไซโตพลาสซึมของเซลล์โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจน กลูโคส 1 โมเลกุลแตกตัวเป็นไพลูวิก 2 โมเลกุล พลังงานเกิดขึ้น 4 เอทีพี ได้อย่างรวดเร็ว ปฏิกิริยาการแตกตัวของกลูโคส และไกลโคเจน ได้กรดไพรูวิกจะเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก (Lactic acid, LA) ในกล้ามเนื้อแล้วแพร่เข้ากระแสเลือดซึ่งเกิดขึ้นเร็วเป็น 2.5 เท่า ของระบบใช้ออกซิเจน ดังนั้นระบบพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมาก ๆ ในระยะเวลาสั้น หรือในเวลา 1 - 3 นาทีแรกของการออกกำลังกาย เช่น วิ่งระยะ 400 - 800 เมตร เมื่อกรดแลคติกเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อมากเกินกว่าระบบไหลเวียนเลือดจะกำจัดออกได้ทำให้รบกวนกระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อและส่งผลให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อ (Muscle fatigue) นอกจากนี้การออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลานานโดยยังคงใช้ระบบไม่ใช้ออกซิเจนจะทำให้เกิดการเป็นหนี้ออกซิเจน (Oxygen debt) หมายถึง ภาวะที่ร่างกายมีความต้องการพลังงานและออกซิเจนในปริมาณที่มากเกินกว่าระบบพลังงานจะให้ได้ การเป็นหนี้ออกซิเจนนี้จำเป็นต้องใช้คืนภายหลังการออกกำลังกายแล้ว และวิธีการที่สามารถทำได้ คือ การลดความหนักของการออกกำลังกายลง หรือหยุดทำกิจกรรม ระบบพลังงานชนิดนี้ยังไม่ใช่ระบบที่มีประสิทธิภาพที่สุด

3. ระบบพลังงานใช้ออกซิเจน (Aerobic system or aerobic glucolysis) ไมโทคอนเดรียเป็นแหล่งผลิตพลังงานจากสารอาหารกลูโคส กรดไขมัน และกรดอะมิโน หลังจากระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจน และเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบใช้ออกซิเจนเพื่อจะนำออกซิเจนไปกล้ามเนื้อมากขึ้น ดังนั้นระบบพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมที่ออกแรงน้อย แต่ใช้เวลานานหลายนาที หรือหลายชั่วโมง เช่น วิ่งระยะทางไกล วิ่งมาราธอนระบบพลังงานใช้ออกซิเจนจะใช้เวลาประมาณ 2 - 3 นาที ที่ทำให้พลังงานสำหรับการสร้างเอทีพีขึ้นมาใหม่ โดยระบบไหลเวียนเลือด และระบบหายใจจะต้องนำออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้ออย่างเพียงพอต่อการเผาผลาญอาหาร ระบบพลังงานชนิดนี้จึงทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกในปริมาณไม่มาก ซึ่งทำให้นักกีฬาสามารถออกกำลังกายได้เป็นระยะเวลานาน ส่วนความสามารถในการออกกกำลังกายที่ระดับความหนักมากขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด หรือเรียกว่า Maximum O2 uptake or O2 consumtion, VO2max และแอนแอโรบิกเธรชโฮลด์ (Anaerobic threshold, AnT) จึงเป็นระบบที่มีการออกกำลังกาย หรือประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีระยะเวลานานกว่า 2 นาทีถึงหลายชั่วโมง

Fleck and Kraemer (1987) ได้กล่าวว่า แหล่งพลังงานสุดท้ายที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ คือ เอทีพี – ซีพี ซึ่งแหล่งพลังงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. แหล่งพลังงานเอทีพี – ซีพี (ATP – CP energy source) เป็นแหล่งพลังงานที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อ พร้อมที่จะให้พลังงานได้ในทันที และเป็นแหล่งพลังงานไม่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการปล่อยพลังงานออกมา จึงเรียกว่า แหล่งพลังงานแอนแอโรบิค (Anaerobic source of energy) ซึ่งเป็นพลังงานที่มีปริมาณจำกัด สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 30 วินาที สามารถนำพลังงานมาใช้ได้ในทันที เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นในปริมาณมากและในเวลาที่รวดเร็ว

ดังนั้น แหล่งพลังงานที่ใช้ในรูปแบบของพลังของกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาต่าง ๆ ในการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงาน เอทีพี – ซีพีนั้น จะใช้ในสถานการณ์ที่นักกีฬาต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วหรือออกแรงอย่างมากในเวลาอันสั้น เอทีพี – ซีพี ก็จะหมดไป และเมื่อหยุดพักก็จะมีการสะสมเอทีพี – ซีพี ไว้ในกล้ามเนื้อตามระยะเวลา ดังนี้

การหยุดพัก 20 วินาที จะสะสมเอทีพี – ซีพีได้ 50%

การหยุดพัก 40 วินาที จะสะสมเอทีพี – ซีพีได้ 75%

การหยุดพัก 60 วินาที จะสะสมเอทีพี – ซีพีได้ 87% และ

การหยุดพัก 3 - 4 นาที จะสะสมเอทีพี – ซีพีได้ 100%

2. แหล่งพลังงานกรดแลคติก (Latic acid energy source) เป็นพลังงานที่ได้จากคาร์โบไฮเดรทที่สะสมอยู่ในรูปแบบของไกลโครเจน (Glycogen) ซึ่งไกลโคเจนจะประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลที่เรียกว่า กลูโคส เป็นกระบวนการให้พลังงานโดยไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการปล่อยพลังงาน ผลที่จะเกิดขึ้นกับกระบวนการนี้คือเมื่อมีกรดแลคติกมากจะเป็นสาเหตุของอาการปวด และการเป็นตะคริว

แหล่งพลังงานที่ได้จากกรดแลคติกจะมีปริมาณที่มากกว่าที่ได้จากแหล่งพลังงานจากเอทีพี – ซีพี แต่ไม่สามารถให้พลังงานในปริมาณที่มากและรวดเร็วเหมือนกับแหล่งพลังงานเอทีพี – ซีพี ได้ ดังนั้นแหล่งพลังงานกรดแลคติกจึงเป็นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาที่ใช้เวลาประมาณ 1 – 3 นาที

3. แหล่งพลังงานออกซิเจน (Oxygen energy source) เป็นแหล่งพลังงานที่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการผลิตเอทีพี ซึ่งเรียกอีกอย่างว่า แหล่งพลังงานแอโรบิก (Aerobic energy source) เป็นแหล่งพลังงานที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทและไขมัน ปริมาณเอทีพีทั้งหมดที่ร่างกายต้องการจะได้รับจากการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันประมาณหนึ่งในสาม และเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โอไฮเดรทประมาณสองในสาม เมื่อออกกำลังกายร่างกายจะ

เผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่จะมีการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันลดลงเรื่อย ๆ เช่นกัน

แหล่งพลังงานนี้ จะขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายได้รับและที่ร่างกายนำไปใช้ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งเมื่อเทียบกับแหล่งพลังงานอีกสองชนิดแล้วแหล่งพลังงานชนิดนี้จะให้พลังงานช้าที่สุด ดังนั้นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ที่ใช้ระยะเวลานาน ๆ และมีความหนักในระดับต่ำและปริมาณที่ไม่จำกัดเท่าที่ยังมีอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรท และไขมันอยู่

การฝึกเชิงซ้อน

ความเป็นมาของการฝึกเชิงซ้อน

Mathew et al. (2006) กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อน ทำให้ประสิทธิภาพของพลังของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และระยะทางของความเร็ว ทำให้มีความเร็วกว่าการฝึกแบบทั่วไป เมื่อนำวิธีการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกทั่วไปมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งการรวมกันของการฝึกด้วยน้ำหนักและพลัยโอเมตริกทำให้ผลของการฝึกสามารถมีการพัฒนาของพลังได้ถึงขีดสุดและยังทำให้มีการพัฒนาพลังระเบิดอีกด้วย การฝึกเชิงซ้อน เป็นที่ยอมรับกันโดยผู้เชี่ยวชาญในด้านกีฬามากที่สุด ในการรวมกันของรูปแบบการฝึกทั้งหมด ซึ่งการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก ในรูปแบบของการฝึก เพื่อเพิ่มความน่าจะเป็นในการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อสูงสุด การฝึกเชิงซ้อนเป็นรูปแบบของการรวมกันที่ดีที่สุด และรูปแบบของการฝึกเป็นการฝึกโดยการสลับกันของการฝึกด้วยแรงต้าน (การฝึกด้วยน้ำหนักที่มาก) และการฝึกพลัยโอเมตริก (การฝึกด้วยน้ำหนักที่น้อย) ภายในการออกกำลังกายเดียวกัน

Macdonald et al. (2012) กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อน อาจจะเป็นวิธีการในการฝึกที่ดีที่สุดสำหรับการพัฒนาความแข็งแรงของการเล่นกีฬาโดยเฉพาะ ซึ่งรูปแบบการฝึกรูปแบบนี้จะมีประสิทธิภาพมากกว่าโปรแกรมการฝึกในรูปแบบอื่น ในการที่จะเพิ่มขึ้นของความแข็งแรง และอาจจะมีพลังของกล้ามเนื้อ ในการผลิตเพราะว่าเป็นกิจกรรมในการเสริมสร้างระบบประสาทกล้ามเนื้อ ดังนั้น จึงเป็นทางเลือกให้กับการฝึกด้วยน้ำหนัก หรือการฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกเชิงซ้อนสามารถนำมาใช้เพื่อเป็นการเสริมสร้างการฝึกเหล่านี้ นอกจากนี้ ยังเป็นการเพิ่มความสามารถให้กับนักกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก หรือการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว ซึ่งในการออกแบบโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนจะต้องคำนึงถึง รูปแบบของการฝึก, น้ำหนักที่ใช้ และระยะเวลาระหว่างชุดฝึกในแต่ละการฝึก เพราะมันมีความสำคัญในเรื่องของระยะเวลาจากการฝึกด้วยความแข็งแรงไปการฝึกพลัยโอเมตริก และจากการฝึกพลัยโอเมตริกไปการฝึกด้วยความแข็งแรง ทำให้มีผลกระทบต่อผลในการตอบสนองของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

McCann and Flanagan (2010) ได้กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อน สามารถทำให้เกิดมีนัยสำคัญของผลฉับพลันที่เพิ่มขึ้นในความสูงของการกระโดด ถ้ามีการออกกำลังกายที่เหมาะสม และระยะเวลาในการพักที่เลือกให้แต่ละบุคคลได้อย่างเหมาะสม แต่ที่น่าเสียดาย ในปัจจุบันมีการทดลองและข้อผิดพลาดในการใช้เพื่อที่จะกำหนดให้นักกีฬามีการตอบสนองที่ดีกว่าการออกกำลังกาย และระยะเวลาในการพัก ซึ่งในอนาคตจะต้องมุ่งเน้นไปที่ผลที่จะกำหนดในแต่ละบุคคลในช่วงระยะเวลาในการพัก และการฝึกด้วยน้ำหนักที่มากมีความสำคัญกับพลัยโอเมตริก และผลระยะยาวในประสิทธิภาพของการกระโดดในการฝึกเชิงซ้อน

การฝึกเชิงซ้อนเป็นรูปแบบของการฝึกที่รวมกันโดยการฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกทันทีในแต่ละชุดของการฝึก

Ebben (2002) ได้กล่าวสรุปไว้ว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นรูปแบบการฝึกที่รวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน การฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกที่พัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ และความสามารถของนักกีฬาให้ดีขึ้น จากการวิจัยพบว่า การฝึกเชิงซ้อน มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพของงานแบบฉับพลันระยะยาว รวมถึงทำให้การกระโดดดีขึ้น และในการพัฒนาความสามารถอาจจะต้องใช้เวลาการพักระหว่างเซตของการยกน้ำหนักก่อนการฝึกด้วยพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที และต้องใช้ความหนักในการฝึกด้วยน้ำหนักในระดับที่สูง

ความหมายของการฝึกเชิงซ้อน

Chu (1996) ได้กล่าวว่า ในร่างกายของมนุษย์มีทั้งเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วและหดตัวได้ช้า เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เรียกว่า I ซึ่งสามารถออกแรงได้ในระยะเวลานาน เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบออกซิเจน เช่น การวิ่งระยะไกล ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิด IIa และชนิด IIb ซึ่งสามารถออกแรงได้ในระยะเวลาสั้น เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังของกล้ามเนื้อ เช่น นักวิ่งระยะสั้น ซึ่งในกล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีความอดทนในการหดตัวมากกว่า ส่วนในชนิด IIb จะมีความเร็วในการหดตัวมากกว่า ซึ่งในกีฬาหลายชนิดที่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองชนิดถูกใช้งาน เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb จะหดตัวก่อน เมื่อเกิดความเมื่อยล้าแล้ว เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIa ก็จะหดตัวแทนต่อไป นอกจากนั้นยังมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ซึ่งสามารถพัฒนาให้ทำงานทั้งแบบหดตัวได้เร็ว และแบบหดตัวได้ช้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก

ถึงแม้จะถือได้ว่านักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังของกล้ามเนื้อจะต้องมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้ากว่าก็ตาม แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬา เพราะเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะช่วยให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าจะคอยทำหน้าที่รักษาความสมดุลของร่างกายที่จะทำการเคลื่อนไหว เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

ในการฝึกเชิงซ้อนนั้น เป้าหมายหลักของนักกีฬาที่ใช้ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อจะเน้นไปที่การฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb เป็นสำคัญ และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIc ได้พัฒนาให้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIb ถึงแม้ว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIa จะเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วก็ตาม แต่ก็ไม่ค่อยมีประโยชน์ต่อนักกีฬาหลายชนิด เช่น นักเพาะกาย และยกน้ำหนัก มีการฝึกเพื่อพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด IIa เป็นอย่างมาก แต่ไม่สามารถแสดงความแข็งแรงที่เกิดขึ้นในลักษณะการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วได้

Carter and Greenwood (2014) กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อน เป็นการฝึกที่พัฒนาทั้งความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อที่อยู่ในรูปแบบการฝึกเดียวกัน โดยการปฏิบัตินั้นจะใช้การฝึกด้วยน้ำหนักที่มากแล้วตามด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักที่น้อยที่คล้ายกับรูปแบบของการการเคลื่อนไหวแบบกลศาสตร์ (Nibali et al., 2011) ที่สำคัญการรวมกันของการฝึกด้วยน้ำหนักที่มากและการฝึกด้วยน้ำหนักที่น้อยที่เป็นการดำเนินการในชุดฝึกเดียวกัน ซึ่งการฝึกด้วยน้ำหนักที่มากก่อนทำให้เป็นการกระตุ้นระบบของกล้ามเนื้อ ทำให้ผลในการฝึกด้วยน้ำหนักที่น้อยมีผลที่สูงขึ้น และเป็นการฝึกที่รวมกันของกลศาสตร์ที่เทียบกับการฝึกด้วยน้ำหนักที่มากแล้วตามด้วย พลัยโอเมตริกในชุดการฝึกเดียวกัน ซึ่งรูปแบบการฝึกดังกล่าวเป็นวิธีการพัฒนาคุณภาพในการฝึกเชิงซ้อนด้วย และเป็นการใช้ประโยชน์จากการเคลื่อนไหวของความแข็งแรง แล้วตามด้วยพลัยโอเมตริก, พลัยโอเมตริกด้วยแรงระเบิด หรือการเคลื่อนไหวพลัยโอเมติกแล้วตามด้วยการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวกับความแข็งแรง (Ebben, 2002; Nazish and Sharma, 2014) ซึ่งเชื่อว่าผลการฝึกทำให้เป็นการกระตุ้นประสาทเพิ่มขึ้นและทำให้ระบบประสาทมีส่วนร่วมที่เพิ่มขึ้น (Ebben et al., 2000) และยังเป็นการฝึกที่สลับกันของการฝึกด้วยน้ำหนักที่มาก ตามด้วยการเคลื่อนไหวที่ค่อนข้างเร็ว หรือมีลักษณะคล้ายกับพลัยโอเมตริก แล้วการออกกำลังกายทั้งสองรูปแบบนั้นจะอยู่ในชุดฝึกเดียวกัน และเป็นความเชื่อที่ว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่มากจะเป็นการทำให้ประสิทธิภาพภายหลังการกระตุ้นของพลัยโอเมตริกเพิ่มขึ้น ซึ่งทฤษฎีของภายหลังการกระตุ้นเป็นพื้นฐานของการฝึกเชิงซ้อน ทำให้ภายหลังการกระตุ้นประสบความสำเร็จของผลฉับพลันของพลังของกล้ามเนื้อ เมื่อมีการฝึกเชิงซ้อนที่ยาวนานจะส่งผลให้พลังของกล้ามเนื้อดีกว่าการฝึกในรูปแบบอื่น (Matthews and Comfort, 2008) และยังเป็นการสลับกันของการออกกำลังกายที่ใช้น้ำหนักที่มากที่มีทักษะในการใช้แรงระเบิด หรือการออกกำลังกายโดยพลัยโอเมตริกที่อยู่ใน

