ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดโดยใช้คลัสเตอร์เซตต่อความแข็งแรงและพลังของท่าคลีนพูลในนักกีฬายกน้ำหนักยุวชน

นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF COMBINED ELASTIC RESISTANCE USING CLUSTER SET ON STRENGTH AND POWER OF CLEAN PULL IN YOUTH OLYMPIC WEIGHTLIFTER

Mr. Sagsak Thitisak

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Sports Science
Common Course
FACULTY OF SPORTS SCIENCE
Chulalongkorn University
Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดโดยใช้คลัสเตอร์เซตต่อความแข็งแรงและพลังของท่าคลีนพูลในนักกีฬายกน้ำหนักยุวชน
โดย	นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย)

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์ : ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดโดยใช้คลัสเตอร์เซตต่อความแข็งแรงและพลังของท่าคลีนพูลในนักกีฬายกน้ำหนักยุวชน. (EFFECTS OF COMBINED ELASTIC RESISTANCE USING CLUSTER SET ON STRENGTH AND POWER OF CLEAN PULL IN YOUTH OLYMPIC WEIGHTLIFTER) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้วิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีฝึกแบบคลัสเตอร์เซต เพื่อพัฒนาความสามารถด้านความแข็งแรงและพลังในนักกีฬายกน้ำหนักยุวชน งานวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษา 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬายกน้ำหนักหญิง อายุ 13-17 ปี จำนวน 9 คน ทดสอบท่าคลีนพูลด้วยแรงต้านผสมผสานยางยืด ฟรีเวท 90% : ยางยืด 10% ความหนัก 85% จำนวน 6 ครั้ง ด้วยเวลาพัก 20 30 และ 40 วินาที เปรียบเทียบพลังสูงสุดเฉลี่ยเพื่อนำไปใช้ทดลองขั้นตอนถัดไป ขั้นตอนที่ 2 ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬายกน้ำหนักชายและหญิง อายุ 13-17 ปี จำนวน 16 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างจำนวนเท่ากัน กลุ่มทดลองฝึกด้วยแรงต้านผสมผสานยางยืดโดยใช้เวลาพัก 40 วินาที กลุ่มควบคุมฝึกท่าคลีนพูลด้วยวิธีประเพณีนิยมที่ความหนัก 80-95% ทดสอบก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึก

ผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 พบว่าระยะเวลาพัก 40 วินาที นักกีฬาจะมีพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกต่อเซตมากกว่าการฝึกด้วยระยะเวลาพัก 20 และ 30 วินาที ($P<.05$) ขั้นตอนที่ 2 ไม่พบความแตกต่างหลังการฝึกระหว่างทั้งสองกลุ่มในทุกตัวแปร แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของตัวแปรภายในกลุ่มพบว่ากลุ่มทดลองสามารถเพิ่มพลังสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงสูงสุด และความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุด ส่วนกลุ่มควบคุมสามารถเพิ่มอัตราการพัฒนาแรงสูงสุด และความแข็งแรงสูงสุด แต่ความเร็วสูงสุดในช่วงท้ายของการฝึกลดลง

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า วิธีการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตเหมาะในการฝึกเพื่อเพิ่มพลังสูงสุด และรักษาระดับความเร็วสูงสุด

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5878608739 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORD: combined elastic resistance training, inter-repetition rest, free weight training, strength, power

Sagsak Thitisak : EFFECTS OF COMBINED ELASTIC RESISTANCE USING CLUSTER SET ON STRENGTH AND POWER OF CLEAN PULL IN YOUTH OLYMPIC WEIGHTLIFTER. Advisor: CHAIPAT LAWSIRIRAT Co-advisor: CHANINCHAI INTIRAPORN

The purpose of this research is to study combined elastic resistance training and cluster set in strength and power in youth Olympic weightlifters. The research had stage 1; 9 female weightlifters aged 13-17 years, performed clean pull training with combined free weight 90% and elastic resistance 10% at 85% of 1RM 6 repetitions of inter-repetition resting time (IRR) of 20, 30 and 40 seconds. Stage 2; 16 male and female weightlifters aged 13-17 years, divided into 2 groups, and perform 6-weeks of training. Experimental group performed the same method as stage 1 with IRR 40 seconds while control group performed a traditional training.

Stage 1 results shown that IRR 40 seconds training method had peak power (PP), peak force (PF), peak velocity (PV), and average %decline more than IRR 20 and 30 second methods ($P<0.05$). Stage 2 results shown no statistical differences between groups. However, the experimental group improved PP, maxRFD and 1RM, while the control group improved maxRFD and 1RM but have PV decline ($P<0.05$).

In conclusion, the combined free weight with elastic resistance training and the cluster set training is an effective training program for improving PP and maintaining PV

Field of Study: Sports Science
Academic Year: 2020

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....
Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตลอนจนผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันชัย บุญรอด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เบญจพล เบญจพลากร อาจารย์ ดร. ทศพร ยิ้มลมัย และรองศาสตราจารย์ ดร. อภิลักษณ์ เทียนทอง คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยเพื่อพัฒนาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้เกิดความสมบูรณ์ครบถ้วนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของทุกท่าน และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มอบทุน “90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช” เพื่อสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ และ ผศ.ดร. ไวพจน์ จันทร์เสม ผศ. ดร. พราม อินพรม พันโทหญิง อภิญญา ดัชถุยาวัตร และ สิบตำรวจโทหญิง ชุติกาญจน์ ผาลใจ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อ.กวิน พิกุลงาม หัวหน้าศูนย์ฝึกกีฬาเยาวชนและผู้ฝึกสอนนักกีฬาทุกท่าน นักกีฬายกน้ำหนักจากโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานครที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนการเก็บข้อมูลในการวิจัยทั้งสองครั้งในวิทยานิพนธ์นี้เป็นอย่างดี

และขอขอบคุณ ครอบครัว กัลยาณมิตรทุก ๆ ท่าน ที่ได้ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยมาโดยตลอดตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญ..... ฉ

บทที่ 1 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

ปัญหาในการวิจัย..... 4

สมมติฐานของการวิจัย..... 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

ขอบเขตการวิจัย..... 5

คำจำกัดความของการวิจัย..... 9

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 11

บทที่ 2 12

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

กีฬายกน้ำหนักยุวชน..... 12

กลไกทางสรีรวิทยาในด้านความแข็งแรง และพลัง..... 16

การปรับตัวระยะยาวในการเพิ่มพลัง..... 21

ระบบพลังงานที่ใช้ในกีฬายกน้ำหนัก 24

กลไกของท่าที่ใช้แข่งขันกีฬายกน้ำหนัก และท่าฝึกคลีนพูล..... 27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสาน 33
การฝึกแบบคลัสเตอร์เซต 36
การนำวิธีฝึก 2 วิธีมาฝึกร่วมกัน และกลไกที่เกี่ยวข้องจากการฝึกร่วมกัน 39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 40
กรอบแนวคิดในการวิจัย 45
บทที่ 3 46
วิธีการดำเนินการวิจัย 46
การเก็บรวบรวมข้อมูล (ขั้นตอนที่ 1) 46
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ขั้นตอนที่ 1) 51
วิธีการดำเนินการวิจัย (ขั้นตอนที่ 2) 52
การเก็บรวบรวมข้อมูล (ขั้นตอนที่ 2) 53
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ขั้นตอนที่ 2) 56
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (ขั้นตอนที่ 1 และ 2) 57
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 61
บทที่ 4 62
ผลการวิจัย 62
ขั้นตอนที่ 1 63
ขั้นตอนที่ 2 76
บทที่ 5 83
สรุปการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 83
สรุปการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 84
อภิปรายผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 85
อภิปรายผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 88
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย ในขั้นตอนที่ 1 91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

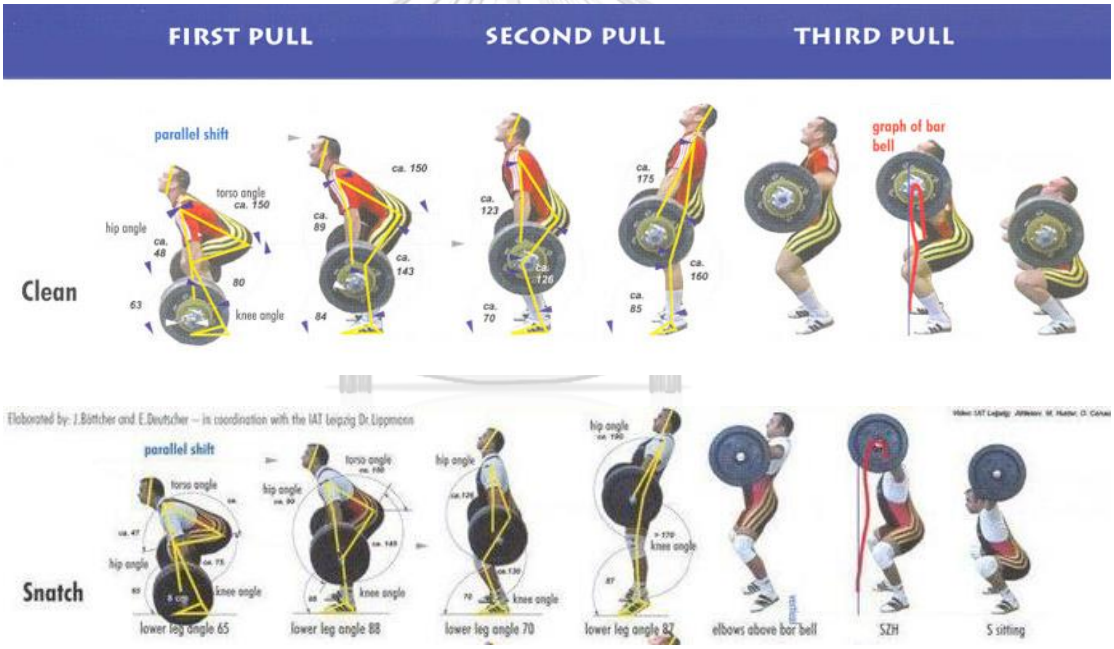
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย ในขั้นตอนที่ 2 92
ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้ ในขั้นตอนที่ 1 92
ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้ ในขั้นตอนที่ 2 92
บรรณานุกรม 93
ประวัติผู้เขียน 133