ชุดการออกกำลังกายเดียวกัน ซึ่งเป็นวิธีการฝึกที่สนับสนุน โดยสมมติฐานภายหลังการกระตุ้นของระบบประสาทกล้ามเนื้อ สิ่งที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะถูกกำหนดโดยเพิ่มขึ้นของการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Cavaco et al., 2014) และเป็นการพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ และได้แนะนำว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นรูปแบบการฝึกที่ทำให้ผลที่เพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพของผลฉับพลันที่ตามมา (Robbins et al., 2010)

เทคนิคของการฝึกเชิงซ้อน

Carter and Greenwood (2014) ได้กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อน เป็นการรวมกันของรูปแบบการฝึกที่หนัก แล้วตามด้วยรูปแบบการฝึกที่เบา ซึ่งทำให้พัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ รวมไปถึงผลภายหลังจากการฝึกที่ดีขึ้น ดังเช่นตารางที่ 1 และตารางที่ 2 (Macaluso, 2010)

ตารางที่ 1 ตารางแสดงตัวอย่างการฝึกเชิงซ้อน

Example of complex pair for complex training	
Conditioning activity (Heavy exercise)	**Explosive movement (Light exercise)**
Olympic-style lifts (power clean, hang clean, clean & Jerk, push press, power shrug, snatch)	Jump and reach (low) Squat jump (low) Jump box (low) Lateral box jump (medium) Double leg tucks (medium) Depth jumps (high) Depth jumps to a second box (high) Pike jump (high)
Bilateral lower body (back squat, front squat, leg press)	Jump and reach (low) Squat jump (low) Jump box (low) Lateral box jump (medium) Double leg tucks (medium) Depth jumps (high) Depth jumps to a second box (high) Pike jump (high)

Example of complex pair for complex training	
Conditioning activity (Heavy exercise)	**Explosive movement (Light exercise)**
Unilateral lower body (lunge, split squat, step up)	Single leg push-off (low) Alternating leg push-off (low) Lateral push-off (low) Split squat jump (medium) Single-arm alternate leg bound (medium) Side-to-side push-off (medium) Cycled split squat jump (high) Single leg vertical jump (high) Single-leg tuck jump (high)
Horizontal pressing (barbell bench press, dumbbell bench press, weight push-up)	Medicine power chest pass (low) Kneeling power ball pass (low) Depth push-up (medium) Plyometric push-up (medium) Clap push-up (medium) Behind the back clap push-up (high) Medicine ball power drops (high) Explosive bench press throws on smith machine (high)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 ตารางแสดงรูปแบบในการเลือกการฝึกเชิงซ้อน

Complex pair exercise selection	
Strength	**Plyometric**
Deadlift Squat	Box jump Depth jump Medicine ball jump squat Broad jump
Bench press Incline bench press	Medicine ball chest pass Clap push-up Plyometric push-up
Standing row	Medicine ball overhead throw

ข้อเสนอแนะวิธีการของการฝึกเชิงซ้อน

Mohamed (2011) กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อนทำให้ระดับของแรงระเบิดของร่างกายช่วงบนและร่างกายช่วงล่างของนักยิมนาสติกสามารถทำงานได้ดีขึ้น ในการรวมกันโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งระดับของพลังงานกล้ามเนื้อมีความจำเป็นในประสิทธิภาพในการปฏิบัติของนักยิมนาสติก และการใช้การฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกที่เหมาะสำหรับเป็นวิธีการในการฝึกและเป็นผลที่ดีในการกระโดดอีกด้วย ซึ่งรูปแบบของการฝึกเชิงซ้อนมีลักษณะดังตารางที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 ตารางแสดงตัวอย่างการฝึกเชิงซ้อน

Complex	Exercise	Reps	Rest/Set
Complex 1	Squats Vertical jumps	3 x 12RM 3 x 10	60 seconds 90 seconds
Complex 2	Bench press Medicine ball chest pass	3 x 12RM 3 x 10	60 seconds 90 seconds
Complex 3	Barbell lungs Step jumps	3 x 12RM 3 x 10	60 seconds 90 seconds
Complex 4	Lat pull down Medicine ball overhead pass	3 x 12RM 3 x 10	60 seconds 90 seconds
Complex 5	Abdominal crunches Medicine ball sit up and throw	3 x 12RM 3 x 10	60 seconds 90 seconds
Complex 6	Decline press Zigzag drill	3 x 12RM 3 x 10	60 seconds 90 seconds

Carter and Greenwood (2014) ได้มีข้อเสนอในการฝึกเชิงซ้อน

1. ควรตระหนักถึงระยะเวลาในการพักของการฝึกเชิงซ้อน ในเรื่องของช่วงอายุในการฝึก, ประวัติในการฝึก, สมรรถภาพของความแข็งแรง, ลักษณะของการออกกำลังกาย, น้ำหนักที่ใช้ในการฝึก, จำนวนวันที่ใช้ในการพักสำหรับในการฝึกเชิงซ้อน และการตอบสนองของการฝึกในแต่ละบุคคล

2. การที่จะใช้การฝึกเชิงซ้อนควรที่จะมีความแข็งแรงก่อนและต้องรู้ถึงระดับความสามารถของตัวเองว่าสามารถปฏิบัติได้แค่ไหน

3. National strength and conditioning association แนะนำว่าก่อนการที่จะเริ่มโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควรที่จะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อช่วงล่าง ควรที่จะมีความสามารถในการทำท่า Squat อยู่ที่ 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อช่วงบน นักกีฬาที่รูปร่างใหญ่ควรที่จะมีความสามารถในการยกท่า Bench press ได้ไม่น้อยกว่า 220 ปอนด์ ส่วนนักกีฬาที่รูปร่างเล็กควรที่จะมีความสามารถในการยกท่า Bench press อยู่ที่ 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว, ความเร็วของร่างกายช่วงล่าง นักกีฬาต้องสามารถทำท่า Back squat จำนวน 5 ครั้ง น้ำหนัก 60% ของ 1RM และความเร็วของร่างกายช่วงบน นักกีฬาต้องสามารถปฏิบัติ Bench press จำนวน 5 ครั้ง น้ำหนัก 60% ของ 1RM

4. การฝึกเชิงซ้อนควรนำมาใช้กับการฝึกที่ใช้น้ำหนักมาก

5. นักกีฬาต้องมีระยะเวลาในการพักที่เพียงพอ อย่างน้อย 48 ชั่วโมง และต้องไม่เกิน 96 ชั่วโมง

6. ในการฝึกเชิงซ้อน น้ำหนักที่ใช้ในการฝึกสามารถใช้น้ำหนักที่หนัก หรือใช้น้ำหนักที่เบาก็ได้

7. ผู้ฝึกสอนกีฬา หรือโค้ชกีฬา จะต้องมีการพัฒนาความสามารถของคนเองในเรื่องความรู้ของการฝึกเชิงซ้อนอยู่ตลอด รวมไปถึงในตัวของนักกีฬาเองด้วย เพื่อจะได้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและพัฒนาของรูปแบบในการปฏิบัติให้ดีขึ้น ซึ่งรวมไปถึงผู้ฝึกสอนที่จะนำเอาการฝึกเชิงซ้อนไปใช้ในระหว่างฤดูกาลของการแข่งขันกีฬาที่จะทำให้ผลของความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อที่ดีขึ้น การฝึกเชิงซ้อนอาจจะเป็นประโยชน์ต่อนักกีฬาในการเตรียมสภาพร่างกายและสภาพจิตใจ ที่จะทำให้นักกีฬากลับมามีพลังของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อมีอาการเมื่อยล้า

Ebben (2002) กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นวิธีการฝึกที่ทำให้พลังของกล้ามเนื้อและประสิทธิภาพของนักกีฬาเพิ่มขึ้น Nibali et al., (2011) ได้กล่าวว่า ทำให้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาและการดำเนินการในโปรแกรมการฝึกต่อไป และผู้ฝึกสอนยังต้องทราบอีกว่านักกีฬาแต่ละคนมีการตอบสนองต่อระยะเวลาพักเท่าไหร่เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของพลังให้ได้มากที่สุดหลังจากการพักในการรวมกันของการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกที่พัฒนาแรงระเบิดของนักกีฬาบาสเกตบอลชาย แสดงให้เห็นว่าการฝึกเชิงซ้อนมีประโยชน์สำหรับผู้ฝึกสอนในการนำไปใช้ในการฝึกความแข็งแรงในการสนับสนุนประสิทธิภาพของเวลาในการฝึกที่ดีขึ้น และทำเป็นการเพิ่มสมรรถภาพของร่างกายอย่างฉับพลันในพลังของร่างกายช่วงบนและผลฉับพลัน รวมไปถึงการฝึกเชิงซ้อนในระยะยาวทำให้ประสิทธิภาพในการกระโดดดีขึ้น (Santos and Janeira, 2008)

Carter and Greenwood (2014) ได้กล่าวว่า กีฬาจำนวนมากมีความต้องการให้นักกีฬามีทั้งความแข็งแรงและพลัง เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการแข่งขัน อย่างไรก็ตาม เพราะมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลา ซึ่งเป็นเรื่องยากสำหรับนักกีฬาที่จะต้องเจาะจงไปที่ระยะเวลาที่ต้องการในการฝึก และระยะเวลาในการพัก เพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ ซึ่งการฝึกเชิงซ้อนเป็นวิธีการฝึกวิธีหนึ่งที่เพิ่ม ทั้งความแข็งแรงและพลัง ที่ทำการฝึกอยู่ในชุดฝึกเดียวกัน จึงเป็นวิธีการฝึกที่มีประสิทธิภาพ

Matthews and Comfort (2008) กล่าวว่า น้ำหนักที่เหมาะสมในการฝึกเชิงซ้อน ได้มีหลักฐานสนับสนุนการใช้น้ำหนักที่มากที่ใช้ในการเคลื่อนไหวด้วยความแข็งแรง รูปแบบการฝึกที่จะทำให้ประสบผลสำเร็จจะต้องใช้น้ำหนักที่ 5RM ดังนั้น ผู้เข้าร่วมการทดสอบจะต้องแบกน้ำหนักที่ความหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 5 ครั้ง ก่อนการฝึกด้วยพลัง ทำให้มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ตามมาของประสิทธิภาพของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลัง (ทั้งร่างกายช่วงบน และร่างกายช่วงล่าง)

ที่ได้รับการปฏิบัติหลังจากการฝึกด้วยน้ำหนัก ในส่วนของระยะเวลาในการพักนั้น ในการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของการฝึกเชิงซ้อน หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก (หนักสลับเบา) เป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้น จึงต้องมีการแยกระยะเวลาในการพักของกล้ามเนื้อเมื่อเกิดอาการเมื่อยล้า แต่ยังแสดงให้เห็นถึง ประสิทธิภาพของพลังของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในประสิทธิภาพภายหลังกิจกรรมที่เกี่ยวกับการใช้พลัง หลังจากระยะเวลาในการพัก 3 – 4 นาที โดย Ebben and Watts (1998) กล่าวว่า ในการฝึกเชิงซ้อนนั้นต้องฝึกด้วยน้ำหนักก่อน เพื่อกระตุ้นระบบประสาทให้มีการระดมหน่วยยนต์ได้จำนวนมากแล้วตามด้วยพลัยโอเมตริกทันที ก็จะทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อได้มากขึ้น โดยการศึกษาจากผลการวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า จะใช้เวลาพักหลังจากที่สิ้นสุดการฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยพลัยโอเมตริกทีนทีภายใน 30 วินาที เพื่อที่จะสามารถใช้ประโยชน์ จากการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และ Karp (2001) พบว่า การระดมหน่วยยนต์ที่กำหนดขึ้นโดยหลักของขนาดนั้น จะมีการเปลี่ยนลำดับของการระดมหน่วยยนต์มาทำงาน โดยที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วจะถูกระดมมาทำงานก่อนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวช้า เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบเอ็คเซนตริก (Eccentric) หรือในขณะที่ทำงานอย่างรวดเร็ว สำหรับกล้ามเนื้อที่หดตัวแบบเอ็คเซนตริก (Eccentric) นั้น การระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะต้องทำงานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูงเท่านั้น

การพัฒนาของการฝึกเชิงซ้อน

การฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกด้วยความแข็งแรงเพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของนักกีฬาให้ดีขึ้น โดยเฉพาะในนักกรีฑา, นักกีฬาประเภทกระโดด และนักกีฬาประเภทเขวี่ยง แต่มันไม่ได้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาระดับของแรงในการเร่งความเร็ว เพื่อให้ประสบผลสำเร็จในการเคลื่อนไหว การฝึกเชิงซ้อนยังเป็นการพัฒนาอัตราการแรงในเส้นใยกล้ามเนื้อ Type IIb ที่ต้องการในการสร้างแรงระเบิดเพื่อที่จะให้ได้พลังสูงสุด ซึ่งในการพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อ Type IIb จะต้องออกกำลังกายด้วยน้ำหนักด้วยความเร็ว หรือการฝึกพลัยโอเมตริก ทำให้มีนักกีฬาหลายคนนำเอาพลัยโอเมตริกไปใช้ในโปรแกรมการฝึก อย่างไรก็ตาม ยังเป็นที่รู้จักกันน้อยในการรวมกันของความแข็งแรงในการฝึกพลังและพลัยโอเมตริกที่จะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อ Type IIb ที่ดีขึ้น ส่งผลให้พลังและระดับของแรงมีการพัฒนาที่ดีขึ้น

Ebben (2002) ได้กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นรูปแบบการฝึกที่รวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน การฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกที่พัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ และความสามารถของนักกีฬาให้ดีขึ้น ซึ่งการฝึกเชิงซ้อน มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพของผลฉับพลันระยะยาว รวมถึงทำให้การกระโดดดีขึ้น และในการพัฒนาความสามารถของร่างกายอาจจะต้องใช้เวลาการพัก 3 – 4 นาที ในการพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกประมาณ 3 – 4 นาที และจะต้องเป็นการฝึกด้วยน้ำหนักมากด้วย ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการฝึกของร่างกายช่วงบนในการทำท่า Bench press และตามด้วย Medicine ball put เมื่อปฏิบัติในท่า Bench Press โดยใช้น้ำหนัก 5RM แล้ว ถ้าจะให้ผลที่ตามมาดีกว่าควรที่จะใช้ระยะเวลาในการพัก 4 นาที ระหว่าง Bench press และตามด้วย Medicine ball put (Nazish and Sharma, 2014)

Miller et al. (2014) พบว่า การฝึกเชิงซ้อนในระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในโปรแกรมการฝึกสามารถเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของร่างกายของผู้หญิงได้ดี และความแข็งแรงของร่างกายช่วงบนและร่างกายช่วงล่างได้ดีขึ้นทั้งผู้ชายและผู้หญิง ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาทางด้านการกีฬาได้ดี โดยทั่วไปแล้วผู้ชายจะแข็งแรงมากกว่ากว่าผู้หญิง แต่ทั้งผู้ชายและผู้หญิงมีความเท่าเทียมกันในการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของร่างกายช่วงบนและร่างกายช่วงล่างต่อโปรแกรมการฝึก 6 สัปดาห์ แต่นอกจากนี้แล้วผู้หญิงมีแนวโน้มในการตอบสนองได้ดีกว่า เนื่องจากในผู้หญิงมีการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกขององค์ประกอบของร่างกาย โดยมีการลดลงของมวลไขมัน และเปอร์เซ็นไขมันของไขมัน และมีการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ และทำให้มีการพัฒนาได้ดีกว่าผู้ชาย ดังนั้น ผู้ฝึกสอนและผู้เชี่ยวชาญทางด้านกีฬาควรที่จะนำการฝึกเชิงซ้อนไปใช้ เมื่อต้องการออกโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักให้กับนักกีฬา เพราะอาจจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกขององค์ประกอบของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเพิ่มความแข็งแรงของร่างกายช่วงล่าง ซึ่งผลที่ตามมาจะนำไปสู่การพัฒนาในด้านการกีฬา

MacDonald et al. (2013) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยน้ำหนัก, การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกเชิงซ้อน (การฝึกด้วยน้ำหนักและพลัยโอเมตริก) ในย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) และการกระโดดไกล (Board jump) ซึ่งผลได้พบว่า มีการเพิ่มขึ้นในแรงสูงสุดและพลังสูงสุดในการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกเชิงซ้อน และยังเป็นการเพิ่มขึ้นของแรงและพลัง ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเพิ่มมวลของกล้ามเนื้อขา และมีนัยสำคัญในการเพิ่มขึ้นในการกระโดดไกลในการฝึกพลัยโอเมตริก อาจจะทำให้เปลี่ยนแปลงผลของการฝึก

Kubo et al. (2007) พบว่า ในการฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักในกล้ามเนื้อเส้นเอ็นที่ซับซ้อน และประสิทธิภาพในการกระโดด แสดงให้เห็นว่า เส้นเอ็นมีความตึงเพิ่มขึ้น โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ตรงกันข้ามกับข้อต่อซึ่งมีความตึงเพิ่มขึ้น โดยการฝึกพลัยโอเมตริก นอกจากนี้ประสิทธิภาพของการกระโดดดีขึ้น โดยการฝึกพลัยโอเมตริก ถึงแม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างในรูปแบบของกิจกรรมของกล้ามเนื้อระหว่างการกระโดด พบว่า ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก แสดงให้เห็นว่า มีการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในการกระโดด หลังจากการฝึกพลัยโอเมตริกจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของกล้ามเนื้อเส้นเอ็นที่ซับซ้อนมากกว่าวิธีการกระตุ้นกล้ามเนื้อ

Comyns et al. (2010) พบว่า การฝึกด้วยน้ำหนักในการเร่งความเร็วและผลของการทำซ้ำของการฝึกเชิงซ้อนซึ่งทำการทดสอบกับนักกีฬารักบี้ยูเนี่ยน ผลแสดงให้เห็นว่า นักกีฬารักบี้ยูเนี่ยนอาจจะเรียนรู้อำนาจในการนำไปใช้ผลของการฝึกเชิงซ้อน, มุมมองในการปฏิบัติ นักกีฬาอาจจะต้องการปฏิบัติซ้ำในการฝึก เพื่อให้ได้รับประโยชน์จากการฝึกและยังสะท้อนให้เห็นถึงการคิดโปรแกรมในการฝึกอีกด้วย

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาปะเภททีมของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 72 คน โดยใช้วิธีการจัดกระทำแบบสุ่มและทำให้ตัวแปรควบคุมคงที่ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน มีกลุ่มควบคุมตามปกติ กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่ฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และกลุ่มทดลองเชิงซ้อน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า

1. การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การฝึกเชิงซ้อนมีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การฝึกเชิงซ้อนและการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิกของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภูเบศร์ นภัทรพิทยาธร และคณะ (2553) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของการฝึกคอนเซ็นตริกควบคู่กับการฝึกเอ็คเซ็นตริก และการฝึกเอ็คเซ็นตริก โดยใช้ระยะเวลาพักที่แตกต่างกัน ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นนิสิตชายของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18 – 20 ปี จำนวน 14 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง ทำการฝึกในโปรแกรมการฝึก 6 แบบ คือ โปรแกรมการฝึกคอนเซ็นตริกควบคู่กับการฝึกเอ็คเซ็นตริกโดยใช้ระยะเวลาพักระหว่างชุดการฝึก 30 วินาที 2 นาที และ 4 นาที และโปรแกรมการฝึกเอ็คเซ็นตริกโดยใช้ระยะเวลาพักระหว่างชุดการฝึก 30 วินาที 2 นาที และ 4 นาที ทำการฝึก 2 ชุดการฝึกต่อ 1 โปรแกรมการฝึกโดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 1 โปรแกรม เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ในท่าเลคเพลส จากมุมที่เข่า 90 อาศา ก่อนการทดลอง และวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเรคตรัส ฟีมอริส กล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียอาลิส และกล้ามเนื้อวาสตัส เลเทอราลิส ขณะทำการฝึกในทุกโปรแกรม

ผลการศึกษา พบว่า

1. ระยะเวลาพักระหว่างชุดการฝึก 30 วินาที มีผลทำให้ค่าร้อยละของการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดของกล้ามเนื้อทั้ง 3 มัด คือ กล้ามเนื้อเรคตรัส ฟีมอริส กล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียอาลิส และกล้ามเนื้อวาสตัส เลเทอราลิส ขณะทำการฝึกคอนเซ็นตริกควบคู่กับการฝึกเอ็คเซ็นตริก และการฝึกเอ็คเซ็นตริก ไม่แตกต่างกัน

2. ระยะเวลาพักระหว่างชุดการฝึก 2 นาที และ 4 นาที มีผลทำให้ค่าร้อยละของการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดของกล้ามเนื้อทั้ง 3 มัด คือ กล้ามเนื้อเรคตรัส ฟีมอริส กล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียอาลิส และกล้ามเนื้อวาสตัส เลเทอราลิส ขณะทำการฝึกคอนเซ็นตริกควบคู่กับการฝึกเอ็คเซ็นตริก และการฝึกเอ็คเซ็นตริก ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

วัชระ สอนดี (2551) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกรีฑาชาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกรีฑาชายของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่มีอายุ ระหว่าง 19 – 23 ปี จำนวน 20 คน เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน โดยให้ 10 คนแรก เป็น กลุ่มทดลอง ทำการฝึกตามปกติร่วมกับการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก และให้ 10 คน หลัง เป็นกลุ่มควบคุม ทำการฝึกตามปกติ นัก

กรีฑาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีพื้นฐานความแข็งแรงในระดับที่สามารถยกน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุมฉาก (Half squat) ได้อยู่ระหว่าง 1.5 - 2.0 เท่าของน้ำหนักตัว โดยใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ๆ ละ 2 วันและนำเครื่องมือวัดพลังกล้ามเนื้อขา (Margaria-kalamen power test) เป็นเครื่องมือทดสอบ โดยทำการทดสอบ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ผลการวิจัยพบว่า

1. ก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกัน แต่หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. กลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศราวุฒิ คุณาธรรม (2549) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 36 คน อายุระหว่าง 18 – 22 ปี ซึ่งได้มาด้วยการเลือกแบบเจาะจง เริ่มขึ้นพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา 2 สัปดาห์ (วันจันทร์ และวันพฤหัสบดี) โดยทำการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 135 องศา จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสามกลุ่ม กลุ่มละ 12 คน ด้วยการสุ่มแบบง่าย โดยแบ่งการฝึกออกเป็นสามกลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 1 – 2 นาที

กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 3 – 4 นาที โดยใช้เวลาในการฝึกทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ และทุกคนจะฝึก 2 ครั้ง

ต่อสัปดาห์ (วันจันทร์ และวันพฤหัสบดี) โดยจะทำการทดสอบ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

ผลการวิจัยหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ พบว่า

1. การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที และการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที และการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ Bevan et al. (2009) ได้ศึกษาการฝึกเชิงซ้อนของนักกีฬารักบี้อาชีพ อิทธิพลของระยะเวลาในการพักที่มีต่อพลังสูงสุดของร่างกายช่วงบน จุดมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อต้องการกำหนดระยะเวลาในการพักที่ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานของกล้ามเนื้อของร่างกายช่วงบนเพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกด้วยน้ำหนักที่มาก กลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย คือ นักรักบี้อาชีพ จำนวน 26 คน โดยให้ทำท่า Ballistic bench press แล้วพัก 15 วินาที, 4 นาที, 8 นาที, 12 นาที, 16 นาที, 20 นาที และ 24 นาที หลังจากการฝึกด้วยน้ำหนักที่มาก (3 เซต จำนวน 3 ครั้ง น้ำหนักที่ใช้ 87% ของ 1 RM) สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อสามารถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากการฝึกด้วยน้ำหนักที่มาก ระหว่างทำท่า Ballistic bench press หากมีการพักเพียงพอ คือ 8 นาที ระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักที่มากและกิจกรรมที่ใช้แรงระเบิด ดังนั้น จึงแสดงให้เห็นว่า ระหว่างระยะเวลาในการพัก 8 – 12 นาที ระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและกิจกรรมที่ใช้แรงระเบิดจะได้รับประโยชน์ที่ดีที่สุด ในประสิทธิภาพของร่างกายช่วงบน อย่างไรก็ตาม ยังมีการเน้นความสำคัญของการต้องการระยะเวลาในการพักที่ดีที่สุดของแต่ละบุคคลในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อ

งานวิจัยของ Cavaco et al. (2014) ได้ศึกษาผลระยะสั้นของการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อความคล่องแคล่วกับลูกฟุตบอล, ความเร็ว, การโยนบอลอย่างมีประสิทธิภาพ และการยิงประตูในนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน การฝึกเชิงซ้อนเป็นผลของการรวมกันของความแข็งแรง และพลัยโอเมตริก ที่อยู่ในการฝึกเดียวกัน เป็นวิธีการในการใช้เตรียมความพร้อมของนักกีฬาในประเภทกีฬาที่แตกต่างกัน จุดมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อต้องศึกษาผลฉับพลันของโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนในระยะเวลา 6 สัปดาห์ ที่มีต่อความคล่องแคล่วกับลูกฟุตบอล, ความเร็ว, การโยนบอลอย่างมีประสิทธิภาพ และการยิงประตู และอิทธิพลของจำนวนในการฝึกเชิงซ้อนในแต่ละสัปดาห์ (1 ครั้ง กับ 2 ครั้ง) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักกีฬาจำนวน 16 คน โดยการแบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม โดยวิธีการถ่วงดุลลำดับ (กลุ่มที่ 1: ทำการฝึกเชิงซ้อน 1 ครั้ง ต่อสัปดาห์, กลุ่มที่ 2: ทำการฝึกเชิงซ้อน 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ และกลุ่มที่ 3: กลุ่มควบคุมไม่มีการฝึกเชิงซ้อน) ผลของการทดลองแสดงให้เห็นว่า การฝึกเชิงซ้อนเพื่อการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติ ทำให้พิสูจน์ให้เห็นว่า เป็นวิธีการที่ทำให้ประสิทธิภาพในสมรรถภาพของร่างกายและความสามารถของหน่วยยนต์ในนักกีฬาเยาวชน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการยิง เนื่องจากยังไม่ได้สังเกตการลดลงของประสิทธิภาพของการทำงานของการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็ว, การวิ่งเปลี่ยนทิศทาง และการโยนบอล สามารถระบุได้ว่า การฝึกเชิงซ้อนอาจจะเป็นวิธีการที่สำคัญสำหรับการจัดการกับเวลาในการฝึกที่ช่วยให้การปฏิบัติของทักษะที่แตกต่างกันในช่วงเวลาเดียวกัน

งานวิจัยของ Comyns et al. (2006) ได้ศึกษาระยะเวลาพักที่ดีที่สุดในการฝึกเชิงซ้อนของนักกีฬาประเภทแอโรบิค วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อต้องการทราบว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่มากทำให้เป็นการเพิ่มประสิทธิของการออกกำลังกายและถ้ามีช่วงระยะเวลาพักที่ดีที่สุด กลุ่มตัวอย่างมีทั้งหมด 18 คน ทำท่าย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก 5 ครั้ง (Back squat) และพัก 30 วินาที, 2 นาที, 4 นาที และ 6 นาที ตามลำดับ หลังจากพักแล้วให้ทำท่าย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) ซึ่งการกระโดดนั้นจะเป็นการกระโดดบนแท่นการวัดแรง (Force platform) ผลการวิจัย พบว่า มีการลดลงของความเร็วในการพัก 30 วินาที และ 6 นาที และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผู้ชายและผู้หญิง แต่ในผู้ชายแสดงให้เห็นว่ามีการเพิ่มประสิทธิภาพในการกระโดดหลังจากการพัก 4 นาที

ผลการวิจัยแนะนำว่าการฝึกเชิงซ้อนจะได้รับประโยชน์จากการย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) ให้ได้มีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับระยะเวลาพักที่เหมาะสม

งานวิจัยของ Jensen and Ebben (2003) ได้ศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนที่มีระยะเวลาพักที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการกระโดด วัตถุประสงค์การศึกษาครั้งนี้เพื่อต้องการทราบถึงประสิทธิภาพสูงสุดของการฝึกเชิงซ้อน และระยะเวลาพักที่ดีที่สุดในการทำพลัยโอเมตริก (Plyometric) หลังจากการฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬา NCCA ดิวิชั่น 1 โดยการทำท่าแบกน้ำหนักย่อเข่าทำมุมฉากโดยใช้น้ำหนักที่ทำได้ไม่เกิน 5 ครั้ง แล้วพัก 10 วินาที, 2 นาที, 3 นาที และ4 นาที ตามลำดับ พลังจากพัก ให้ทำท่าย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) โดยจะทดสอบความสูงของการกระโดด และแรงสูงสุดในการกระโดด สรุปได้ว่า การฝึกเชิงซ้อนไม่เพิ่มประสิทธิภาพในการกระโดด และการกระโดดในทันทีหลังจากการฝึกด้วย น้ำหนักทำให้ประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของกระโดด ไม่ควรที่จะกระโดดในทันทีหลังจากการฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งระยะเวลาพัก 4 นาที อาจจะเป็นเวลาพักที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพในการกระโดด แต่ระยะเวลาพักดังกล่าวไม่ได้อยู่ในขอบเขตของการศึกษานี้

งานวิจัยของ Liossis et al. (2013) ได้ศึกษาผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนของร่างกายช่วงบนที่มีต่อพลังของนักกีฬาต่อสู้ในการทำท่า Bench press throw วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อกำหนดน้ำหนักที่ต้องการและระยะเวลาพักในการฝึกเชิงซ้อนในการเพิ่มพลัง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาการต่อสู้และศิลปะต้องกันตัวสมัครเล่น จำนวน 9 คน โดยมี 4 การทดลองที่แตกต่างกัน ซึ่งประกอบไปด้วย การทำท่า Bench press 5 ครั้ง: 65% ของ 1RM แล้วพัก 4 นาที, 65% ของ 1 RM แล้วพัก 8 นาที, 85% ของ 1 RM แล้วพัก 4 นาที และ 85% ของ 1 RM แล้วพัก 8 นาที ซึ่งทดลองในวันที่แตกต่างกัน และมีการทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในแต่ละรูปแบบการฝึกโดยให้ทำท่า Bench press throw (30% ของ 1RM)