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลัง (Power) เป็นปัจจัยด้านสมรรถภาพที่สำคัญอย่างยิ่งในกีฬายกน้ำหนัก เนื่องจากในการแข่งขัน นักกีฬายกน้ำหนักต้องใช้พลังในการยกคานยกน้ำหนัก (Barbell) ให้เคลื่อนที่จากพื้นไปสู่จุดสูงสุดด้วยท่าสแนช (Snatch) และท่าคลีน (Clean) ลำดับการเคลื่อนที่ของท่าสแนชและท่าคลีนประกอบด้วย จังหวะหนึ่ง (First pull) หรือจังหวะที่ดึงคานยกน้ำหนักจากพื้นขึ้นมาถึงระดับหัวเข่า จังหวะสอง (Second pull) หรือจังหวะที่ดึงคานยกน้ำหนักจากระดับหัวเข่าถึงตำแหน่งยืนเขย่งข้อเท้าและยักหัวไหล่สูง และจังหวะสาม (Third pull) หรือจังหวะย่อตัวลงเพื่อเตรียมนั่งรับคานยกน้ำหนัก (ดังปรากฏในรูปภาพที่ 1)



รูปภาพที่ 1 ลำดับขั้นของการยกน้ำหนักท่าแสนชและท่าคลีน

(StackHealthy, 2015)

ในจังหวะหนึ่ง นักกีฬาต้องใช้ “แรง” เพื่อเอาชนะแรงเฉื่อยของคานยกน้ำหนักที่หยุดนิ่ง ทำให้คานยกน้ำหนักเคลื่อนจากพื้นไปสู่ตำแหน่งหัวเข่าซึ่งเป็นตำแหน่งเริ่มต้นของจังหวะสอง และในจังหวะสองนักกีฬาต้องใช้ “พลัง” เพื่อส่งคานยกน้ำหนักให้ลอยสูงขึ้นไป หากนักกีฬามีพลังส่งคานยกน้ำหนักในจังหวะสองที่มาก คานยกน้ำหนักจะลอยอยู่ในอากาศได้นาน ทำให้นักกีฬามีเวลาย่อตัวลงเพื่อเตรียม

นั่งรับคานยกน้ำหนักในจังหวะสามเพิ่มขึ้น เมื่อนักกีฬามีเวลาในการเตรียมรับคานยกน้ำหนักที่มากขึ้น การยกน้ำหนักครั้งนั้นก็จะมีโอกาสประสบความสำเร็จ (Good lift) สูงขึ้น จึงเห็นได้ว่าการฝึกเพื่อพัฒนาพลังในจังหวะสองมีความสำคัญอย่างยิ่งในกีฬายกน้ำหนัก

ท่าฝึกคลีนพูล (Clean pull) เป็นหนึ่งในท่าฝึกที่เหมาะใช้พัฒนาพลังในจังหวะสองเนื่องจากการฝึกท่าคลีนพูลไม่มีจังหวะสามซึ่งเป็นจังหวะย่อตัวลงเพื่อเตรียมนั่งรับคานยกน้ำหนัก ส่งผลให้นักกีฬาสามารถออกแรงยกน้ำหนักได้อย่างเต็มที่โดยไม่มีการยับยั้งจากการเตรียมตัวสู่จังหวะสามในช่วงปลายของช่วงการเคลื่อนไหว มีการค้นพบว่านักกีฬาหนึ่งคนสามารถสร้างพลังสูงสุดในท่าฝึกคลีนพูลได้มากกว่าท่าพาวเวอร์คลีน (Power clean) สูงสุดของตนเองประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ (Haff et al., 2003; Hydock, 2001) นอกจากนี้ท่าฝึกคลีนพูลยังมีความซับซ้อนที่ต่ำ จึงเป็นท่าฝึกที่เหมาะสมนำมาฝึกในช่วงที่นักกีฬาต้องการความแข็งแรงและพลังในสัดส่วนที่มากกว่าทักษะทางกีฬา เช่น ช่วงเตรียมตัวก่อนการแข่งขัน (Preparatory phase) ของแผนการฝึกรายปี (Periodization)

การฝึกท่าคลีนพูลในช่วงเตรียมตัวก่อนการแข่งขันของกีฬายกน้ำหนักจะฝึกด้วยความหนักเฉลี่ยประมาณ 84 เปอร์เซ็นต์ต่อปี (Takano, 2012) จัดเป็นความหนักระดับสูง เมื่อฝึกท่าคลีนพูลด้วยความหนักระดับสูงนักกีฬาจำเป็นต้องใช้ระบบประสาทในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruit) เป็นจำนวนมากในการสร้างแรงเฉื่อยเพื่อยกคานยกน้ำหนักให้ลอยขึ้นจากพื้นในจังหวะหนึ่ง (Bompa & Carrera, 2015) จึงอาจส่งผลให้การออกแรงในจังหวะสองเกิดขึ้นน้อยกว่าความสามารถจริงของนักกีฬาเนื่องจากความล้าทางระบบประสาทที่เกิดก่อนหน้า มีการค้นพบว่าในท่าสควอท (Squat) เมื่อใช้แรงต้านจากยางยืดมาทดแทนน้ำหนักฟรีเวท (Free weight) เพื่อลดความหนักจังหวะหนึ่งลงจะส่งผลให้จังหวะสองมีระดับการระดมหน่วยยนต์ที่เพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักฟรีเวทเพียงอย่างเดียว (Israetel et al., 2010) โดย Anderson et al. (2008) ให้คำจำกัดความของวิธีการดังกล่าวว่า “วิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืด (Combined elastic resistance training)” งานวิจัยจำนวนมากพบว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดเพิ่มความแข็งแรงและพลังแบบฉับพลันได้ดี (Anderson et al., 2008; Bellar et al., 2011; Paditsaeree et al., 2016; Prejean et al., 2012; Wallace et al., 2006) นอกจากนี้ยังพบว่าการฝึกด้วยแรงต้านผสมผสานมีระดับของสมรรถภาพหลังการกระตุ้น (Postactivation potentiation, PAP) ที่สูงกว่าการฝึกด้วยฟรีเวท (Israetel et al., 2010; Krcmár et al., 2021; Wyland et al., 2015) จากประโยชน์ที่กล่าวมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้างต้น แรงต้านแบบผสมผสานยางยืดเป็นวิธีเพิ่มความแข็งแรง พลัง สมรรถภาพหลังการกระตุ้น และความต่อเนื่องในการออกแรงได้ดี เหมาะสมนำมาใช้กับท่าคลีนพูล

นอกเหนือจากการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อในการยกน้ำหนักแต่ละครั้ง การรักษาระดับของพลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มต่อเซต (Set) เป็นสิ่งที่สำคัญเช่นกัน เนื่องจากการฝึกยกน้ำหนักด้วยความหนักสูงติดต่อกันด้วยวิธีแบบประเพณีนิยม (Traditional) มีการสะสมความเมื่อยล้าส่งผลให้เกิดการลดระดับพลังกล้ามเนื้อ (Hansen et al., 2011) และคุณภาพของการฝึก (Hardee et al., 2013) เป็นที่ทราบกันดีว่าการหยุดพักเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการลดความเมื่อยล้า โดยร่างกายขจัดความเมื่อยล้าในการยกน้ำหนักด้วยการชดเชยแรงคืนสู่กล้ามเนื้อผ่านกระบวนการ “การสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอทีนกลับคืน” (PCr Re-synthesis) โดยกระบวนการนี้จะทำงานในรูปแบบ “เร็วก่อนช้า” ภายในการพัก 15 วินาทีแรก ร่างกายจะสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอทีน (PCr) อย่างรวดเร็วกลับคืนมาประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์จากจุดเริ่มต้นก่อนฝึก หลังจากนั้นการสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอทีนจะชะลอความเร็วลงไปจนถึงจุดที่ระดับฟอสโฟครีเอทีนก่อนและหลังฝึกไม่ต่างกันที่ 2 นาที (Sahlin & Ren, 1989) จากหลักการดังกล่าว จึงมีการคิดค้นวิธีการใช้ประโยชน์จากการหยุดพักสั้นๆ ด้วยการเพิ่มเวลาพักเข้าไปในเซตการฝึก หรือการฝึกคลัสเตอร์เซต (Cluster set) (Haff et al., 2003; Mayo et al., 2014) งานวิจัยจำนวนมากพบว่าการฝึกคลัสเตอร์เซตสามารถเพิ่มสมรรถภาพด้านพลังได้ดี (Hardee et al., 2013; Iglesias-Soler et al., 2014; Moreno, 2012; Oliver et al., 2015; Tufano et al., 2016; Tufano et al., 2017; Wetmore, 2018) ส่งผลให้งานวิจัยยุคใหม่มุ่งไปที่การค้นหากลไกทางระบบประสาทสั่งการกล้ามเนื้อซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มพลัง โดยพบว่าการฝึกคลัสเตอร์เซตมีระดับการการเพิ่มสมรรถภาพหลังการกระตุ้นที่มากกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม (Iacono et al., 2019; Nickerson et al., 2018)

Sale (2002) ได้แสดงแนวคิดของความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพหลังการกระตุ้นกับความล้า (PAP-fatigue relation) ว่าขณะฝึกความล้าและสมรรถภาพหลังการกระตุ้นจะเกิดขึ้นพร้อมกัน เมื่อเวลาผ่านไปความล้าที่ลดลงจะเพิ่มสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ โดยสมรรถภาพหลังการกระตุ้นจะลดลงตามเวลาที่ผ่านไป ส่งผลให้เวลาพักที่เหมาะสมที่สุด (Optimal recovery time) เกิดขึ้น ณ จุดเวลาหนึ่งที่การเพิ่มสมรรถภาพหลังการกระตุ้นหักลบกับความเมื่อยล้าแล้วมีสมรรถภาพของกล้ามเนื้อคงเหลือมากกว่าก่อนการฝึก เวลาพักจึงเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยเดียวที่ส่งผลต่อการเพิ่มหรือลด

สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของระยะเวลาพักที่มีต่อประสิทธิภาพการฝึกในวิธีการฝึกคลัสเตอร์เซตร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านผสมผสานยางยืด เพื่อสร้างแบบฝึกที่มีประสิทธิภาพในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังในนักกีฬายกน้ำหนักต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าผลการปรับตัวระยะยาวของการฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตและการฝึกด้วยวิธีใช้แรงต้านผสมผสานยางยืดวิธีใดวิธีหนึ่งมีระดับการกระตุ้นไม่เพียงพอที่จะเกิดการเพิ่มพลังในนักกีฬายกน้ำหนัก (Anderson et al., 2008; Drinkwater et al., 2005; Izquierdo et al., 2006; Latella et al., 2019; Lawton et al., 2004) ประกอบกับมีงานวิจัยจำนวนมากค้นพบว่าการฝึกทั้งสองรูปแบบสามารถเพิ่มสมรรถภาพหลังการกระตุ้นได้ดี (Iacono et al., 2019; Israetel et al., 2010; Krcmár et al., 2021; Nickerson et al., 2018; Wyland et al., 2015) ผู้วิจัยจึงสันนิษฐานว่าวิธีฝึกทั้งสองรูปแบบมีกลไกการทำงานที่ส่งเสริมกัน หากนำมาฝึกร่วมกันอาจส่งผลให้เกิดการเพิ่มระดับการกระตุ้นให้สูงขึ้นกว่าการฝึกรูปแบบเดียว และอาจนำไปสู่การปรับตัวระยะยาวที่เหนือกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนารูปแบบการฝึกพลังแก่นักกีฬายกน้ำหนัก และนักกีฬาอื่นๆ

ปัญหาในการวิจัย

1. การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืด โดยใช้วิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตที่ระยะเวลาพักใดมีผลการลดลงของพลังเฉลี่ยต่อเซตน้อยที่สุด

2. การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืด ร่วมกับ วิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตมีผลด้านการพัฒนาความแข็งแรงและพลังของนักกีฬายกน้ำหนักยุวชนที่แตกต่างจากวิธีฝึกแบบประเพณีนิยมหรือไม่ อย่างไร

สมมติฐานของการวิจัย

1. การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตในแต่ละช่วงเวลาพักมีผลการลดลงของต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดเฉลี่ยต่อเซตแตกต่างกัน

2. การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตสามารถเพิ่มความแข็งแรง และพลังในนักกีฬายกน้ำหนักยุวชนได้มากกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการตอบสนองฉับพลันของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดโดยใช้คลัสเตอร์เซตที่มีเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งแตกต่างกันต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด

2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดโดยใช้คลัสเตอร์เซตกับการฝึกแบบประเพณีนิยม

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะพัฒนารูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืด โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬายกน้ำหนักหญิงรุ่นยุวชนของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เพื่อศึกษาผลของเวลาพักที่แตกต่างกัน ต่อความแข็งแรง และพลัง เมื่อฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับ วิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซต ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬายกน้ำหนักเพศหญิง จำนวน 9 คน

ขั้นตอนที่ 2 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดกับการฝึกประเพณีนิยม ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬายกน้ำหนักเพศชาย 8 คน และเพศหญิง 8 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ขั้นตอนที่ 1</u>

ตัวแปรต้น (ขั้นตอนที่ 1)

ระยะเวลาพักของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซต

1. พัก 20 วินาที

2. พัก 30 วินาที

3. พัก 40 วินาที

ตัวแปรตาม (การศึกษาที่ 1)

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพลังต่อเซตการฝึก ได้แก่

1. พลังสูงสุดเฉลี่ยต่อเซต (Average peak power per set)

2. แรงสูงสุดเฉลี่ยต่อเซต (Average peak force per set)

3. ความเร็วสูงสุดเฉลี่ยต่อเซต (Average peak velocity per set)

4. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากครั้งก่อนหน้าเฉลี่ยต่อเซต (% Difference from previous repetition)

4.1 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากครั้งก่อนหน้าเฉลี่ยต่อเซตของพลังสูงสุด

4.2 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากครั้งก่อนหน้าเฉลี่ยต่อเซตของแรงสูงสุด

4.3 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากครั้งก่อนหน้าเฉลี่ยต่อเซตของความเร็วสูงสุด

5. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากครั้งแรกเฉลี่ยต่อเซต (% Difference from first repetition)

5.1 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากครั้งแรกเฉลี่ยต่อเซตของพลังสูงสุด

5.2 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากครั้งแรกเฉลี่ยต่อเซตของแรงสูงสุด

5.3 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากครั้งแรกเฉลี่ยต่อเซตของความเร็วสูงสุด

ตัวแปรควบคุม (ขั้นตอนที่ 1)

1. วิธีการจับคานยกน้ำหนัก

2. ความตึงของยางยืด

3. โปรแกรมการฝึก

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย (ขั้นตอนที่ 1)

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องมีสุขภาพที่แข็งแรงสมบูรณ์ ไม่มีการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องมีความแข็งแรงสูงสุดในท่าคลีนพูลมากกว่า 1 เท่าของน้ำหนักตัว

3. ผู้วิจัยสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย และได้ให้ผู้ปกครองลงนามรับรองในหนังสือขอความอนุเคราะห์เข้าร่วมการวิจัย

ขั้นตอนที่ 2

ตัวแปรต้น (ขั้นตอนที่ 2)

1. โปรแกรมการฝึก

1.1 การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซต

1.2 การฝึกด้วยวิธีแบบประเพณีนิยม

ตัวแปรตาม (การศึกษาที่ 2)

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรง และพลัง ได้แก่

1. พลังสูงสุด (Peak power)

2. แรงสูงสุด (Peak force)

3. ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

4. อัตราการพัฒนาแรงสูงสุด (Maximum rate of force development)

5. ความแข็งแรงสูงสุดท่าคลีนพูล (Clean pull 1-RM)

ตัวแปรควบคุม (ขั้นตอนที่ 2)

1. วิธีการจับคานยกน้ำหนัก

2. ความตึงของยางยืด

3. โปรแกรมการฝึก

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย (ขั้นตอนที่ 2)

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องมีสุขภาพที่แข็งแรงสมบูรณ์ ไม่มีการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องมีความแข็งแรงสูงสุดในท่าคลีนพูลมากกว่า 1 เท่าของน้ำหนักตัว

3. ผู้วิจัยสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย และได้ให้ผู้ปกครองลงนามรับรองในหนังสือขอความอนุเคราะห์เข้าร่วมการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำจำกัดความของการวิจัย

กีฬายกน้ำหนักยุวชน (Youth Olympic weightlifting)

กีฬายกน้ำหนักเป็นกีฬาที่แข่งขันด้วยสองท่าได้แก่ ท่าแสนช (Snatch) และท่าคลีนแอนด์เจิร์ก (Clean and jerk) ตามลำดับ ท่าแสนชจะมีการจับคานยกน้ำหนักที่กว้าง และยกในจังหวะเดียว ส่วนท่าคลีนแอนด์เจิร์กจะมีการจับคานยกน้ำหนักที่แคบ และยกสองจังหวะ ได้แก่ จังหวะคลีน และจังหวะเจิร์ก กีฬายกน้ำหนักยุวชน นั้นแข่งด้วยกติกาเดียวกับการแข่งขันในผู้ใหญ่ทุกประการ ต่างกันแต่เพียงรุ่นน้ำหนัก และช่วงอายุ โดยสมาพันธ์ยกน้ำหนักโลกได้กำหนดช่วงอายุของนักกีฬายกน้ำหนักรุ่นยุวชนไว้ที่ 13-17 ปี (Ján, 2020)

คลีนพูล (Clean pull)

ท่าฝึกคลีนพูลจัดเป็นหนึ่งในท่าฝึกอนุพันธ์ (Weightlifting derivative) หรือท่าฝึกที่แตกแขนงมาจากท่าฝึกหลักของกีฬายกน้ำหนัก (Suchomel et al., 2015) ซึ่งก็คือท่าคลีนแอนด์เจิร์กที่ใช้ในการแข่งขันยกน้ำหนัก โดยท่าฝึกคลีนพูลจะฝึกเพียงจังหวะหนึ่ง (First pull) และจังหวะสอง (Second pull) หรือที่เรียกรวมกันว่าจังหวะดึง (The pull) และจะไม่ฝึกในจังหวะสาม หรือจังหวะรับ (The catch) เป็นต้นไป ท่าฝึกคลีนพูลทำโดยการจับคานยกน้ำหนักในตำแหน่งคลีน (Clean grip) และออกแรงดึงคานยกน้ำหนักขึ้นด้วยความพยายามในการเร่งความเร็วสูงสุด จนสะโพก เข่า และข้อเท้าเหยียดจนสุด (Everett, 2012) กล่าวคือ ท่าฝึกคลีนพูล คือท่าฝึกคลีนแอนด์เจิร์กที่นำมาตัดจังหวะรับ และการเจิร์กออกไป

แรงต้านแบบผสมผสานยางยืด (Combined elastic resistance)

การฝึกโดยใช้แรงต้านจากยางยืด และน้ำหนักฟรีเวทมาผสมผสานกันในสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของฟรีเวทโดยรวม โดยยางยืดจะถูกยึดไว้กับปลายของคานยกน้ำหนักทั้ง 2 ข้าง ในการวิจัยครั้งนี้ยางยืดจะถูกตั้งให้หย่อนที่ตำแหน่งเริ่มต้น และจะเริ่มสร้างแรงต้านเมื่อยกผ่านตำแหน่งเริ่มต้นของจังหวะสองของท่าคลีนพูล หรือประมาณเหนือหัวเข่าของผู้ฝึก และเมื่อดึงคานยกน้ำหนักถึงตำแหน่งสูงสุดของท่าคลีนพูล หรือตำแหน่งที่ยืนเขย่งเท้า และยักไหล่ (Everett, 2012) น้ำหนักโดยรวมของยางยืด และฟรีเวทจะเป็นสัดส่วน 10 ต่อ 90 เปอร์เซ็นต์

คลัสเตอร์เซต (Cluster set)

การฝึกด้วยแรงต้านที่มีการแบ่งจำนวนครั้งในเซตการฝึกออกเป็นกลุ่มย่อย หรือแบ่งเป็นคลัสเตอร์ โดยจะมีการเพิ่มช่วงเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งตั้งแต่ 15-45 วินาที (Haff et al., 2008) ด้วยจุดประสงค์หลายประการ เช่น เพื่อให้สามารถทำการฝึกได้จำนวนครั้งต่อเซตที่เพิ่มขึ้น สามารถฝึกด้วยน้ำหนักที่มากขึ้น มีพลังเฉลี่ยในการฝึกที่มากขึ้น หรือมีการรักษาระดับของทักษะท่าฝึกที่คงที่ยิ่งขึ้น

ความแข็งแรง (Strength)

หมายถึงความสามารถในการเอาชนะแรงต้านจนเกิดการเคลื่อนไหวของวัตถุ ความแข็งแรงในงานวิจัยนี้วัดผลด้วยความสามารถสูงสุดในการยกน้ำหนักท่าคลีนพูลได้สูงกว่าตำแหน่งยืนเขย่งเท้า และยักไหล่ตามของสรีระของแต่ละบุคคล โดยความแข็งแรงที่วัดได้มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

พลัง (Power)

หมายถึงผลคูณระหว่างแรงกับความเร็ว โดยพลังเป็นปัจจัยที่บ่งชี้ถึงความสามารถของนักกีฬายกน้ำหนักในการถ่ายทอดแรงสู่คานยกน้ำหนัก และแผ่นน้ำหนักในระยะเวลาอันสั้นเพื่อให้คานยกน้ำหนัก และแผ่นน้ำหนักลอยขึ้นสูงจากพื้นมากที่สุด

พลังสูงสุด (Peak power)

หมายถึงค่าที่แปรผลจากซอฟท์แวร์ Ballistic measurement system ด้วยหลักการ คัดเลือกจุดที่สูงสุดของแรงหารด้วยเวลาที่จุดเดียวกันเพื่อแสดงผลในหน่วยวัตต์ (Innervations, 2021)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แรงสูงสุด (Peak force)

หมายถึงค่าที่แปรผลจากซอฟท์แวร์ Ballistic measurement system ด้วยหลักการคัดเลือกจุดที่สูงสุดของแรงเพื่อแสดงผลในหน่วยนิวตัน (Innervations, 2021)

ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

หมายถึงค่าที่แปรผลจากซอฟท์แวร์ Ballistic measurement system ด้วยหลักการคัดเลือกจุดที่สูงสุดของความเร็วการเคลื่อนที่ของคานยกน้ำหนักเพื่อแสดงผลในหน่วยเมตรต่อวินาที (Innervations, 2021)

อัตราการพัฒนาแรงสูงสุด (Maximal rate of force development: RFD)

หมายถึงค่าที่แปรผลจากซอฟท์แวร์ Ballistic measurement system ด้วยหลักการคัดเลือกจุดที่มีแรงต่อเวลามากที่สุดหลังในช่วง 0-30 มิลลิวินาทีแรก เพื่อแสดงผลในหน่วยนิวตันต่อวินาที (Innervations, 2021)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สร้างองค์ความรู้ใหม่ในด้านการพัฒนาความแข็งแรง และพลัง ในกีฬายกน้ำหนัก และกีฬาอื่นๆ

2. เป็นข้อมูลแก่โค้ชกีฬาในการออกแบบโปรแกรมการฝึกกีฬายกน้ำหนัก และกีฬาอื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการฝึกกีฬายกน้ำหนัก การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสาน การฝึกแบบประเพณีนิยม และการฝึกแบบคลัสเตอร์เซต จึงได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็นข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าวิจัย เรียบเรียงไว้ดังหัวข้อต่อไปนี้

บทความ เอกสาร ตำราวิชาการ

กีฬายกน้ำหนักยุวชน

กลไกทางสรีรวิทยาในด้านความแข็งแรง และพลัง

การปรับตัวระยะยาวในการเพิ่มพลัง

ระบบพลังงานที่ใช้ในกีฬายกน้ำหนัก

กลไกของท่าที่ใช้แข่งขันกีฬายกน้ำหนัก และท่าฝึกคลีนพูล

การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสาน

การฝึกแบบคลัสเตอร์เซต

การนำวิธีฝึกหลายวิธีมาฝึกร่วมกัน

กลไกที่เกี่ยวข้องจากการฝึกร่วมกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยาลัย
INGKORN UNIVERSITY

กีฬายกน้ำหนักยุวชน

ตามกฎการจำแนกการแข่งตามอายุของสมาพันธ์ยกน้ำหนักโลก (Ján, 2020) กีฬายกน้ำหนักจะมีกำหนดการแข่งขันออกเป็น 4 รุ่นอายุ ได้แก่

1. รุ่นยุวชน (Youth) 13-17 ปี
2. รุ่นเยาวชน (Junior) 15-20 ปี
3. รุ่นประชาชน (Senior) 15 ปีขึ้นไป
4. รุ่นมาสเตอร์ (Masters) 35 ปีขึ้นไป

ในประเทศไทย แต่ละปีจะมีรายการแข่งขันกีฬาที่นักกีฬารุ่นยุวชนสามารถเข้าร่วมได้ (TAWA, 2020) ดังต่อไปนี้

1. การแข่งขัน EGAT ยกน้ำหนักชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย ระดับประชาชน อายุ 15 ปีขึ้นไป

2. การแข่งขัน EGAT ยกน้ำหนักชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย ระดับเยาวชน อายุ 15-20 ปีขึ้นไป

3. การแข่งขัน EGAT ยกน้ำหนักชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย ระดับยุวชน อายุ 13-17 ปีขึ้นไป

4. การแข่งขันกีฬานักเรียนนักศึกษาแห่งประเทศไทย อายุไม่เกิน 18 ปี

5. การแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ อายุ 15-20 ปี

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่านักกีฬายกน้ำหนักยุวชนแม้ว่าจะมีอายุน้อยที่สุด แต่มีโอกาศในการลงแข่งเฉลี่ยมากที่สุดเนื่องจากนักกีฬายกน้ำหนักยุวชนมีอายุคาบเกี่ยวหลายรุ่นการแข่งขันจึงสามารถลงแข่งในรายการ ยุวชน ประชาชน และกีฬานักเรียนนักศึกษาแห่งประเทศไทย จากการที่มีการแข่งขันที่บ่อยในนักกีฬายุวชน จึงจำเป็นที่จะมีการเตรียมความพร้อมกับนักกีฬาตั้งแต่ยังอายุน้อย เพื่อทำให้นักกีฬามีทักษะและสมรรถภาพที่พร้อมเข้าร่วมแข่งขันทั้งในรุ่นของตนเองและรุ่นที่อายุมากขึ้นต่อไป Lloyd et al. (2012) ได้แนะนำวิธีการฝึกนักกีฬายกน้ำหนักที่เหมาะสมกับช่วงอายุโดยแบ่งออกเป็น 7 ช่วงอายุ ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ช่วงเริ่มต้นแบบแอคทีฟ (Active start) ช่วงอายุ 0-6 ปี
    - เน้นการเล่นสนุก
    - สอดแทรกท่าออกกำลังกายที่ไม่ใช่ท่ายกน้ำหนักได้เล็กน้อย ไม่เกิน 60 นาทีต่อวัน
    - เน้นการเคลื่อนไหวที่หลากหลาย
2. ช่วงสร้างความรู้พื้นฐาน (Fundamentals) เพศหญิงช่วงอายุ 6-8 ปี เพศชาย 6-9 ปี
    - ยังคงเน้นการเล่นสนุก
    - เน้นกิจกรรมกีฬาหลากหลายชนิด ไม่เกิน 60 นาทีต่อวัน
    - มีการฝึกท่าพื้นฐานยกน้ำหนักเบาๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคย
3. ช่วงเรียนรู้เพื่อฝึก (Lean to Train) เพศหญิงช่วงอายุ 8-11 ปี เพศชาย 9-12 ปี

- เริ่มฝึกท่ายกน้ำหนักด้วยน้ำหนักมาก แต่ยังไม่ถึงระดับสูงสุด
- ปริมาณการฝึกไม่ควรเกิน 100-150 ชั่วโมงต่อปี

4. ช่วงฝึกเพื่อฝึก (Train to Train) เพศหญิงช่วงอายุ 11-15 ปี เพศชาย 12-16 ปี
   - ฝึกท่ายกน้ำหนักด้วยน้ำหนักมากถึงระดับสูงสุด
   - ปริมาณการฝึก 300-400 ชั่วโมงต่อปี
5. ช่วงฝึกเพื่อแข่งขัน (Train to Compete) เพศหญิงช่วงอายุ 15-18 เพศชาย 16-18 ปี
   - เน้นการฝึกไล่ระดับจากเบาไปหาหนักเพื่อเตรียมความพร้อมในวันแข่ง
   - ปริมาณการฝึก 400-500 ชั่วโมงต่อปี
6. ช่วงเรียนรู้เพื่อแข่งขัน (Learn to Compete) ช่วงอายุ 18-22 ปี
   - เน้นการฝึกไล่ระดับจากเบาไปหาหนักเพื่อเตรียมความพร้อมในวันแข่ง
   - ปริมาณการฝึก 500-600 ชั่วโมงต่อปี
7. ช่วงแข่งขันเพื่อชนะ (Compete to Win) อายุ 23 ปีขึ้นไป
   - เน้นการฝึกไล่ระดับจากเบาไปหาหนักเพื่อเตรียมความพร้อมในวันแข่ง
   - ปริมาณการฝึก 600-900 ชั่วโมงต่อปี
   - เพิ่มการฝึกวันละ 2 เวลา

ลักษณะเฉพาะตัวของเด็ก

เด็กมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่ยังเจริญเติบโต โดย Bompa and Carrera (2015) ได้แบ่งขั้นตอนการเจริญเติบโตของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงช่วงอายุที่หยุดเจริญเติบโต แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ช่วงเด็กเล็ก (อายุ 0 ถึง 2 ปี)
2. ช่วงก่อนเข้าเรียน (อายุ 3 ถึง 5 ปี)
3. ช่วงเข้าเรียน (อายุ 6 ถึง 18 ปี)
4. ช่วงวัยรุ่น (อายุ 19 ถึง 25 ปี)