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของพลัง โดยมีค่าเฉลี่ยของพลังสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อมีการกระตุ้นก่อนการทดลองของ 65% ของ 1RM แล้วพัก 4 นาที และเมื่อมีการกระตุ้นก่อนการทดลอง 85% ของ 1RM แล้วพัก 8 นาที นอกจากนี้ ยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในพลังของการทดลองทั้งหมด สรุปผลได้ว่า ในการฝึกเชิงซ้อน เมื่อมีการกระตุ้นด้วยน้ำหนักที่มากก่อนการทดลองใช้ระยะเวลาพักที่นานกว่า และการกระตุ้นด้วยน้ำหนักที่น้อยกว่าใช้ระยะเวลาพักที่สั้นกว่าเป็นสิ่งสำคัญของนักกีฬาที่ต้องการเพิ่มการผลิตพลังงานก่อนการฝึก หรือก่อนการแข่งขัน

งานวิจัยของ Matthews et al. (2009) ได้ศึกษาผลฉับพลันของการฝึกด้วยน้ำหนักที่มากและการฝึกด้วยน้ำหนักที่เบา ในระยะเวลาในการส่งลูกบาสเกตบอลระหว่างการฝึกเชิงซ้อนของร่างกายช่วงบน วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบผลฉับพลันของการแบกน้ำหนักที่มากและการแบกน้ำหนักที่น้อยในการฝึกเชิงซ้อนของประสิทธิภาพของร่างกายช่วงบน โดยมีการกำหนดระยะเวลาในการส่งลูกบาสเกตบอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอล จำนวน 12 คน ที่มีประสบการณ์ในการฝึกด้วยน้ำหนักมาแล้วอย่างน้อย 6 เดือน และต้องไม่มีความผิดปกติทางด้านกล้ามเนื้อและกระดูก การศึกษานี้เป็นการยืนยันการวิจัยก่อนหน้านี้ ที่แนะนำไว้ว่าการแบกน้ำหนักที่มากเป็นความต้องการที่จะทำให้เกิดการเสริมสร้างผลที่จะตามมา นอกจากนี้ยังมีความคล้ายกันของชีวกลศาสตร์ในการเคลื่อนไหวก่อนการแบกน้ำหนัก อาจจะไม่ได้เป็นสิ่งสำคัญที่อยู่บนกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ตามมา ดังนั้นจึงแนะนำให้นักกีฬาที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในระยะสั้นของการใช้พลังงาน ไม่ว่าจะเป็นสำหรับการฝึกซ้อม หรือการแข่งขันก็ตาม ควรใช้น้ำหนักที่ 85% ของ 1RM สำหรับกิจกรรมที่ต้องการใช้การแบกน้ำหนัก

งานวิจัยของ Mcbride et al. (2005) ได้ศึกษาผลฉับพลันของการฝึกแบกน้ำหนักย่อตัวและแบกน้ำหนักกระโดดที่มีผลต่อการเร่งความเร็ว วัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาแรงสูงสุดหรือแรงระเบิดในการเคลื่อนไหวก่อนที่จะเร่งความเร็วในการวิ่งให้ดีที่สุด กลุ่มตัวอย่าง นักกีฬาฟุตบอล NCAA ดิวิชั่น 3 จำนวน 15 คน โดยให้แบกน้ำหนักย่อตัว, แบกน้ำหนักกระโดด หรือกลุ่มควบคุม การแบ่งกลุ่มแบบถ่วงดุลลำดับ โดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 สัปดาห์ การปฏิบัติ แบกน้ำหนักย่อตัว (90% ของ 1RM) จำนวน 3 ครั้ง 1 เซต, แบกน้ำหนักกระโดด (30% ของ 1RM) จำนวน 3 ครั้ง 1 เซต และพักหลังจากการอบอุ่นร่างกาย 4 นาที

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า การแบกน้ำหนักย่อตัวก่อน ทำให้วิ่งเร็วขึ้น 0.87% ในระยะทาง 40 เมตร (5.35 ± 0.32 vs 5.30 ± 0.34 วินาที) ในการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระยะทาง 10 เมตร หรือ 30 เมตร

ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า ผลฉับพลันของจำนวนครั้งที่น้อยในการแบกน้ำหนักของกล้ามเนื้อช่วงล่างอาจจะทำได้ดีในการวิ่ง 40 เมตร แต่การแบกน้ำหนักกระโดดไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยของ McCann and Flanagan (2010) ได้ศึกษาผลของการเลือกการออกกำลังกายและระยะเวลาในการพักภายหลังการกระตุ้นต่อการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อกำหนดพลังของการออกกำลังกายเพื่อนำไปสู่ภายหลังการกระตุ้นที่ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก ถ้าระยะเวลาในการพัก 4 – 5 นาที เป็นระยะเวลาในการพักที่ดีหลังการกระตุ้น กลุ่มตัวอย่างคือ นักกีฬาวอลเล่ย์บอล ดิวิชั่น 1 ของมหาวิทยาลัย จำนวน 16 คน (ผู้ชาย 8 คน/ผู้หญิง 8 คน) โดย

ให้ทำการทดลองทั้งหมด 4 การทดลอง 2 การออกกำลังกาย (Back squat และ Hang clean) โดยใช้ระยะเวลาในการพัก 2 เวลา คือ 4 นาที และ 5 นาที ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ในแต่ละรูปแบบของการฝึก กลุ่มตัวอย่างจะต้องปฏิบัติย่อตัวแล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) เพื่อดูความสูงโดยการยืนบนแท่นวัดแรง (Force platform) วัดค่าความสูงในการกระโดด และแรงที่กระทำกับพื้นเพื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ทั้ง 4 รูปแบบของการฝึก ผลการศึกษาแนะนำว่า ตัวแปรในการกำหนดการฝึกเชิงซ้อนของแต่ละบุคคลจะเพิ่มขึ้นในความสูงในการกระโดด และประสิทธิภาพของผลฉับพลันในการเพิ่มขึ้นของนักกีฬา

งานวิจัยของ Mihalik et al. (2008) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบของโปรแกรมการฝึกระยะสั้นของการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกแบบโดยรวมที่มีต่อความสูงในการกระโดดและพลังสูงสุดวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ 1.เพื่อกำหนดความแตกต่างในความสูงในการกระโดดและพลังสูงสุดของร่างกายช่วงล่าง ระหว่างการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกคอมฟาล์ว (Compound training) 2.เพื่อกำหนดข้อสงสัยของระดับความเร็วระหว่างการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกคอมฟาล์ว (Compound training) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักกีฬาวอลเล่ย์บอล จำนวน 31 คน (ผู้ชาย จำนวน 11 คน และผู้หญิง 20 คน) โดยให้ทำการฝึกทั้งการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกคอมฟาล์ว (Compound training) และทำการทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยทั้ง 2 กลุ่มทำการทดลอง 2 วันต่อสัปดาห์ ทำการทดลองทั้งหมด 4 สัปดาห์ วิธีการทดลอง โดยทำการฝึกเชิงซ้อน เป็นการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกในวันเดียวกัน ส่วนการฝึกคอมฟาล์ว (Compound training) ทำการฝึกเชิงซ้อน 1 วัน และฝึกพลัยโอเมตริกอีก 1 วัน ผลการศึกษา แนะนำว่า การปฏิบัติการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกคอมฟาล์ว (Compound training) ต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกอย่างน้อย 3 สัปดาห์ ผลทำให้ความสูงในการกระโดดและพลังสูงสุด มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น และผู้ฝึกสอนสามารถนำไปใช้ในตารางการฝึกได้เป็นอย่างดี

งานวิจัยของ Miller et al. (2014) ได้ศึกษาผลของการฝึกพลังพื้นฐานของการฝึกเชิงซ้อนในองค์ประกอบของร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาของวิทยาลัย วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อผลของการฝึกพลังพื้นฐานของการฝึกเชิงซ้อนในองค์ประกอบของร่างกาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในนักกีฬาของวิทยาลัยผู้ชายและผู้หญิง จำนวน 21 คน (นักกีฬาซ็อคเกอร์หญิง จำนวน 12 คน/นักกีฬาฟุตบอลชาย จำนวน 9 คน) โดยทำการฝึกทั้งหมด 6 สัปดาห์ ผลของการศึกษาแนะนำว่า การฝึก 6 สัปดาห์ สามารถทำให้องค์ประกอบของร่างกายของผู้หญิงดีขึ้นและมีการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของร่างกายช่วงบนและร่างกายช่วงล่าง ทั้งผู้ชายและผู้หญิงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการด้านกีฬาต่อไป

งานวิจัยของ Mohamed (2011) ได้ศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนของตัวแปรทางกายภาพและระดับของประสิทธิภาพของการเชื่อมโยงในการออกกำลังกาย วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อน ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ในความแข็งแรง, พลังของกล้ามเนื้อขา และความสามารถในการกระโดดของนักกีฬายิมนาสติกเด็ก วิธีการทดลอง แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะประกอบไปด้วยนักกีฬายิมนาสติกที่มีความสามารถดี ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มีการเพิ่มขึ้นในความแข็งแรง, พลังของกล้ามเนื้อขา และความสามารถในการกระโดด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

งานวิจัยของ Weber et al. (2008) ได้ศึกษาผลฉับพลันของการแบกน้ำหนักย่อตัว ในการทำท่าย่อตัวกระโดดที่ทำต่อเนื่องกัน วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการแบกน้ำหนักย่อตัว (Heavy-load back squat) น้ำหนักที่ใช้คือ 85% ของ 1RM และการปฏิบัติย่อตัวกระโดดต้องทำต่อเนื่องกัน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกรีฑาประเภทลู่และลานที่อยู่ในฤดูกาลแข่งขัน ดิวิชั่น 1 จำนวน 12 คน ซึ่งทำการทดสอบมีความแตกต่างกัน การทดสอบที่ 1 – แบกน้ำหนักย่อตัว 5 ครั้ง (น้ำหนัก 85% ของ 1RM) / การทดสอบที่ 2 – ทำท่าย่อตัวกระโดด 5 ครั้ง การปฏิบัติแบกน้ำหนักย่อตัวนั้น ต้องย่อตัวกระโดด 7 ครั้งติดต่อกัน (ก่อนการทดลอง) แล้วตามด้วยแบกน้ำหนักย่อตัว 5 ครั้ง (น้ำหนัก 85% ของ 1RM) และย่อตัวกระโดด 7 ครั้งติดต่อกัน (หลังการทดลอง)การทำท่าย่อตัวกระโดดปฏิบัติเหมือนกับการแบกน้ำหนักย่อตัว ยกเว้นการทำท่าย่อตัวกระโดด 5 ครั้งติดต่อกัน แทนที่จะแบกน้ำหนักย่อตัว 5 ครั้ง และระยะเวลาพักระหว่างเซตพัก 3 นาที

ผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ย, ความสูงในการกระโดด และค่าแรงสูงสุดของการย่อตัวแบกน้ำหนักเพิ่มขึ้น 5.8% ± 4.8%, 4.7% ± 4.8% และ 4.6% ± 7.4% ตามลำดับ แต่ค่าเฉลี่ย, ความสูงในการกระโดด และค่าแรงสูงสุดของการย่อตัวกระโดดลดลง 2.7% ± 5.0%, 4.0% ± 4.9% และ 1.3% ± 7.5% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผลของการแบกน้ำหนักก่อนการทำท่าย่อตัวกระโดดต่อเนื่อง อาจจะทำให้ผลฉับพลันของการฝึกเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ย และความสูงในการกระโดดเหมือนกับค่าแรงสูงสุด

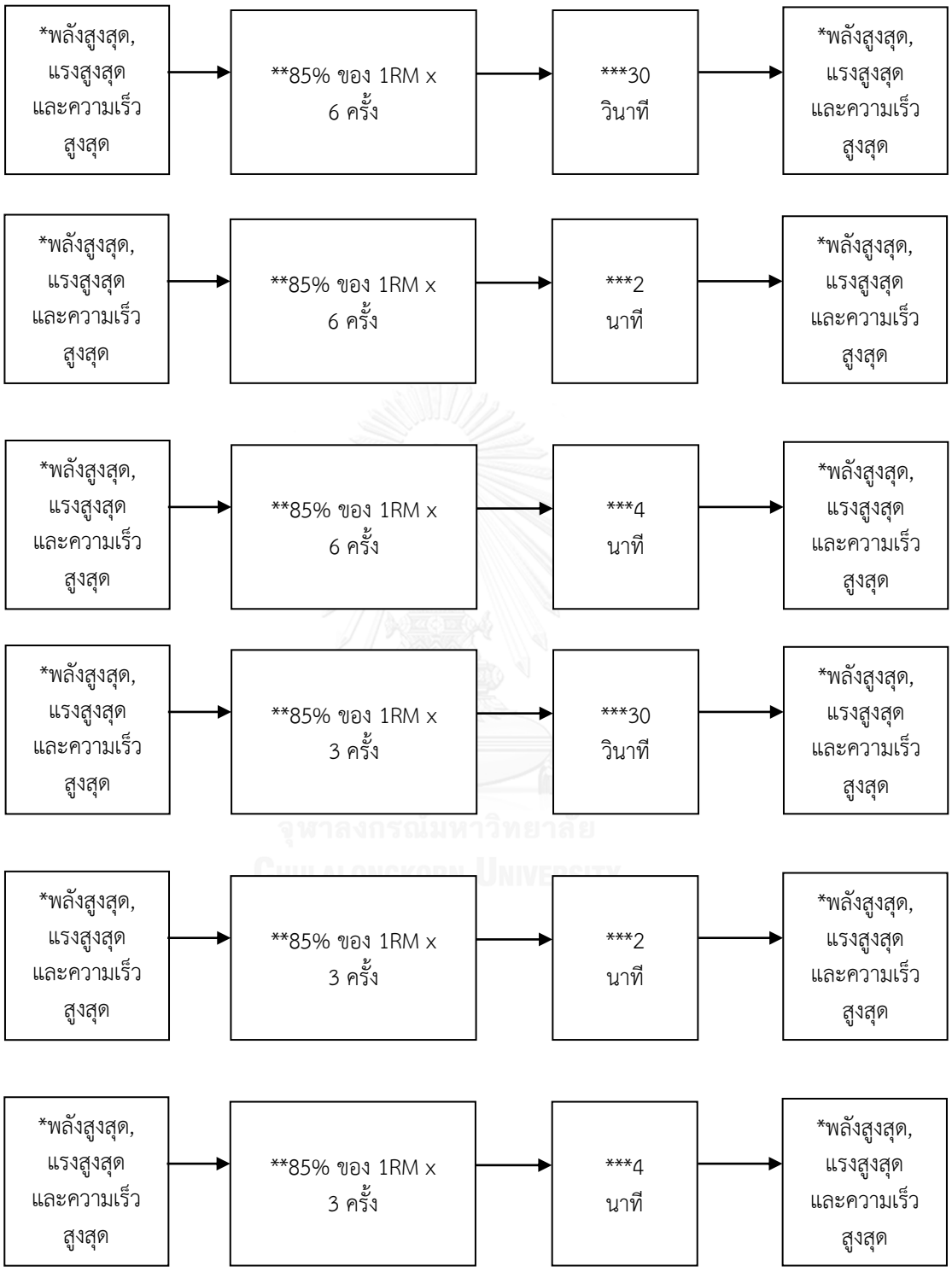
งานวิจัยของ Young (1998) ได้ศึกษาผลฉับพลันของการแบกน้ำหนักย่อตัวในการเพิ่มขึ้นของพลัง วัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาการแบกน้ำหนักในการกระโดด (Loaded countermovement jump: LCMJ) ซึ่งอาจจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของพลัง หากมีการแบกน้ำหนักย่อตัว (5RM) ก่อน

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน โดยให้แบกน้ำหนักกระโดด (LCMJ) 5 ครั้ง จำนวน 2 เซต, แบกน้ำหนักย่อตัว (5RM) 5 ครั้ง จำนวน 1 เซต และแบกน้ำหนักกระโดด (LCMJ) 5 ครั้ง จำนวน 1 เซต โดยใช้เวลาพักในแต่ละเซต 4 นาที

ผลการวิจัย พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่าง 2 เซตแรกของการแบกน้ำหนักกระโดด (LCMJ) แต่การแบกน้ำหนักกระโดด (LCMJ) หลังจากทำท่าย่อตัว (Squat) มีผลดีขึ้น (2.8%) กว่าการทำท่าย่อตัว (Squat) ทันที สรุปได้ว่า การแบกน้ำหนักย่อตัว (5RM) เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของพลังเป็นอย่างมาก นอกจากนั้น ยังมีความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่างการเพิ่มประสิทธิภาพของการย่อตัว (Squat) และการแบกน้ำหนักย่อตัว (5RM) แสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละคนอาจจะได้ประโยชน์มากขึ้นจากการฝึกโดยใช้น้ำหนักที่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวความคิดในการวิจัย



หมายเหตุ: Ebben and Watts (1998) ได้กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อนต้องฝึกด้วยน้ำหนักก่อนเพื่อกระตุ้นระบบประสาทให้มีการระดมหน่วยยนต์ได้จำนวนมาก

*ทดสอบพลังของกล้ามเนื้อโดยการกระโดดไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) โดยทดสอบพลังสูงสุด, แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด

**สนธยา และ ดุจเดือน (2551) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของจำนวนครั้งและ % ความแข็งแรงสูงสุด (%1RM) ไว้ว่า 85% จำนวนครั้งคือ 6 ครั้ง ดังนั้นจึงลดลงมาครึ่งหนึ่งเพื่อดูผลที่ตามมา

***Fleck and Kraemer (1987) ได้กล่าวว่า แหล่งพลังงานใช้รูปแบบของพลังของกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาต่าง ๆ ในการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงาน เอทีพี – ซีพีนั้นจะใช้ในสถานการณ์ที่นักกีฬาต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วหรือออกแรงอย่างมากในเวลาอันสั้น เอทีพี – ซีพี ก็จะหมดไป และเมื่อหยุดพักก็จะมีการสะสมเอทีพี – ซีพี ไว้ในกล้ามเนื้อตามระยะเวลา ดังนี้

การหยุดพัก 20 วินาทีจะสะสมเอทีพี – ซีพีได้ 50%,

การหยุดพัก 40 วินาทีจะสะสมเอทีพี – ซีพีได้ 75%,

การหยุดพัก 60 วินาทีจะสะสมเอทีพี – ซีพีได้ 87% และ

การหยุดพัก 3 - 4 นาทีจะสะสมเอทีพี – ซีพีได้ 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตชายระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18 - 22 ปี จำนวน 16 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยนิสิตจะต้องมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ 1.5 ที่สามารถทำท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยกำหนดดรรชนีขนาดของผล (Effect size index) ที่ .50 และพลังอำนาจของการทดสอบ (Power) ที่ .80 โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 16 คน ต้องทำการทดลองทั้ง 6 การทดลอง ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน

ขั้นตอนการวิจัย

1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 16 คน โดยการทำการทดสอบความแข็งแรงด้วยเครื่อง Keiser's Air 300 Squat ในท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat)

2. เมื่อกลุ่มตัวอย่างทราบรายละเอียดและยินดีเข้าร่วมการวิจัยจึงให้กลุ่มตัวอย่างลงนามยินยอม

3. ให้กลุ่มตัวอย่างฝึกด้วยน้ำหนักท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม ตามจำนวนครั้งและเวลาพักที่กำหนด จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง แต่ละคนฝึกสัปดาห์ละหนึ่งการทดลองโดยใช้การถ่วงดุลลำดับ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ รวม 6 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนัก 6 ครั้ง พัก 30 วินาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การทดลองที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนัก 6 ครั้ง พัก 2 นาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การทดลองที่ 3 ฝึกด้วยน้ำหนัก 6 ครั้ง พัก 4 นาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การทดลองที่ 4 ฝึกด้วยน้ำหนัก 3 ครั้ง พัก 30 วินาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การทดลองที่ 5 ฝึกด้วยน้ำหนัก 3 ครั้ง พัก 2 นาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การทดลองที่ 6 ฝึกด้วยน้ำหนัก 3 ครั้ง พัก 4 นาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

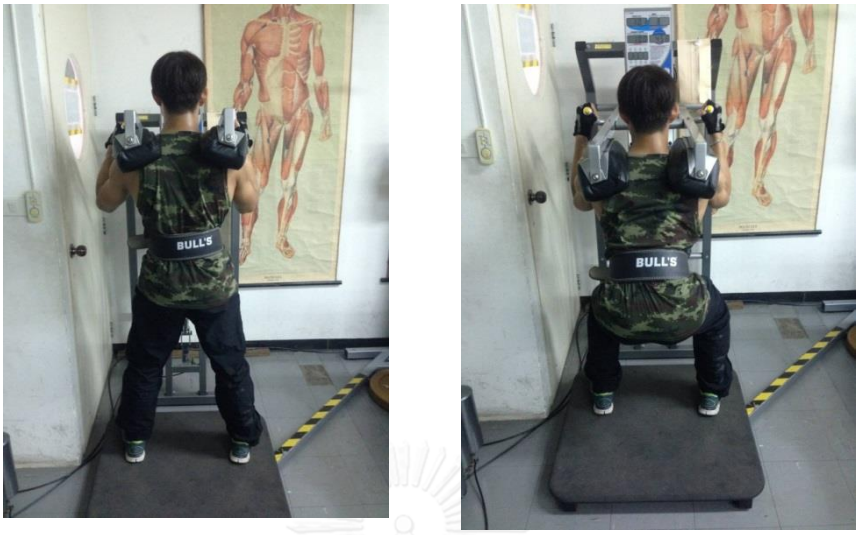
4. ทดสอบพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด ก่อนและหลังของแต่ละการทดลอง

ตารางที่ 4 ตารางการถ่วงดุลน้ำหนัก (Counter balancing) ของการทดลองทั้ง 6 การทดลอง

รอบ	**การทดลองที่ 1**	**การทดลองที่ 2**	**การทดลองที่ 3**	**การทดลองที่ 4**	**การทดลองที่ 5**	**การทดลองที่ 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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM



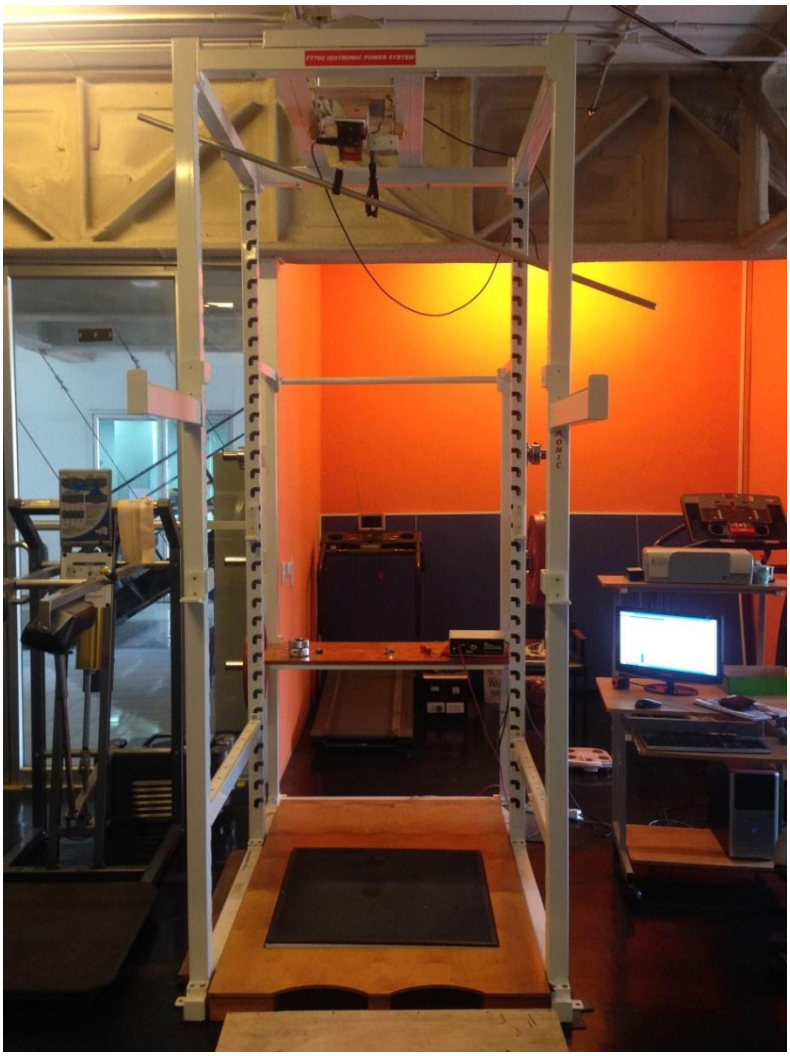
ภาพที่ 1 การปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat)

ตารางที่ 5 ตารางแสดงรายละเอียดการทดลองทั้ง 6 การทดลอง

การทดลองที่ 1	85% ของ 1 RM จำนวน 6 ครั้ง เวลาพัก 30 วินาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง
การทดลองที่ 2	85% ของ 1 RM จำนวน 6 ครั้ง เวลาพัก 2 นาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง
การทดลองที่ 3	85% ของ 1 RM จำนวน 6 ครั้ง เวลาพัก 4 นาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง
การทดลองที่ 4	85% ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง เวลาพัก 30 วินาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง
การทดลองที่ 5	85% ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง เวลาพัก 2 นาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง
การทดลองที่ 6	85% ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง เวลาพัก 4 นาที จากนั้นให้ย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

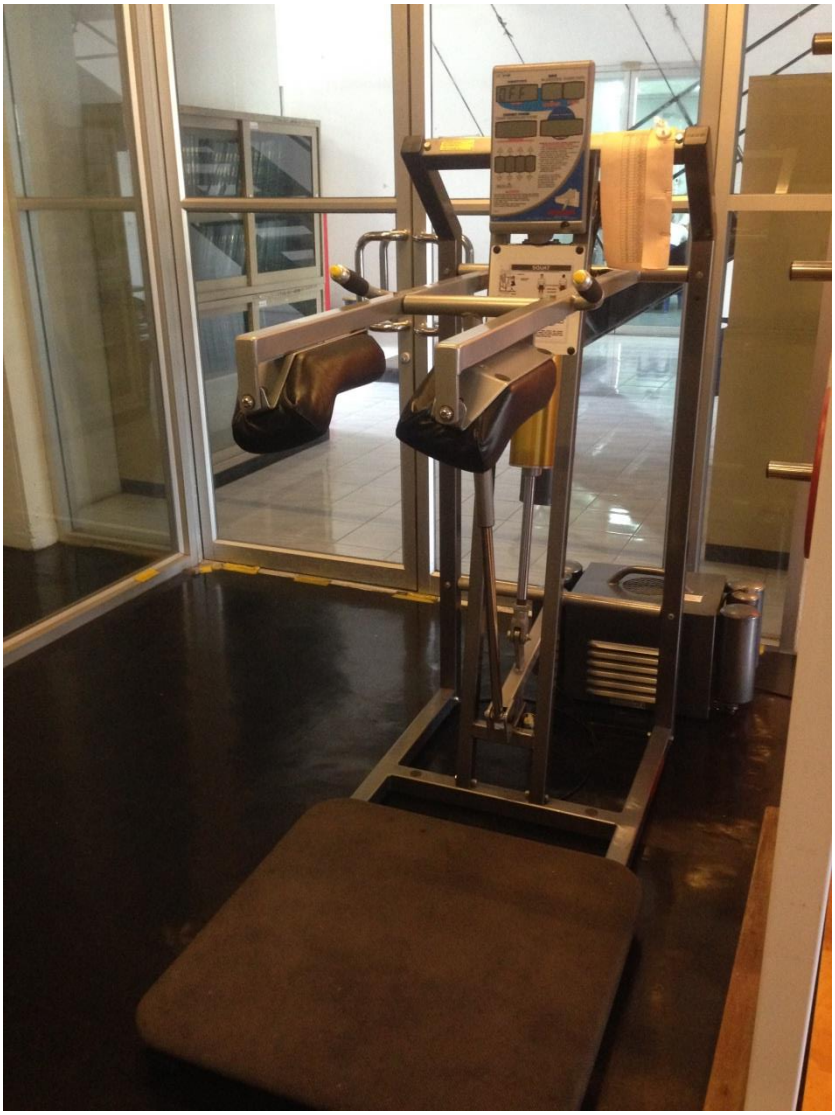
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่อง FT 700 Power และ Ballistic measurement system software เพื่อทดสอบพลังสูงสุด (Peak power) ซึ่งหมายถึง ค่าของผลคูณระหว่างแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งจากพื้นกับความเร็วของบาร์เบล ณ ช่วงเวลาเดียวกันที่ทำให้เกิดค่าสูงสุด มีหน่วยเป็นวัตต์ แรงสูงสุด (Peak force) ซึ่งหมายถึง แรงปฏิกิริยาสูงสุดในแนวดิ่งจากพื้นที่เกิดขึ้นจากการออกแรงเหยียดสะโพกและขาลงบนแผ่นตรวจจับแรงกระแทก (Force plate) มีหน่วยเป็นนิวตัน (Peak velocity) ซึ่งหมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงทำให้บาร์เบลเกิดการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงสุด มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที



ภาพที่ 2 เครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อ FT 700 Power System: BMS (Ballistic Measurement System)

2. เครื่อง Keiser’s Air 300 Squat เพื่อทดสอบหาค่า 1 RM และฝึกด้วยน้ำหนักในท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat)



ภาพที่ 3 เครื่อง Keiser’s Air 300 Squat

3. แท่นวัดแรง (Force plate)

ภาพที่ 4 แท่นวัดแรง (Force plate)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดที่เก็บรวบรวมได้จากการทดลองของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลองทั้ง 6 การทดลอง มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลองในแต่ละการทดลอง โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยการทดสอบค่าที (t-test)

2. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 6 กลุ่ม โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure)

3. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลองในแต่ละการทดลอง โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยการทดสอบค่าที (t-test)

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ขั้นตอนของการเก็บข้อมูล และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัยด้วยความสมัครใจ การตอบรับหรือการปฏิเสธเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ไม่มีผลต่อกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งออกจากการศึกษาได้ก่อนการวิจัยสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งผลหรือคำบรรยายใดๆ ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยเกี่ยวกับโครงการวิจัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบอย่างรวดเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไป ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุด และค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดด ที่มีความหนักที่แตกต่างกัน มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติแล้วจึงนำผลในรูปแบบตารางประกอบความเรียง

ผลของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก และความแข็งแรงสัมพัทธ์ ของนิสิตชายระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 16 คน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรข้อมูลทั่วไป ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

คุณลักษณะของผู้เข้าร่วมการวิจัย (n = 16)	$\overline{X}$	**S.D.**
อายุ (ปี)	21.50	0.63
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	73.26	10.85
ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์	3.45	0.62

จากตารางที่ 6 แสดงว่าค่าเฉลี่ยอายุผู้เข้าร่วมการวิจัยเท่ากับ 21.50 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเท่ากับ 73.26 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.85 ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์เท่ากับ 3.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.62

ผลของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุด และค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดด ก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของ ค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุด และค่าความเร็วสูงสุด ในการกระโดดก่อนการทดลอง ดังตารางที่แสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการ ทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ก่อนการทดลอง	**พลังสูงสุด (วัตต์)**	
	$\overline{X}$	**S.D.**
การทดลองที่ 1	4445.73	608.04
การทดลองที่ 2	4009.93	947.76
การทดลองที่ 3	4052.71	1072.78
การทดลองที่ 4	4227.21	1076.29
การทดลองที่ 5	3897.85	1076.41
การทดลองที่ 6	4066.77	1211.39

จากตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง การทดลองที่ 1 เท่ากับ 4445.73 วัตต์ การทดลองที่ 2 เท่ากับ 4009.93 วัตต์ การทดลองที่ 3 เท่ากับ 4052.71 วัตต์ การทดลองที่ 4 เท่ากับ 4227.21 วัตต์ การทดลองที่ 5 เท่ากับ 3897.85 วัตต์ และการทดลองที่ 6 เท่ากับ 4066.77 วัตต์ โดยค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง การทดลองที่ 1 มีค่ามากที่สุด และค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง การทดลองที่ 5 มีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**p**
ระหว่างกลุ่ม	2981676.01	5	596335.20	0.577	0.718
ภายในกลุ่ม	93050252.15	90	1033891.69		
รวมทั้งหมด	96031928.17	95			

p>0.05

จากตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง พบว่า ค่าพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ก่อนการทดลอง	แรงสูงสุด (นิวตัน)	
	$\overline{X}$	S.D.
การทดลองที่ 1	3396.91	1177.13
การทดลองที่ 2	3401.51	1232.74
การทดลองที่ 3	3468.77	1079.88
การทดลองที่ 4	3993.14	1471.02
การทดลองที่ 5	3365.37	1278.60
การทดลองที่ 6	3160.42	1420.15

จากตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง การทดลองที่ 1 เท่ากับ 3396.91 นิวตัน การทดลองที่ 2 เท่ากับ 3401.51 นิวตัน การทดลองที่ 3 เท่ากับ 3468.77 นิวตัน การทดลองที่ 4 เท่ากับ 3993.14 นิวตัน การทดลองที่ 5 เท่ากับ 3365.37 นิวตัน และการทดลองที่ 6 เท่ากับ 3160.42 นิวตัน โดยค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง การทดลองที่ 4 มีค่ามากที่สุด และค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง การทดลองที่ 6 มีค่าน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**p**
ระหว่างกลุ่ม	6244897.15	5	1248979.43	0.758	0.582
ภายในกลุ่ม	148304400.28	90	1647826.67		
รวมทั้งหมด	154549297.43	95			

p>0.05

จากตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง พบว่า ค่าแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ก่อนการทดลอง	ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	
	$\overline{X}$	S.D.
การทดลองที่ 1	2.81	0.22
การทดลองที่ 2	2.83	0.23
การทดลองที่ 3	2.76	0.16
การทดลองที่ 4	2.86	0.17
การทดลองที่ 5	2.79	0.21
การทดลองที่ 6	2.81	0.13

จากตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง การทดลองที่ 1 เท่ากับ 2.81 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 2 เท่ากับ 2.83 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 3 เท่ากับ 2.76 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 4 เท่ากับ 2.86 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 5 เท่ากับ 2.79 เมตรต่อวินาที และการทดลองที่ 6 เท่ากับ 2.81 เมตรต่อวินาที โดยค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองการทดลองที่ 4 มีค่ามากที่สุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองการทดลองที่ 3 มีค่าน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**p**
ระหว่างกลุ่ม	0.10	5	0.02	0.562	0.729
ภายในกลุ่ม	3.22	90	0.04		
รวมทั้งหมด	3.32	95			

p>0.05

จากตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลอง พบว่า ค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุด และค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดด หลังการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของ ค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุด และค่าความเร็วสูงสุด ในการกระโดดหลังการทดลอง ดังตารางที่แสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพลังสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย

หลังการทดลอง	ค่าพลังสูงสุด (วัตต์)	
	$\overline{X}$	S.D.
การทดลองที่ 1	4402.04	588.11
การทดลองที่ 2	4573.67	788.42
การทดลองที่ 3	4147.04	1049.28
การทดลองที่ 4	4532.20	862.94
การทดลองที่ 5	4083.97	942.70
การทดลองที่ 6	4215.89	1135.75

จากตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง การทดลองที่ 1 เท่ากับ 4402.04 วัตต์ การทดลองที่ 2 เท่ากับ 4573.67 วัตต์ การทดลองที่ 3 เท่ากับ 4147.04 วัตต์ การทดลองที่ 4 เท่ากับ 4532.20 วัตต์ การทดลองที่ 5 เท่ากับ 4083.97 วัตต์ และการทดลองที่ 6 เท่ากับ 4215.89 วัตต์ โดยค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง การทดลองที่ 2 มีค่ามากที่สุด และค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง การทดลองที่ 5 มีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าพลังสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**p**
ระหว่างกลุ่ม	3397902.45	5	679580.491	0.817	0.541
ภายในกลุ่ม	74876493.04	90	831961.034		
รวมทั้งหมด	78274395.49	95			

p>0.05

จากตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าพลังสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง พบว่า ค่าพลังสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแรงสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย

หลังการทดลอง	ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด (นิวตัน)	
	$\overline{X}$	S.D.
การทดลองที่ 1	3356.12	1236.90
การทดลองที่ 2	3482.25	1590.58
การทดลองที่ 3	3174.14	1091.61
การทดลองที่ 4	3307.88	1412.72
การทดลองที่ 5	3306.82	1356.25
การทดลองที่ 6	3607.43	1551.57

จากตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง การทดลองที่ 1 เท่ากับ 3356.12 นิวตัน การทดลองที่ 2 เท่ากับ 3482.25 นิวตัน การทดลองที่ 3 เท่ากับ 3174.14 นิวตัน การทดลองที่ 4 เท่ากับ 3307.88 นิวตัน การทดลองที่ 5 เท่ากับ 3306.82 นิวตัน และการทดลองที่ 6 เท่ากับ 3607.43 นิวตัน โดยค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด ในการกระโดดหลังการทดลอง การทดลองที่ 6 มีค่ามากที่สุด และค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลองการทดลองที่ 3 มีค่าน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าแรงสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**p**
ระหว่างกลุ่ม	1845496.97	5	369099.39	0.193	0.965
ภายในกลุ่ม	172410640.87	90	1915673.79		
รวมทั้งหมด	174256137.84	95			

p>0.05

จากตารางที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าแรงสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง พบว่า ค่าแรงสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย

หลังการทดลอง	ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	
	$\overline{X}$	S.D.
การทดลองที่ 1	2.93	0.20
การทดลองที่ 2	2.88	0.24
การทดลองที่ 3	2.86	0.21
การทดลองที่ 4	2.93	0.18
การทดลองที่ 5	2.85	0.26
การทดลองที่ 6	2.87	0.25

จากตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง การทดลองที่ 1 เท่ากับ 2.93 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 2 เท่ากับ 2.88 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 3 เท่ากับ 2.86 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 4 เท่ากับ 2.93 เมตรต่อวินาที การทดลองที่ 5 เท่ากับ 2.85 เมตรต่อวินาที และการทดลองที่ 6 เท่ากับ 2.87 เมตรต่อวินาที โดยค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง การทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 4 มีค่ามากที่สุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง การทดลองที่ 5 มีค่าน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**p**
ระหว่างกลุ่ม	0.10	5	0.02	0.394	0.851
ภายในกลุ่ม	4.49	90	0.05		
รวมทั้งหมด	4.58	95			

p>0.05

จากตารางที่ 18 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำของค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลอง พบว่า ค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดหลังการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยการทดสอบค่าที (t-test) ของค่าพลังสูงสุด ค่าแรงสูงสุด และค่าความเร็วสูงสุดในการกระโดดของผู้เข้าร่วมการวิจัย ดังตารางที่แสดงต่อไปนี้

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 1 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

การทดลองที่ 1	**N**	$\overline{X}$	**S.D.**	**t**	**p**
1.พลังสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	4445.73	608.04	0.254	0.803
หลังการทดลอง	16	4402.04	588.11		
2.แรงสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	3396.91	1177.13	0.155	0.879
หลังการทดลอง	16	3356.11	1236.90		
3.ความเร็วสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	2.81	0.22	-2.337	0.034*
หลังการทดลอง	16	2.93	0.20		

*p<0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 4445.73 วัตต์ หลังการทดลองเท่ากับ 4402.04 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 3396.91 นิวตัน หลังการทดลองเท่ากับ 3356.11 นิวตัน เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 2.81 เมตรต่อวินาที หลังการทดลองเท่ากับ 2.93 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดหลังการทดลองมากกว่าค่าเฉลี่ย ความเร็วสูงสุดก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 2 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

การทดลองที่ 2	**N**	$\overline{X}$	**S.D.**	**t**	**p**
1.พลังสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	4009.93	947.76	-1.920	0.074
หลังการทดลอง	16	4573.67	788.42		
2.แรงสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	3401.51	1232.74	-0.657	0.521
หลังการทดลอง	16	3482.25	1590.58		
3.ความเร็วสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	2.83	0.23	-1.252	0.230
หลังการทดลอง	16	2.88	0.24		

$p>0.05$

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 4009.93 วัตต์ หลังการทดลองเท่ากับ 4573.67 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 3401.51 นิวตัน หลังการทดลองเท่ากับ 3482.25 นิวตัน เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 2.83 เมตรต่อวินาที หลังการทดลองเท่ากับ 2.88 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 3 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

การทดลองที่ 3	**N**	$\overline{X}$	**S.D.**	**t**	**p**
1.พลังสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	4052.71	1072.78	-0.375	0.713
หลังการทดลอง	16	4147.04	1049.28		
2.แรงสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	3468.77	1079.88	1.774	0.096
หลังการทดลอง	16	3174.14	1091.61		
3.ความเร็วสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	2.76	0.16	-2.386	0.031*
หลังการทดลอง	16	2.86	0.21		

*p<0.05

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 4052.71 วัตต์ หลังการทดลองเท่ากับ 4147.04 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 3468.77 นิวตัน หลังการทดลองเท่ากับ 3174.14 นิวตัน เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 2.76 เมตรต่อวินาที หลังการทดลองเท่ากับ 2.86 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดหลังการทดลองมากกว่าค่าเฉลี่ย ความเร็วสูงสุดก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 4 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

การทดลองที่ 4	**N**	$\overline{X}$	**S.D.**	**t**	**p**
1.พลังสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	4227.21	1076.29	-1.243	0.233
หลังการทดลอง	16	4532.20	862.94		
2.แรงสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	3993.14	1471.02	2.259	0.039*
หลังการทดลอง	16	3307.88	1412.72		
3.ความเร็วสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	2.86	0.17	-3.183	0.006*
หลังการทดลอง	16	2.93	0.18		

*p<0.05

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 4227.21 วัตต์ หลังการทดลองเท่ากับ 4532.20 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 3993.14 นิวตัน หลังการทดลองเท่ากับ 3307.88 นิวตัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่า ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดหลังการทดลองน้อยกว่าค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 2.86 เมตรต่อวินาที หลังการทดลองเท่ากับ 2.93 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดหลังการทดลองมากกว่าค่าเฉลี่ย ความเร็วสูงสุดก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 5 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

การทดลองที่ 5	**N**	$\overline{X}$	**S.D.**	**t**	**p**
1.พลังสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	3897.85	1076.41	-0.585	0.567
หลังการทดลอง	16	4083.97	942.70		
2.แรงสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	3365.37	1278.60	0.226	0.824
หลังการทดลอง	16	3306.82	1356.25		
3.ความเร็วสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	2.79	0.21	-1.405	0.181
หลังการทดลอง	16	2.85	0.26		

$p>0.05$

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 3897.85 วัตต์ หลังการทดลองเท่ากับ 4083.97 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 3365.37 นิวตัน หลังการทดลองเท่ากับ 3306.82 นิวตัน เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 2.79 เมตรต่อวินาที หลังการทดลองเท่ากับ 2.85 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองของการทดลองที่ 6 ของผู้เข้าร่วมการวิจัย

การทดลองที่ 6	**N**	$\overline{X}$	**S.D.**	**t**	**p**
1.พลังสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	4066.77	1211.39	-0.719	0.483
หลังการทดลอง	16	4215.89	1135.75		
2.แรงสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	3160.42	1420.15	-2.291	0.037*
หลังการทดลอง	16	3607.44	1551.57		
3.ความเร็วสูงสุด					
ก่อนการทดลอง	16	2.81	0.13	-0.999	0.334
หลังการทดลอง	16	2.87	0.25		

*p<0.05

ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 4066.77 วัตต์ หลังการทดลองเท่ากับ 4215.89 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 3160.42 นิวตัน หลังการทดลองเท่ากับ 3607.44 นิวตัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่า ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดหลังการทดลองมากกว่าค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองเท่ากับ 2.81 เมตรต่อวินาที หลังการทดลองเท่ากับ 2.87 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการกระโดด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย ช่วงอายุ 18 - 22 ปี จำนวน 16 คน โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ 1.5 ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองทั้งหมด 6 การทดลอง ตามการถ่วงดุลลำดับ ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน

การทดลองที่ 1 ปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 6 ครั้ง และพัก 30 วินาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การทดลองที่ 2 ปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 6 ครั้ง และพัก 2 นาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การทดลองที่ 3 ปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 6 ครั้ง และพัก 4 นาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การทดลองที่ 4 ปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 3 ครั้ง และพัก 30 วินาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การทดลองที่ 5 ปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 3 ครั้ง และพัก 2 นาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การทดลองที่ 6 ปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 3 ครั้ง และพัก 4 นาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจากการทดลองของผู้เข้าร่วมทำการทดลองทั้งหมด 16 คน มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของอายุ น้ำหนัก และความแข็งแรงสัมพัทธ์

2. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลองภายในการทดลองทั้ง 6 การทดลอง โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีการของตูกี

3. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองและหลังการทดลองในแต่ละการทดลองโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมการทดลอง ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยการทดสอบค่าที (t-test) ทดสอบความมีนัยสำคัญที่ .05

สรุปผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองทั้ง 6 การทดลอง เมื่อทำการทดสอบค่าที (Pair-sample t-test) ไม่มีความแตกต่างกัน

2. ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองทั้ง 6 การทดลอง เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure) พบว่า ค่าพลังสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน

3. ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองทั้ง 6 การทดลอง เมื่อทำการทดสอบค่าที (Pair-sample t-test) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 3 ครั้ง และพัก 30 วินาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง และการปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 3 ครั้ง และพัก 4 นาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองทั้ง 6 การทดลอง เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure) พบว่า ค่าเฉลี่ยแรงสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน

5. ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองทั้ง 6 การทดลอง เมื่อทำการทดสอบค่าที (Pair-sample t-test) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 6 ครั้ง และพัก 30 นาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง, การปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 6 ครั้ง และพัก 4 นาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง และการปฏิบัติท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 3 ครั้ง และพัก 30 วินาที แล้วย่อตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) จำนวน 1 ครั้ง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองทั้ง 6 การทดลอง เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure) พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดในการกระโดดก่อนการทดลองและหลังการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานการวิจัยที่ว่าการฝึกเชิงซ้อนที่ใช้จำนวนครั้งของการฝึกด้วยน้ำหนักและเวลาพักที่แตกต่างกันทำให้พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดดแตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าไม่เป็นไปตามสมมติฐาน แต่อย่างไรก็ตามการวิจัยครั้งนี้พบว่า ในการทดลองที่ 4 ฝึกด้วยน้ำหนัก 3 ครั้ง พัก 30 วินาที ทำให้ความเร็วสูงสุดในการกระโดดมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การยกเพียง 3 ครั้ง หรือครึ่งหนึ่งของจำนวนครั้งสูงสุดที่สามารถยกได้ในน้ำหนัก 85 % ของ 1 RM ก็เพียงพอกับการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และยังสามารถใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี-ซีพี ได้ต่อไปอีก สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภูเบศร์ นภัทรพิทยาธร และคณะ (2553) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของการฝึกคอนเซ็นตริกควบคู่กับการฝึกเอ็คเซ็นตริก และการฝึกเอ็คเซ็นตริกโดยใช้ระยะเวลาพักที่แตกต่างกัน ทำการฝึกในโปรแกรมการฝึก 6 แบบ คือ โปรแกรมการฝึกคอนเซ็น

ตริกควบคู่กับการฝึกเอ็คเซ็นตริกโดยใช้ระยะเวลาพักระหว่างชุดการฝึก 30 วินาที 2 นาที และ 4 นาที และโปรแกรมการฝึกเอ็คเซ็นตริกโดยใช้ระยะเวลาพักระหว่างชุดการฝึก 30 วินาที 2 นาที และ 4 นาที ทำการฝึก 2 ชุดการฝึกต่อ 1 โปรแกรมการฝึกโดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 1 โปรแกรม เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่า อาจยังคงมีการระดมหน่วยยนต์อยู่ภายในระยะเวลา 30 วินาที ระยะเวลาพักระหว่างชุดการฝึก 30 วินาที เป็นระยะเวลาที่ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องได้ดีที่สุด นอกจากนั้น Karp (2001) ได้กล่าวว่า มีหลักฐานที่เห็นว่า การระดมหน่วยยนต์ที่กำหนดขึ้นโดยหลักของขนาดนั้น จะมีการเปลี่ยนลำดับของการระดมหน่วยยนต์มาทำงาน โดยที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วจะถูกระดมมาทำงานก่อนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวช้า เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบเอ็คเซนตริก (Eccentric) หรือในขณะที่ทำงานอย่างรวดเร็ว สำหรับกล้ามเนื้อที่หดตัวแบบเอ็คเซนตริก (Eccentric) นั้น การระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะต้องทำงานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูงเท่านั้น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผู้ฝึกสอนอาจจะนำการฝึกเชิงซ้อนที่ใช้จำนวนครั้งในการฝึกจำนวน 3 ครั้ง และระยะเวลาในการพัก 30 วินาที ไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการฝึกต่างๆ ที่ต้องการกระตุ้นกล้ามเนื้อให้มีการทำงานในระยะเวลาพักที่สั้นได้ รวมไปถึงการพัฒนาความเร็วในการกระโดดของนักกีฬาประเภทต่างๆ เช่น นักกีฬาวอลเลย์บอล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีผลต่อพลังสูงสุด, แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาอาชีพ

2. ควรมีการศึกษาการฝึกเชิงซ้อนในการฝึกกล้ามเนื้อมัดอื่นๆ เพื่อการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่เฉพาะเจาะจง สำหรับกีฬาประเภทต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

รายการอ้างอิง

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., Owen, N. J., Cunningham, D. J., Kingsley, M. I. C., & Kilduff, L. P. (2009). Complex training in professional rugby Players: influence of recovery time on Upper-body power output. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 23(6), 1780–1785.