โดยนักกีฬายกน้ำหนักยุวชนนั้นอยู่ในช่วงอายุในขั้นตอนที่ 3 หรือช่วงเข้าเรียนแล้ว ในช่วงอายุนี้ร่างกายจะมีการพัฒนาการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายให้สมบูรณ์มากขึ้น มีการเจริญเติบโตทางเพศ และมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักกับส่วนสูงอย่างรวดเร็ว (Bompa & Carrera, 2015) ช่วงเข้าเรียนจึงเป็นช่วงอายุที่เหมาะในการเริ่มฝึก เพราะอวัยวะภายในเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การตอบสนองต่อการฝึกความแข็งแรง และพลังในนักกีฬาเด็ก

ในด้านการปรับตัว มีการค้นพบว่านักกีฬาเด็กมีความสามารถด้านการฟื้นพลังสูงสุดได้เร็วกว่าผู้ใหญ่ (Hebestreit et al., 1993) และมีการทนทานต่อความล้าที่ส่วนกลาง (Central fatigue) ทีมากกว่าผู้ใหญ่ (Streckis et al., 2007) การแสดงออกด้านความเหนื่อยล้าของนักกีฬาเด็กเมื่อฝึกซ้อมหนักจึงน้อยกว่านักกีฬาผู้ใหญ่ ผู้ควบคุมการฝึกซ้อมนักกีฬาเด็ก จำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจในเรื่องดังกล่าว เพื่อป้องกันการฝึกเกิน ส่งผลให้เกิดการล้าเกินกำลัง (Overtraining) อันจะนำไปสู่การบาดเจ็บได้

การลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บในนักกีฬาเด็ก

เนื่องจากนักกีฬาเด็กยังกระบวนการเจริญเติบโตที่ยังไม่เสร็จสิ้น ทำให้เกิดข้อถกเถียงกันว่าการฝึกกีฬาอย่างหนักนั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเด็กหรือไม่ (Muller et al., 1996; Theintz et al., 1993) แม้ว่าหลักฐานเกี่ยวกับการขัดขวางการเจริญเติบโตของเด็ก กับการฝึกเพื่อการแข่งขัน ยังไม่ชัดเจน แต่ก็มีหลักฐานบางส่วนพบว่านักกีฬาเด็กระดับสูง มีประวัติการบาดเจ็บในส่วนปลายกระดูกอ่อนส่วนโกร้ทเพลท (Growth plate) ซึ่งเป็นส่วนที่เพิ่มความยาวของระยางค์ และความสูงของร่างกาย การเสริมความแข็งแรงในนักกีฬาเด็กจึงเป็นสิ่งสำคัญ Woods (2019) ทั้งนี้การฝึกนักกีฬาเด็กควรมุ่งเน้นไปที่การลดความเสี่ยงด้านความบาดเจ็บ และการป้องกันการฝึกเกิน เป็นอันดับต้นๆ Micheli and Mountjoy (2009) ได้จำแนกปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในนักกีฬาเด็กออกเป็นสองหัวข้อ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ปัจจัยภายใน ประกอบด้วย
    1.1 แนวกระดูกไม่ตรงกัน
    1.2 ความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อ และเส้นเอ็น
    1.3 ขั้นตอนของการเจริญเติบโต
    1.4 โรคประจำตัว
2. ปัจจัยภายนอก ประกอบด้วย
    1. ความผิดพลาดจากเทคนิคไม่ดี
    2. วิธีการฝึกสอนไม่เหมาะสม
    3. รองเท้า และเครื่องป้องกันไม่เหมาะสม
    4. สถานที่ฝึกซ้อมไม่เหมาะสม

5. สถานะทางโภชนาการ

6. การขาดการฝึกซ้อมทั่วไปจนเกิดการลดสมรรถภาพ

จากปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่านักกีฬาเด็กมีปัจจัยเสี่ยงในการบาดเจ็บที่มากกว่านักกีฬาผู้ใหญ่ ประกอบกับนักกีฬาเด็กมีรายการการแข่งขันต่อปีที่มากว่าผู้ใหญ่ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ที่จะคิดค้นวิธีการฝึกเฉพาะสำหรับนักกีฬาเด็ก ที่สร้างภาระต่อร่างกายน้อย โดยที่ยังคงความสามารถในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อไว้ เพื่อลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บจากการฝึกซ้อม และการแข่งขัน ดังคำกล่าวของ Micheli and Mountjoy (2009) ว่า “เด็กนั้น ไม่ใช่ผู้ใหญ่ตัวเล็ก”

กลไกทางสรีรวิทยาในด้านความแข็งแรง และพลัง

การเข้าใจหลักการพื้นฐานของความแข็งแรง และพลัง จะทำให้สามารถพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาได้ดีขึ้น การศึกษาอย่างเจาะลึกถึงระดับโมเลกุล (Molecular level) ที่เกี่ยวข้องกับพลังย่อมก่อให้เกิดความเข้าใจและเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ในการออกแบบโปรแกรมการฝึก พื้นฐานสำคัญในการศึกษาเรื่องพลัง คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบของพลัง (Mcguigan, 2017) ซึ่งประกอบด้วยความแรง และความเร็ว ดังสมการ

พลัง (วัตต์) = แรง (นิวตัน) x ความเร็ว (เมตรต่อวินาที)

Power (W) = Force (N) x Velocity (m/s)

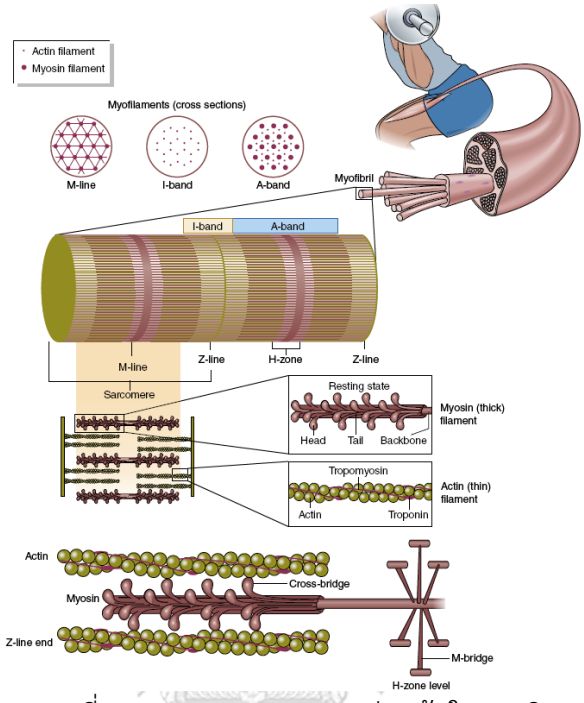
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กล่าวคือการวิเคราะห์การเกิดแรงกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อ (Muscle force) และการเกิดความเร็วของการหดตัวกล้ามเนื้อ (Speed of muscle contraction) จะช่วยให้เข้าใจธรรมชาติของพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power)

กลไกระดับโมเลกุลของแรง

เป็นที่ทราบกันดีว่าแรงของมนุษย์เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อจะทำงานด้วยหดตัวเมื่อมีคำสั่งจากศักย์ไฟฟ้าแอคชั่น (Action potential) เท่านั้น กลไกการเชื่อมต่อสัญญาณไฟฟ้าจากเซลล์ประสาทสู่กล้ามเนื้อในจะเรียกว่า นิวโรมัสคูล่าจังก์ชัน (Neuromuscular junction) เส้นใยกล้ามเนื้อ (Myofibril) จะมีขนาดประมาณ 1 ไมโครเมตร หรือประมาณ 1 ในร้อยของเส้นผมมนุษย์ ภายในประกอบด้วยเซลล์กล้ามเนื้อ (Myofilament) ชื่อแอคติน (Actin) และไมโอ

ซิน (Myosin) เมื่อกล้ามเนื้อเกิดนิวโรมัสคูล่าจังก์ชัน จะเกิดการสอดประสาน (Cross-bridge) ของเส้นใยทั้งสองชนิด ดังปรากฏในรูปที่ 2



รูปภาพที่ 2 การสอดประสานระหว่างเส้นใยแอคติน และไมโอซิน (Haff & Triplett, 2015)

โดยการสอดประสานแต่ละครั้งจะสลายแหล่งพลังงานจากอดรีโนซีน ไตรฟอสเฟต หรือเอทีพี (Adenosine triphosphate: ATP) ไปเป็นอดรีโนซีน ไดฟอสเฟต หรือเอดีพี (Adenosine diphosphate: ADP) หลังจากการสอดประสานเสร็จสิ้น กล้ามเนื้อจะเข้าสู่ภาวะเติมพลัง (Recharge phase) ด้วยการนำหัวของเส้นใยไมโอซิน (Myosin head) กลับไปที่ตำแหน่งเดิม เมื่อไม่มีนิวโรมัสคูล่าจังก์ชัน แคลเซียม (Calcium) จะถูกดึงกลับเข้าไปในซาโครพลาสมิกเรติคิวลัม (Sarcoplasmic reticulum) กลไกนี้เรียกว่าแคลเซียมปัมป์ (Calcium pump) มีจุดประสงค์เพื่อหยุดการสอดประสานของเส้นในแอคติน และไมโอซิน เพื่อสร้างภาวะหยุดพัก (Relaxation phase) ของกล้ามเนื้อ (Haff & Triplett, 2015; Mcguigan, 2017)

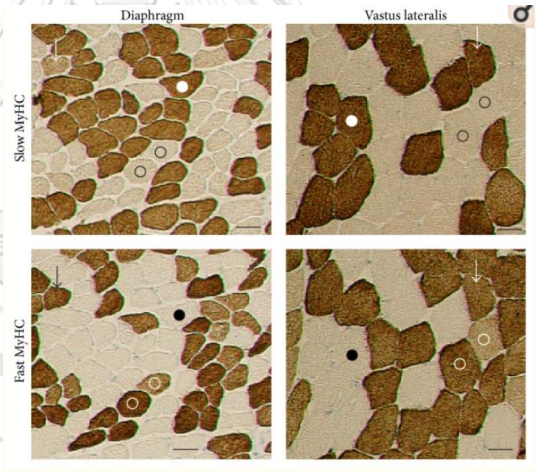
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลไกระดับโมเลกุลของความเร็ว