Carter, J., & Greenwood, M. (2014). Complex Training Reexamined: Review and Recommendations to Improve Strength and Power. *Strength and Conditioning Journal,* 36(4), 11-19.

Cavaco, B., Sousa, N., Reis, V. M. d., Garrido, N., Saavedra, F., Mendes, R., & Vilaça-Alves, J. (2014). Short-Term Effects of Complex Training on Agility with the Ball, Speed, Efficiency of Crossing and Shooting in Youth Soccer Players. *Journal of Human Kinetics,* 43, 105-112.

Chu, D. A. (1996). *Explosive power & strength: complex training for maximum results*: Human Kinetics 1.

Comyns, T. M., Harrison, A. J., & Hennessy, L. K. (2010). Effect of squatting on sprinting performance and repeated exposure to complex training in Male rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 24(3), 610-618.

Comyns, T. M., Harrison, A. J., Hennessy, L. K., & Jensen, R. L. (2006). The Optimal Complex Training Rest Interval For Athletes From Anaerobic Sports. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 20(3), 471-476.

Ebben, W. P. (2002). Complex training: a brief review. *Journal of Sports Science and Medicine,* 1, 42-26.

Ebben, W. P., Jensen, R. L., & Blackard, D. O. (2000). Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 14(4), 451-456.

Ebben, W. P., & Watts, P. B. (1998). A Review of Combined Weight Training and Plyometric Training Modes: Complex Training. *Strength and Conditioning Journal,* 20(5), 18-27.

Fleck, S., & Kraemer, W. (1987). Designing Resistance Training Programs. Champaign, IL: Human Kinetics Publshers: Inc.

Hoeger, W. W., & Hoeger, S. A. (1989). Lifetime Physical Fitness and Wellness: A Personalized Program.

Hultman, E., Bergström, J., & Anderson, N. M. (1967). Breakdown and resynthesis of phosphorylcreatine and adenosine triphosphate in connection with muscular work in man. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation,* 19(1), 56-66.

Jensen, R. L., & Ebben, W. P. (2003). Kinetic Analysis of Complex Training Rest Interval Effect on Vertical Jump Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 17(2), 345-349.

Karp, J. R. (2001). Muscle fiber types and training. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 21 - 23.

Kubo, K., Morimoto, M., Komuro, T., Yata, H., Tsunoda, N., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2007). Effects of Plyometric and Weight Training on Muscle–Tendon Complex and Jump Performance. *Journal of the American College of Sports Medicine,* 39(10), 1802-1810.

Liossis, L. D., Forsyth, J., Liossis, C., & Tsolakis, C. (2013). The Acute Effect of Upper-Body Complex Training on Power Output of Martial Art Athletes as Measured by the Bench Press Throw Exercise. *Journal of Human Kinetics,* 39, 167-175.

Macaluso, T. D. (2010). Periodization and Complex Training in a High School Summer Program. *Strength and Conditioning Journal,* 32(6), 95-98.

Macdonald, C. J., Lamont, H. S., & Garner, J. C. (2012). A comparison of the effects of 6 weeks of Traditional resistance training, plyometric Training, and complex training onmeasures of Strength and anthropometrics. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 26(2), 422-431.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

MacDonald, C. J., Lamont, H. S., Garner, J. C., & Jackson, K. (2013). A comparison of the effects of six weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of power. *Journal of Trainology,* 2, 13-18.

Mathew, J. D., Chandrakumar, M., Raju, C., & Rathinam, S. (2006). Comparative Study of Complex Training and Conventional Training in Developing Linear Power among School Children. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy,* 2, 71-78.

Matthews, M., & Comfort, P. (2008). Applying Complex Training Principles to Boxing: A Practical Approach. *Strength and Conditioning Journal,* 30(5), 12-15.

Matthews, M., O'conchuir, C., & Comfort, P. (2009). The Acute Effects of Heavy and Light Resistances on The Flight Time of a Basketball Push-Pass during Upper Body Complex Training. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 23(7), 1988–1995.

Mcbride, J. M., Nimphius, S., & Erickson, T. M. (2005). The acute effects of heavy-load squats and Loaded countermovement jumps on sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 19(4), 893-897.

McCann, M. R., & Flanagan, S. P. (2010). The effects of exercise selection and rest Interval on postactivation potentiation of Vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 24(5), 1285–1291.

Mihalik, J. P., Libby, J. J., Battaglini, C. l., & Mcmurray, R. G. (2008). Comparing short-term complex and compound Training programs on vertical jump height And power output. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 22(1), 47-53.

Miller, J., Koh, Y., & Park, C.-G. (2014). Effects of Power-based Complex Training on Body Composition and Muscular Strength in Collegiate Athletes. *American Journal of Sports Science and Medicine,* 2(5), 202-207.

Mohamed, G. a. (2011). Effects of complex training on certain physical variables and Performance level of landing in floor exercise. *Science movement and health journal,* 11(2), 171-175.

Nazish, M., & Sharma, S. (2014). Effect of Complex Training on Salivary Cortisol Level, BOMB Test and Balance Performance in Shot-put Throwers: A Review. *Physiotherapy and Occupational Therapy Journal,* 7(3), 139-146.

Nibali, M., Mitchell, J. A., Chapman, D. W., & Drinkwater, E. J. (2011). Influence of Individual Response to Recovery time in Complex training on Lower-Body Power Output. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 25(1), 5-6.

Robbins, D. W., Young, W. B., Behm, D. G., & Payne, W. R. (2010). The effect of a complex agonist and antagonist resistance training protocol on volume load, power output, electromyographic responses, and efficiency. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 24(7), 1782–1789.

Santos, E. j. A. M., & Janeira, M. a. A. S. (2008). Effects of complex training on Explosive strength in adolescent male Basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 22(3), 903-909.

Weber, K. R., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Zinder, S. M. (2008). Acute Effects of Heavy-Load Squats on Consecutive Squat Jump Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 22(3), 726-730.

Young, W. B. J., Andrew; Griffiths, Kerrin. (1998). Acute Enhancement of Power Performance From Heavy Load Squats. *Journal of Strength & Conditioning Research,* 12(2), 82-84.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. (2544). การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และ สิทธา พงษ์พิบูล. (2554). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ บริษัท ตีรณสาร จำกัด.

ภูเบศร์ นภัทรพิทยาธร, จิตอนงค์ ก้าวกสิกรรม และ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. (2553). การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของการฝึกคอนเซ็นตริกควบคู่กับการฝึกเอ็คเซ็นตริก และการฝึกเอ็คเซ็นตริกโดยใช้ระยะเวลาพักที่แตกต่างกัน. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 11(2), 106-117.

วัชระ สอนดี. (2551). ผลของการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกรีฑาชาย.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศราวุฒิ คุณาธรรม. (2549). การศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา.

(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สนธยา สีละมาด และ ดุจเดือน สีละมาด. (2551). การฝึกด้วยน้ำหนัก. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
ใบรับรองโครงการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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. 150/2558

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 090.2/58 : ผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด

ผู้วิจัยหลัก : ร้อยตรีสุหัท ภู่ทอง

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

ลงนาม.....ลงนาม.....

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)

ประธาน กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 13 สิงหาคม 2558 **วันหมดอายุ** : 12 สิงหาคม 2559

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

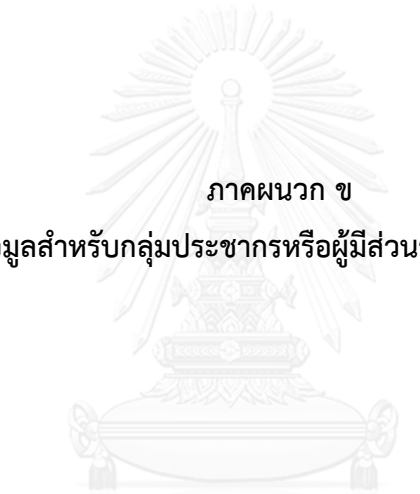
1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย

เลขที่โครงการวิจัย.....090.2/58.....
วันที่รับรอง.....13 ส.ค. 2558.....
วันหมดอายุ.....12 ส.ค. 2559.....

เงื่อนไข

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

ภาคผนวก ข
ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด

ชื่อผู้วิจัย ร้อยตรีสุหัท ภู่ทอง ตำแหน่ง นิสิตระดับมหาบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์มือถือ 08-6776-8018 E-mail: Sh.poothong@gmail.com

เรียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ศึกษาและเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด
2. เพื่อเปรียบเทียบจำนวนครั้งและเวลาพักของผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นิสิตระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีอายุระหว่าง 18-22 ปี *จำนวน 18 คน*

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตชายระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-22 ปี โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ทำการการแบกน้ำหนัก 85% ของจำนวนครั้งสูงสุดที่ทำได้ใน 1 ครั้ง (1 Repetition maximum: 1RM) ในท่าย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half squat) และพัก แล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) ทั้งหมด 6 การทดลองตามการถ่วงดุลลำดับ

ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐานในการแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half Squat) ได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว เป็นนิสิตชายระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-22 ปี และอยู่ในเกณฑ์การคัดเข้าของงานวิจัย

เกณฑ์การคัดเข้า

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองต้องเป็นนิสิตชายระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-22 ปี *ที่มีความสมัครใจเข้าร่วมการทดลอง*
2. เป็นผู้ที่ไม่มีการบาดเจ็บทางร่างกายและไม่มีโรคประจำตัว
3. เป็นผู้ที่มีความแข็งแรงพื้นฐานในการแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half Squat) ได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว

เอกสารรับรองโครงการวิจัย 090.2/58

วันที่รับรอง 13 ส.ค. 2558

วันหมดอายุ 12 ส.ค. 2559

เกณฑ์การคัดออก

1. *ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองทำการทดลองไม่ครบ 6 การทดลอง*
2. ผู้เข้าร่วมการทดลองมีความต้องการที่จะออกจากการทดลอง

โดยการคัดเลือกนั้น ผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการทดสอบหาค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์เพื่อคัดกรองผู้สมัครที่มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์การคัดเข้าของงานวิจัย

การหาค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ผู้วิจัยจะเป็นผู้ทดสอบ และหาค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ ด้วยการหาค่า 1 RM ของผู้ที่เข้าร่วมการทดลองทุกคน โดยจะทำการทดสอบกับเครื่อง Keiser's Air 300 Squat เนื่องจากผู้วิจัยกำหนดค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งเครื่องนี้สามารถรองรับน้ำหนักแรงต้านได้สูง โดยให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองทำท่าย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา (Half squat) ต้านกับน้ำหนักที่กำหนดไว้ที่ตัวเครื่อง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยจะให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองประมาณน้ำหนักที่น่าจะสามารถต้านได้ 5 – 6 ครั้ง
2. จากนั้นให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองทำท่าย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา ต้านกับน้ำหนักที่เลือกไว้ โดยทำท่าย่อตัวให้เข่าทามุม 90 องศา ไปจนกว่าจะไม่สามารถทำได้
3. นำจำนวนครั้งที่ทำได้และน้ำหนักที่ต้านมาแทนลงในสมการ

1 - RM = (weight lifted) / [1.0278 – (repetitions x 0.0278)] อ้างอิงจาก Brzycki M. (1993). Strength testing – Predicting a one-rep max from a reps-tofatigue. Journal of Physical Education, Recreation and Dance 64 (1), 88-90.

4. นำค่า 1 RM ที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ของผู้เข้าร่วมการทดลอง จึงจะได้ค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์ของผู้ที่เข้าร่วมการทดลอง
5. ผู้ที่มีค่าความแข็งแรงสัมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดจะได้เข้าร่วมการทดลอง ในครั้งนี้ กรณีที่มีผู้ผ่านเกณฑ์เกินกว่าจำนวนที่กำหนด ผู้วิจัยจะทำการการสุ่มโดยการจับฉลากเลือกผู้เข้าร่วมการทดลองเพียง *18 คน* จากจำนวนทั้งหมด
6. ในกรณีที่มีผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยจะมอบของที่ระลึก*เป็นสมุดบันทึก*ให้กับผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทุกคน

กระบวนการวิจัย

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการทดลองรวมถึงความเสี่ยงและประโยชน์ต่าง ๆ ที่กลุ่มตัวอย่างอาจได้รับจากการเข้าร่วม โดยผู้เข้าร่วมการทดลองต้องมาเข้าร่วมการทดลองตามวันที่กำหนด และในการทดลองทุกครั้งผู้เข้าร่วมการทดลองต้องแต่งกายด้วยชุดกีฬาและสวมรองเท้ากีฬา เมื่อกลุ่มตัวอย่างทราบรายละเอียด และยินดีเข้าร่วมการวิจัยจึงให้กลุ่มตัวอย่างลงนามยินยอม

ผู้วิจัยจะให้*กลุ่มตัวอย่างทั้ง 18 คน* ทำการแบกน้ำหนัก 85% ของจำนวนครั้งสูงสุดที่ทำได้ใน 1 ครั้ง (1 Repetition maximum: 1RM) ในท่าย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half squat) และพัก แล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) ทั้งหมด 6 การทดลอง ตามการถ่วงดุลลำดับ และทำการทดสอบทันทีหลังจากทำการแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา (Half squat) ในแต่ละครั้งใช้ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน *ทำการทดลองวันเสาร์ของสัปดาห์นั้น ๆ โดยทำการทดลองที่ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

เลขที่โครงการวิจัย 090.2/58
วันที่รับรอง 13 ส.ค. 2558
วันหมดอายุ 12 ส.ค. 2559

เครื่องมือที่ใช้

1. เครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อ FT 700 Power System: BMS (Ballistic Measurement System) ผลิตในประเทศออสเตรเลีย