เส้นใยกล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์นั้นมีส่วนประกอบที่แตกต่างกันไป ส่งผลให้มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันไปด้วยเช่นกัน Komi (1992) ได้จำแนกเส้นใยกล้ามเนื้อออกเป็นสองชนิด

1. เส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวช้า (Slow-twitch muscle fiber) จะมีลักษณะเป็นสีแดงเข้ม เนื่องจากมีหลอดเลือดฝอยอยู่หนาแน่น เส้นใยชนิดนี้จะมีการทำงานที่ช้ากว่า ผลิดแรงได้น้อยกว่า แต่มีความทนทานต่อความเมื่อยล้าสูง

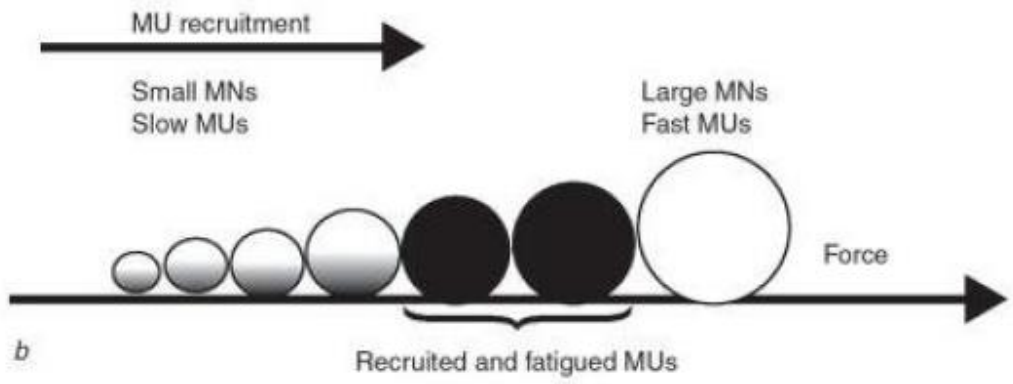
2. เส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว (Fast-twitch muscle fiber) จะมีลักษณะเป็นสีแดงอ่อน เนื่องจากมีหลอดเลือดฝอยอยู่เบาบาง เส้นใยชนิดนี้จะมีการทำงานที่เร็วกว่า ผลิตแรงได้มากกว่า แต่มีความทนทานต่อความเมื่อยล้าต่ำ



รูปภาพที่ 3 เส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวช้า (สีแดงเข้ม) และหดตัวเร็ว (สีแดงอ่อน)
(Meznaric & Cvetko, 2016)

เส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว จึงมีบทบาทสำคัญในการสร้างความเร็ว และมีความต้องการสูงในกีฬาระดับแข่งขันทุกเกือบทุกชนิดกีฬา แม้ว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมีความสามารถในผลิตแรงได้รวดเร็ว แต่ในการใช้งานจริงร่างกายจะเลือกการทำงานจากเส้นในชนิดหดตัวช้าก่อนเสมอ ตามหลักการด้านขนาด (Size principle) โดย Zatsiorsky et al. (2020) ได้แสดงแนวคิดว่าการฝึกยก

น้ำหนักที่ความพยายามสูงสุดจะเริ่มใช้กล้ามเนื้อที่หดตัวช้าก่อน และเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวช้าถูกใช้งานจนหมดแรง ร่างกายจะปรับมาใช้กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว



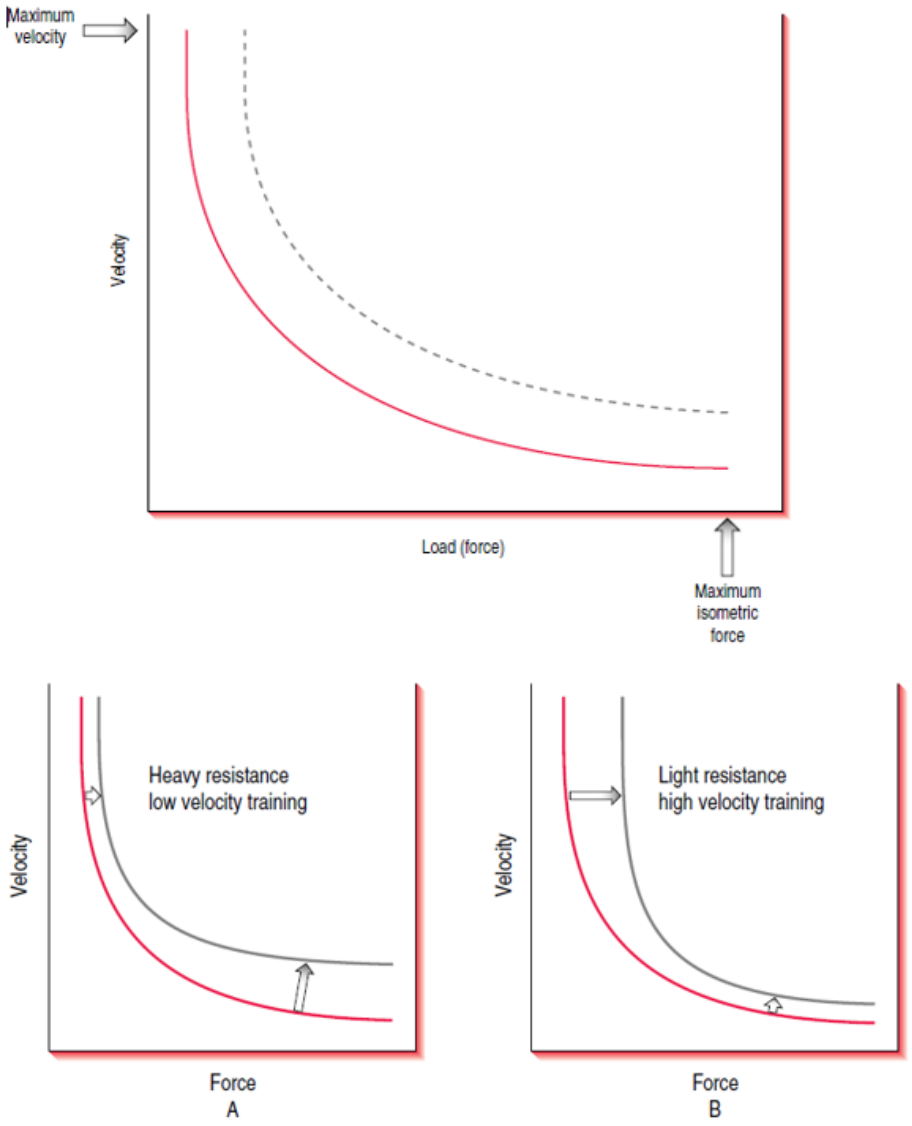
รูปภาพที่ 4 ลำดับการใช้งานของเส้นใยกล้ามเนื้อ

กลไกการสร้างพลัง

แม้ว่าลำดับการทำงานภายในกล้ามเนื้อภายในกล้ามเนื้อยังคงไม่มีหลักฐานการทำงานที่แน่ชัด เนื่องจากความลำบากในการนำตัวอย่างภายในร่างกายมนุษย์ออกมาวิจัย แต่ยังมีตัวแปรเชิงกลที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ทางกีฬา หลายชนิดที่สามารถบ่งชี้ได้ว่าร่างกายสามารถปรับตัวเพื่อให้สามารถทำงานได้เร็วขึ้น แรงขึ้น หรือทรงพลังมากขึ้น เช่น

พลังสูงสุด – บ่งชี้ถึงความสามารถของกล้ามเนื้อในการสร้างพลังในช่วงเวลาสั้น
แรงสูงสุด – บ่งชี้ถึงความสามารถของกล้ามเนื้อในการสร้างแรงสูงสุด
ความเร็วสูงสุด - บ่งชี้ถึงความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ
อัตราการสร้างพลังสูงสุด – บ่งชี้ถึงอัตราในการเพิ่มแรงของกล้ามเนื้อ เป็นต้น

Whyte (2006) ได้เสนอ แนวคิดด้านรูปแบบของความสามารถในการสร้างพลังของกล้ามเนื้อด้วยเส้นโค้งแรง และความเร็ว (Force-velocity curve) เมื่อฝึกพลังเส้นโค้งแรง และเวลาจะมีการเลื่อนโดยรูปแบบของการฝึกจะเป็นตัวกำหนดรูปร่างของเส้นโค้ง การฝึกความหนักสูงความเร็วต่ำจะยกระดับส่วนท้ายของเส้นโค้ง ในทางกลับกันการฝึกความหนักต่ำความเร็วสูงจะยกระดับส่วนหัวของเส้นโค้ง

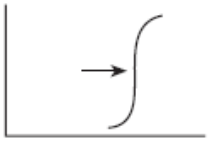
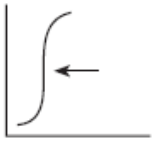
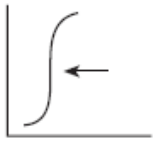


CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปภาพที่ 5 การเลื่อน และการเปลี่ยนรูปทรงของเส้นโค้งแรง-ความเร็ว

(Whyte, 2006)

จะเห็นได้ว่าวิธีการฝึกที่แตกต่างกันไป มีผลต่อลักษณะของพลังที่แสดงออกมา ผู้ฝึกสอนควรวางแผนให้การฝึกเกิดลักษณะของพลังที่ตรงกับกีฬาแต่ละชนิด และวางแผนให้เกิดการเลื่อนของเส้นโค้งนี้ในช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดเพื่อความได้เปรียบในการแข่งขัน โดย Bompa and Buzzichelli (2015) ได้แนะนำว่าควรวางแผนการฝึกให้เส้นโค้งแรง-เวลาเลื่อนไปที่ความเร็วในการทำงานต่ำกว่าในช่วงเตรียมตัวก่อนแข่งขัน เพื่อพัฒนาแรงกล้ามเนื้อ และเลื่อนไปทางความเร็วสูงกว่าในช่วงใกล้การแข่งขัน เพื่อนำแรงกล้ามเนื้อในช่วงก่อนหน้ามาฝึกให้เกิดความเร็วสูง

Preparatory				Competitive
AA	Hypertrophy	MxS	Conv. to P	Maintenance
				
Remains unchanged	Shifts to the right	Shifts to the left	Shifts to the left	Remains shifted to the left

รูปภาพที่ 6 แผนการฝึกรายปีต่อการเลื่อนของเส้นโค้งแรง-เวลา

(Bompa & Buzzichelli, 2015)

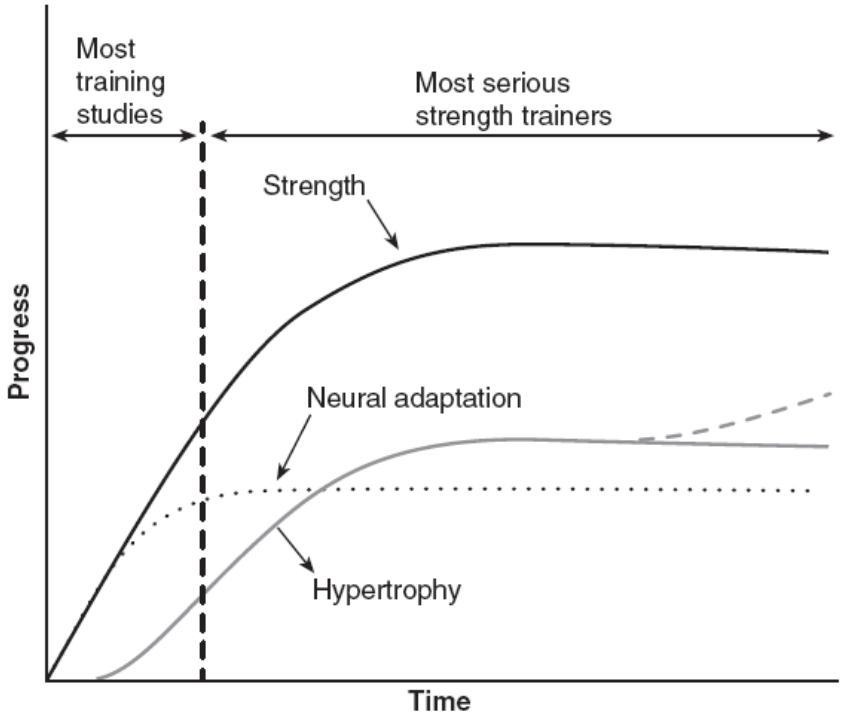
การปรับตัวระยะยาวในการเพิ่มพลัง

มีการศึกษาเกี่ยวกับ “การตอบสนองที่เกิดขึ้นภายในร่างกายจากการฝึกพลังต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหนึ่ง” เป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรียบเรียงเป็นหมวดหมู่ได้ดังนี้

การปรับตัวทางระบบประสาท (Neural adaptation)

ระบบประสาท นับเป็นระบบที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ ลักษณะการปรับตัวทางระบบประสาทนั้นถือว่าจะมีระดับกั้น (Threshold) ที่จำกัด ผู้ฝึกใหม่จะได้ประโยชน์จากการปรับตัวเพิ่มจำนวน/ความเร็ว ในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruit) แต่ผู้ที่ฝึกมานานโดยเฉพาะนักกีฬาระดับสูง มักจะพบความยากลำบากในการเพิ่มการทำงานของระบบประสาท เนื่องจากความสามารถด้านการปรับตัวทางระบบประสาทได้พัฒนามาใกล้เคียงระดับกั้นสูงสุดแล้ว Krzysztof and Mero (2013) ได้วิเคราะห์ความถี่ก้าว (Stride frequency) ของ Usain Bolt ซึ่งเป็นเจ้าของสถิติโลกวิ่ง 100 เมตร ในการแข่งขันโอลิมปิกที่เมืองปักกิ่งปี 2008 การแข่งขันชิงแชมป์โลกที่เมืองเบอร์ลินปี 2009 และการแข่งขันโอลิมปิกที่เมืองลอนดอนปี 2012 พบว่าตลอดระยะเวลา 4 ปี มีการเปลี่ยนแปลงของความถี่ก้าวที่น้อยมาก (4.24, 4.23 และ 4.29 Hz; ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.03) แสดงให้เห็นว่า Usain Bolt ทำเวลาในการวิ่งได้ดีขึ้นด้วยการเพิ่มระยะก้าวเป็นหลัก การที่

Usain Bolt ไม่สามารถเพิ่มความถี่ก้าวได้อย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลา 4 ปีสอดคล้องกับหลักการข้างต้น เนื่องจากความถี่ก้าวเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการสั่งการของระบบประสาทสูง (Osaki et al., 2008)



รูปภาพที่ 7 การปรับตัวทางระบบประสาทที่หยุดนิ่งในนักกีฬาระดับสูง

Bompa and Buzzichelli (2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากข้อมูลข้างต้น เพื่อให้การปรับตัวด้านพลังเกิดความคุ้มค่าในด้านของ การเพิ่มพลัง และการประหยัดเวลา นักกีฬาระดับสูงอาจให้ความสำคัญกับการฝึกระบบประสาทในระดับรักษาสภาพ (Maintain) เพื่อไม่ให้สัญญาณประสาทลดลงเท่านั้น โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาปัจจัยอื่นๆ ที่มีส่วนช่วยด้านพลังมากขึ้น

การปรับตัวทางระบบต่อมไร้ท่อ (Hormonal adaptation)

เป็นที่ทราบกันดีว่าการฝึกด้วยแรงต้านนั้นจะเกิดการหลั่งของฮอร์โมน (Hormone) กลุ่มที่มีส่วนช่วยในการพัฒนากล้ามเนื้อ (Anabolic hormones) เช่น เทสโทสเตอร์โรน (Testosterone) โกร้ทฮอร์โมน (growth hormone) และไอจีเอฟวัน (IGF-1) ฯลฯ ในขณะเดียวกัน ร่างกายก็จะ

พยายามรักษาสมดุลของระดับฮอร์โมนด้วยการหลั่งฮอร์โมนกลุ่มที่มีส่วนในการยับยั้งการพัฒนากล้ามเนื้อ เช่น คอร์ติซอล (Cortisol) การฝึกที่เหมาะสมจะทำให้ฮอร์โมนกลุ่มที่มีส่วนช่วยในการพัฒนากล้ามเนื้อหลั่งออกมามากกว่ากลุ่มที่มีส่วนในการยับยั้งการพัฒนากล้ามเนื้อ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพด้านความแข็งแรง และพลัง Crewther et al. (2006) ได้พบว่าการฝึกพลังแบบไดนามิค (Dynamic power) กระตุ้นให้เกิดการหลั่งของฮอร์โมนเทสโทสเตอร์โรน (Testosterone) ในสัดส่วนที่มากกว่าคอร์ติซอล ทั้งนี้ปัจจัยด้านฮอร์โมนจะมีความแตกต่างกันในเพศและอายุ เช่น เพศชายจะมีสัดส่วนเทสโทสสเตอร์โรนมากว่าผู้หญิง เป็นต้น

การปรับเปลี่ยนโครงสร้างกล้ามเนื้อ (Muscle architecture change)

จากที่กล่าวมาข้างต้นดังปรากฏในรูปภาพที่ 4 การที่เส้นโค้งแรง-ความเร็วแตกต่างกัน เกิดจากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ ดังนี้

การเปลี่ยนข้ามชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle phenotype shift)

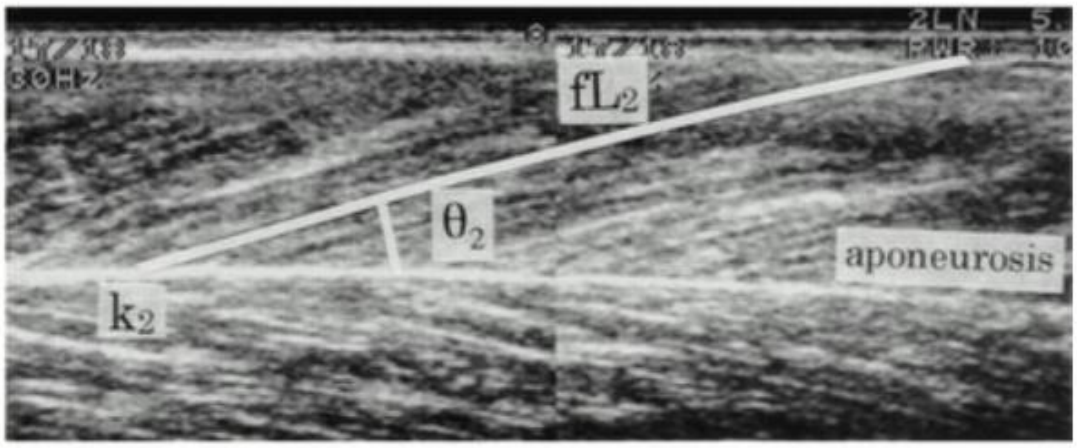
แม้ว่าปัจจุบันจะยังไม่มีหลักฐานชัดเจนว่าวิธีการฝึกจะเกิดการปรับเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า ไปเป็นชนิดปรับตัวเร็ว แต่ก็มีการค้นพบว่าการฝึกความทนทานระยะยาว จะเกิดผลเสียต่อการพัฒนาพลังโดยการทำให้กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว เปลี่ยนคุณสมบัติเป็นกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Bigard et al., 1996) ดังนั้นนักกีฬาที่ต้องการพลังระเบิดสูง จำเป็นที่จะต้องฝึกความทนทานในระดับที่เหมาะสม ไม่น้อยเกินไปจนทำให้มีผลต่อสุขภาพ และสมรรถนะทางกาย ไม่มากเกินไปจนเกิดการเปลี่ยนของชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเปลี่ยนมุมในกล้ามเนื้อแบบขนนก (Muscle pennation angle change)