2. เครื่อง Keiser's Air 300 Squat

การทดลองมีขั้นตอนดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) โดยการปั่นจักรยาน (Cycle ergometer) เป็นเวลา 5 นาที

2. กลุ่มตัวอย่างซ้อมย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา (Body Half squat) 10 ครั้ง และภายหลังการฝึกซ้อม กลุ่มตัวอย่างพักเป็นเวลา 2 นาที เพื่อป้องกันการล้าของกล้ามเนื้อขา

3. ทำการทดสอบโดยการแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา (Half squat) ที่เครื่อง Keiser's Air 300 Squat

4. ทำการแบกน้ำหนัก 85% ของจำนวนครั้งสูงสุดที่ทำได้ใน 1 ครั้ง (1 Repetition maximum: 1RM) ในท่าย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half squat) และพัก แล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump) ตามการทดลอง ตามการถ่วงดุลลำดับ ดังนี้

การทดลองที่ 1 ปฏิบัติท่าย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของจำนวนครั้งสูงสุดที่ทำได้ใน 1 ครั้ง (1 Repetition maximum: 1RM) จำนวน 6 ครั้ง และพัก 30 วินาที แล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump)

การทดลองที่ 2 ปฏิบัติท่าย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของจำนวนครั้งสูงสุดที่ทำได้ใน 1 ครั้ง (1 Repetition maximum: 1RM) จำนวน 6 ครั้ง และพัก 2 นาที แล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump)

การทดลองที่ 3 ปฏิบัติท่าย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของจำนวนครั้งสูงสุดที่ทำได้ใน 1 ครั้ง (1 Repetition maximum: 1RM) จำนวน 6 ครั้ง และพัก 4 นาที แล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump)

การทดลองที่ 4 ปฏิบัติท่าย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของจำนวนครั้งสูงสุดที่ทำได้ใน 1 ครั้ง (1 Repetition maximum: 1RM) จำนวน 3 ครั้ง และพัก 30 วินาที แล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump)

การทดลองที่ 5 ปฏิบัติท่าย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของจำนวนครั้งสูงสุดที่ทำได้ใน 1 ครั้ง (1 Repetition maximum: 1RM) จำนวน 3 ครั้ง และพัก 2 นาที แล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump)

การทดลองที่ 6 ปฏิบัติท่าย่อตัวให้เข่าทำมุมฉาก (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของจำนวนครั้งสูงสุดที่ทำได้ใน 1 ครั้ง (1 Repetition maximum: 1RM) จำนวน 3 ครั้ง และพัก 4 นาที แล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump)

5. ทำการทดสอบพลังกล้ามเนื้อทันทีหลังการการแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา (Half squat)

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
เลขที่โครงการวิจัย 090 2/58
วันที่รับรอง 13 ส.ค. 2558
วันหมดอายุ 12 ส.ค. 2559

ตารางที่ 1 แสดงการถ่วงดุลลำดับของการทดลองทั้ง 6 การทดลอง

รอบ	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3	การทดลองที่ 4	การทดลองที่ 5	การทดลองที่ 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*

ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน *ทำการทดลองวันเสาร์ของสัปดาห์นั้น ๆ* ใน แต่ละวันของการฝึกจะมีของว่าง 1 ชุด มอบให้กับผู้เข้าร่วมการทดลองและผู้วิจัยจะมอบของที่ระลึกเป็นสมุดบันทึก ให้กับผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง

อันตรายหรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

ในการทดลอง โปรแกรมการฝึกที่ผู้วิจัยกำหนดมีการตรวจสอบ วิธีการดำเนินวิจัยอย่างรอบคอบ โดย ได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดจากผู้วิจัย เพื่อมิให้เกิดความเสี่ยงใดๆ ที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ผู้เข้าร่วมการวิจัย อาจเกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อขาในขณะทำการทดลอง แต่หลังจากทำการทดลอง อาการดังกล่าวจะหายเป็น ปกติในเวลาอันสั้น ทั้งนี้ก่อนและหลังการทดลองจะมีการแนะนำให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลาย ร่างกาย เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น หากพบว่าขณะทำการทดลองมีอาการเจ็บป่วดขึ้นจะให้หยุดการทดสอบ และนั่งพัก ปฐมพยาบาลเบื้องต้น ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องรีบแจ้งให้ผู้วิจัยทราบโดยทันที เพื่อที่ผู้วิจัยจะทำการ รับผิดชอบในการส่งต่อ ณ สถานพยาบาลและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษา

ประโยชน์ในการเข้าร่วมวิจัย

ประโยชน์ที่ได้อาจจะไม่ได้รับประโยชน์โดยตรง แต่จะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้กับนักกีฬาในการ พัฒนาพลังของกล้ามเนื้อสำหรับการฝึกซ้อมและการแข่งขัน รวมไปถึงการเพิ่มความสามารถให้กับนักกีฬาในอนาคต ต่อไป

การพิทักษ์สิทธ์ของกลุ่มตัวอย่าง

การพิทักษ์สิทธ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ขั้นตอน ของการเก็บข้อมูล และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัยด้วยความสมัครใจ การ ตอบรับหรือการปฏิเสธเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลต่อกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งออกจากการศึกษาได้ก่อน การวิจัยสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำบรรยายใดๆ ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตาม วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยเกี่ยวกับโครงการวิจัยให้สอบถาม เพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับ การวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบอย่างรวดเร็ว

เอกสารที่โครงการวิจัย 090 2/58
วันที่รับรอง 13 ส.ค. 2558
วันหมดอายุ 12 ส.ค. 2559

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลส่วนตัว และข้อมูลอื่นๆ ที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยของตัวท่านจะได้รับการปกปิด ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ยกเว้นว่าได้รับการยินยอมจากท่าน ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับการดูแลวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยประการใด กรุณาติดต่อ ร้อยตรีสุหัท ภู่ทอง โทรศัพท์มือถือ 08-6776-8018 E-mail: Sh.poothong@gmail.com

"หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 *254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ห้อง 210-211 ถ.พญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202*

เลขที่โครงการวิจัย 090.2/58

วันที่รับรอง 13 ส.ค. 2558

วันหมดอายุ 12 ส.ค. 2559

ขอบคุณความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

ร้อยตรีสุหัท ภู่ทอง

ภาคผนวก ค
หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลฉับพลันของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด

ชื่อผู้วิจัย ร้อยตรีสุหัท ภู่ทอง ตำแหน่ง นิสิตระดับมหาบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

ที่อยู่ที่ติดต่อผู้วิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์มือถือ 08-6776-8018 **E-mail:** Sh.poothong@gmail.com

ข้าพเจ้า **ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย** รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว**

ข้าพเจ้า**จึงสมัครใจ**เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมปฏิบัติตามการทดลองของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด การทดลองสัปดาห์ละ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ และข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็น**ความลับ** โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 *254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ห้อง 210-211 ถ.พญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202*

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....
(ร้อยตรีสุหัท ภู่ทอง)
ผู้วิจัยหลัก

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

เลขที่โครงการวิจัย.....CAO. 2/58.....
วันที่รับรอง.....13 ส.ค. 2558.....
วันหมดอายุ.....12 ส.ค. 2559.....

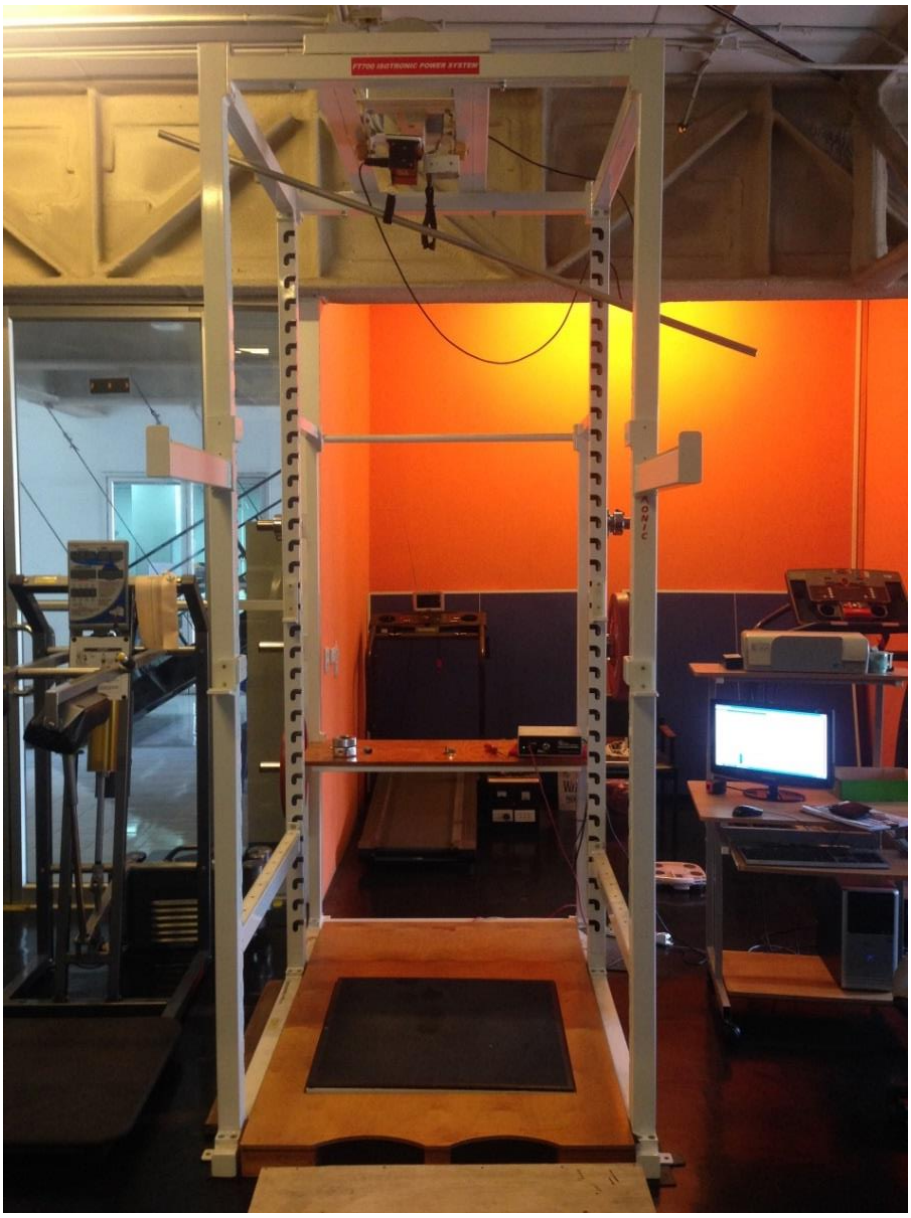
ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

ภาคผนวก ง
อุปกรณ์ในการวิจัย

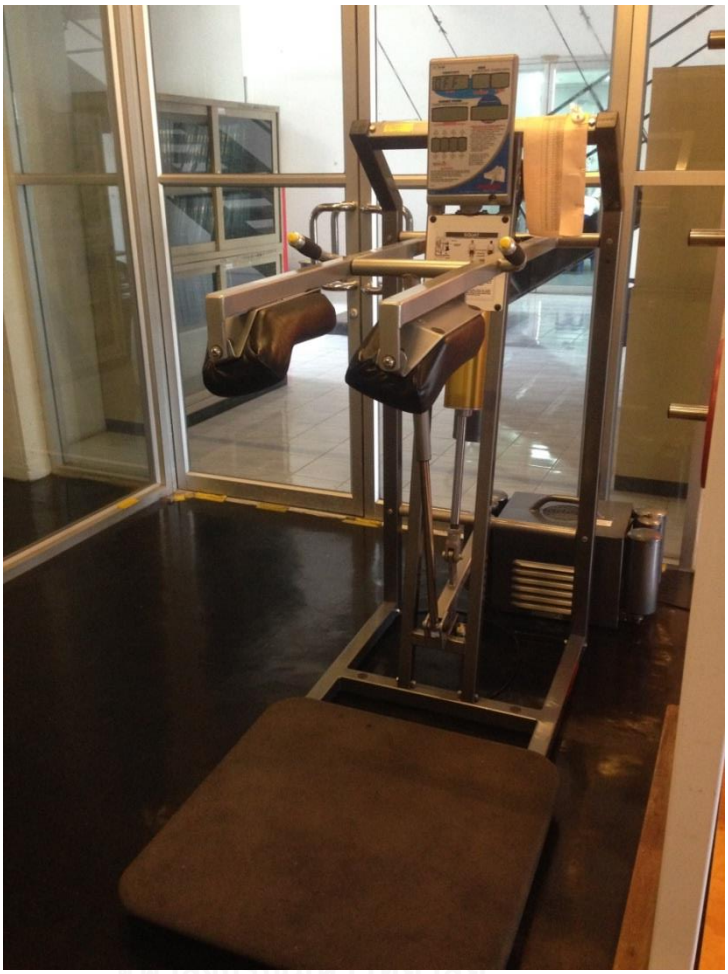
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่อง FT 700 Power และ Ballistic measurement system software

เพื่อทดสอบพลังสูงสุด (Peak force)



เครื่อง Keiser’s Air 300 Squat



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แท่นวัดแรง (Force plate)

ภาคผนวก จ
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง
   อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
   มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
2. อาจารย์ เอกวิทย์ แสวงผล
   สถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตกรุงเทพ และ
   ผู้ฝึกสอนกรีฑาทีมชาติไทย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร กมุทศรี
   อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา
   มหาวิทยาลัยมหิดล
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อารมณ์ ตรีราช
   อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา
   มหาวิทยาลัยมหิดล
5. อาจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ
   อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
   จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฉ

ตารางวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต่อความตรงของเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต่อความตรงของเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย

รายการขอความคิดเห็น	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
การทดลองที่ 1							
1. ฝึกด้วยน้ำหนักท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม (1 Repetition maximum: 1RM)	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2. จำนวนครั้งในการฝึก 6 ครั้ง	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
3. ระยะเวลาในการพัก 30 วินาที	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
การทดลองที่ 2							
4. ฝึกด้วยน้ำหนักท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม (1 Repetition maximum: 1RM)	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
5. จำนวนครั้งในการฝึก 6 ครั้ง	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6. ระยะเวลาในการพัก 2 นาที	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
การทดลองที่ 3							
7. ฝึกด้วยน้ำหนักท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม (1 Repetition maximum: 1RM)	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
8. จำนวนครั้งในการฝึก 6 ครั้ง	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
9. ระยะเวลาในการพัก 4 นาที	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการขอความคิดเห็น	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
การทดลองที่ 4							
10. ฝึกด้วยน้ำหนักท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม (1 Repetition maximum: 1RM)	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
11. จำนวนครั้งในการฝึก 3 ครั้ง	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
12. ระยะเวลาในการพัก 30 วินาที	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
การทดลองที่ 5							
13. ฝึกด้วยน้ำหนักท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม (1 Repetition maximum: 1RM)	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
14. จำนวนครั้งในการฝึก 3 ครั้ง	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
15. ระยะเวลาในการพัก 2 นาที	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
การทดลองที่ 6							
16. ฝึกด้วยน้ำหนักท่าฮาล์ฟสควอท (Half squat) โดยแบกน้ำหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม (1 Repetition maximum: 1RM)	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
17. จำนวนครั้งในการฝึก 3 ครั้ง	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
18. ระยะเวลาในการพัก 4 นาที	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
19. ความถี่ในการฝึก 1 ครั้ง/สัปดาห์	1	1	1	0	0	0.6	ใช้ได้
20. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกทั้งหมด 6 สัปดาห์	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
รวม						**0.95**	**ใช้ได้**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ว่าที่ร้อยโท สุหัท ภู่ทอง เกิดเมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2533 ที่อยู่ปัจจุบัน 52 ซ. ชาตรี ถ.อ่อนนุช 46 สวนหลวง กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน สำเร็จการศึกษาปริญญาการศึกษาบัณฑิต สาขาสุขศึกษา คณะพลศึกษา เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต แขนงวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University