กล้ามเนื้อแบบขนนก หมายถึงกล้ามเนื้อที่มีรูปทรงคล้ายขนนก เช่น กล้ามเนื้อต้นขากลุ่มวาสตัสแลเทอราลิส (Vastus lateralis) วาสตัสอินเตอร์มีเดียส (Vastus intermedius) แกสสตรอคนีเมียส (Gastrocnemius) และเร็กตัสฟีโมริส (Rectus femoris) ซึ่งแนวการเรียงตัวของกล้ามเนื้อทำมุมเฉียงกับแนวแรง การฝึกเพิ่มกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) นอกจากจะมีการเปลี่ยนของพื้นที่หน้าตัด แล้วยังพบว่ามีการลดมุมของกล้ามเนื้อให้แหลมขึ้น (Kawakami et al., 1993) ส่งผลให้

การส่งผ่านแรงจากกล้ามเนื้อสู่แรงต้านมีการสูญเสียที่น้อยกว่า และมีประสิทธิภาพมากกว่า ดังปรากฏในรูปภาพที่ 8



รูปภาพที่ 8 มุมในกล้ามเนื้อแบบขนนก

(Fukunaga et al., 1997)

การเปลี่ยนแปลงความตึงตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle stiffness)

ความตึงตัวของกล้ามเนื้อ และข้อต่อ เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการลดช่วงการเคลื่อนไหว และความเสี่ยงในการบาดเจ็บ การมีความยืดหยุ่นที่มากเกินไป อาจส่งผลลบจากการที่แรง และพลังในกล้ามเนื้อสูญเสียได้ด้วยเช่นกัน ในทางกลับกัน ความตึงตัวจะส่งผลให้การส่งผ่านแรงในกล้ามเนื้อเกิดการสูญเสียน้อยลง ส่งผลให้เกิดการเพิ่มของแรงกล้ามเนื้อ (Gleim & McHugh, 1997) การฝึกความยืดหยุ่นอย่างพอเหมาะ ผสมผสานกับการฝึกความแข็งแรง จะส่งผลให้มีความยืดหยุ่นที่ดี และเกิดความเสี่ยงในการบาดเจ็บที่ต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระบบพลังงานที่ใช้ในกีฬายกน้ำหนัก

เป็นที่ทราบกันดีว่ากีฬายกน้ำหนักนั้นเป็นกีฬาที่ใช้แหล่งพลังงานแอนแอโรบิก (Anaerobic) หรือกิจกรรมที่ไม่ต้องการอ็อกซิเจน (Oxygen) เป็นแหล่งพลังงานในการแข่งขัน โดย Whyte (2006) ได้จำแนกกลไกการทำงานของระบบพลังงานแอนแอโรบิกเป็น 2 กลไก ได้แก่

1. กลไกไฮโดรไลสิส (Hydrolysis)

กลไกไฮโดรไลสิสเป็นกลไกที่สามารถสร้างแรงได้อย่างรวดเร็ว แต่มีการสร้างความเมื่อยล้าสะสม โดยกลไกนี้จะผ่านปฏิกริยาเคมีแบบไฮโดรไลสิส (Hydrolysis) และฟอสโฟรีเลชัน (Phosphorylation) ภายในกล้ามเนื้อเพื่อสร้างฟอสเฟตพลังงานสูง (High energy phosphates) ได้แก่ เอทีพี (ATP) และพีซีอาร์ (PCr) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของการหดตัวในกล้ามเนื้อ โดยภายในเซลล์กล้ามเนื้อสามารถจุเอทีพีได้น้อยมาก (5 มิลลิโมลต่อเส้นใยกล้ามเนื้อ) เป็นสาเหตุให้เอทีพีมักจะถูกใช้หมดอย่างรวดเร็วในการฝึกความหนักสูงครั้งแรกๆ เมื่อมีการฝึกความหนักสูงต่อเนื่องหลายครั้ง สิ่งที่เกิดขึ้นคือร่างกายจะเกิดการสับเปลี่ยนจากกลไกไฮโดรไลสิส ไปเป็นกลไกไกลโคไลสิส (Glycolysis)

2. กลไกไกลโคไลสิส

กลไกไกลโคไลสิสชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic glycolysis) เป็นกลไกที่เกิดขึ้นหลังจากร่างกายใช้เอทีพีในกล้ามเนื้อหมดไปในกระบวนการไฮโดรไลสิสดังที่อธิบายก่อนหน้า เมื่อพยายามทำกิจกรรมหนักต่อเนื่องหลังจากกล้ามเนื้อไม่มีเอทีพี ร่างกายจะพยายามเติมเอทีพีกลับคืนสู่เซลล์กล้ามเนื้อด้วยการสร้างสะสมไฮโดรเจนไอออน (H^+) และแลคเตท (Lactate) ส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้า และลดประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ กล่าวคือกลไกไฮโดรไลสิสจะทำงานเร็วกว่ากลัยโคไลสิสแต่ไม่สามารถทำงานต่อเนื่องได้ ในทางกลับกันกลไกไกลโคลัยสิสสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง แต่ก็มีการสะสมความล้าจากไฮโดรเจนไอออน และแลคเตทที่คั่งค้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระบบพลังงานที่มีกลไกที่แตกต่างกัน ย่อมมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน เช่น ความจุเอทีพี อัตราการสร้างเอทีพี ความต้องการออกซิเจน และระยะเวลาในการทำงาน Wilmore et al. (2004) ได้สรุปคุณสมบัติของระบบพลังงานในร่างกายมนุษย์ ดังปรากฏในรูปภาพที่ 9

Energy system	Oxygen necessary?	Overall chemical reaction	Relative rate of ATP formed per second	ATP formed per molecule of substrate	Available capacity
ATP-PCr	No	PCr to Cr	10	1	<15 s
Glycolysis	No	Glucose or glycogen to lactate	5	2-3	~1 min
Oxidative (from carbohydrate)	Yes	Glucose or glycogen to CO_2 and H_2O	2.5	36-39*	~90 min
Oxidative (from fat)	Yes	FFA or triglycerides to CO_2 and H_2O	1.5	>100	days

รูปภาพที่ 9 คุณสมบัติของระบบพลังงานในร่างกายมนุษย์

(Wilmore et al., 2004)

Enoka (1979) ได้รายงานเวลาในการทำงานของกล้ามเนื้อในช่วงการดึง (The pull) ของนักกีฬายกน้ำหนัก 5 คน พบว่ามีระยะเวลาเฉลี่ยเพียง 0.25 วินาที โดยประมาณ จากข้อมูลข้างต้น สามารถคาดการณ์ได้ว่าการแข่งขันกีฬายกน้ำหนักใช้พลังงานหลักจากกลไกไฮโดรไลสิสเป็นหลักในการแข่งขัน

แม้ว่าการแข่งขันจะยกน้ำหนักครั้งเดียว แต่การฝึกเพื่อพัฒนาพลังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรวมไปถึงการฝึกหลายครั้ง และหลายเซต (Sets) เพื่อพัฒนาปริมาณการฝึก (Training volume) ที่เหมาะสมต่อเป้าหมายแต่ละช่วงเวลา เช่น การสร้างความแข็งแรงสูงสุดจำเป็นในช่วงเตรียมตัวก่อนแข่งเพื่อสร้างฐานความแข็งแรง (Based strength) นิยมฝึกไม่เกิน 6 ครั้ง 2-6 เซต ในขณะที่การสร้างพลังสูงสุดนิยมฝึกไม่เกิน 1-2 ครั้ง 3-5 เซต ในกรณีที่เป้าหมายสูงสุดเป็นการใช้พลังเพียงครั้งเดียว เช่นกีฬายกน้ำหนัก และกีฬาทุ่ม พุ่ง ขว้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Training goal	Goal repetitions	Sets*
Strength	≤6	2-6
**Power:		
Single-effort event	1-2	3-5
Multiple-effort event	3-5	3-5
Hypertrophy	6-12	3-6
Muscular endurance	≥12	2-3

รูปภาพที่ 10 เป้าหมายในการฝึก และปริมาณการฝึกที่เหมาะสม

(Haff & Triplett, 2015)

การฝึกพลังนั้นไม่จำเป็นต้องฝึกจนกระทั่งยกไม่ขึ้น (Failure of repetition) จะเกิดเวลาการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle time under tension) ที่มาก ส่งผลให้เกิดการพัฒนาพลังสัมบูรณ์ (Absolute strength) และเกิดการเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อมากกว่าการพัฒนาพลัง การฝึกพลังจะฝึกจนกระทั่งไม่สามารถเร่งความเร็วได้ (Failure of speed) โดย Bompa and Carrera (2015) ได้ให้คำจำกัดความของการฝึกด้วยความหนัก 80 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ที่สามารถเร่งความเร็วได้ 1-3 ครั้ง ว่า “เสตร็งค์-สปีด (Strength-speed)” การฝึกด้วยความหนัก 60 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ที่สามารถเร่งความเร็วได้ 3-6 ครั้งว่า “สปีด-เสตร็งค์ (Speed-strength)”

สรุปจากข้อมูลข้างต้น นักกีฬายกน้ำหนักจะมีความต้องการพัฒนาความสามารถด้านระบบพลังงานชนิดไฮโดรไลสิส ด้วยวิธีการฝึกเสตร็งค์-สปีด โดยใช้การฝึกซ้อมไม่เกิน 6 ครั้งในช่วงพัฒนาความแข็งแรง และไม่เกิน 1-3 ครั้งในช่วงพัฒนาพลัง และควรหลีกเลี่ยงการฝึกด้วยน้ำหนักที่มากเกินจนไม่สามารถเร่งความเร็วได้ เพราะอาจส่งผลในการเพิ่มกล้ามเนื้อ (Muscular hypertrophy) ซึ่งส่งผลให้นักกีฬามีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และเกิดการเสียเปรียบในการแข่งขัน โดยเฉพาะในกีฬายกน้ำหนักที่มีการแบ่งรุ่นน้ำหนักในการแข่งขัน

กลไกของท่าที่ใช้แข่งขันกีฬายกน้ำหนัก และท่าฝึกคลีนพูล

กลไกของท่าที่ใช้แข่งขันกีฬายกน้ำหนัก

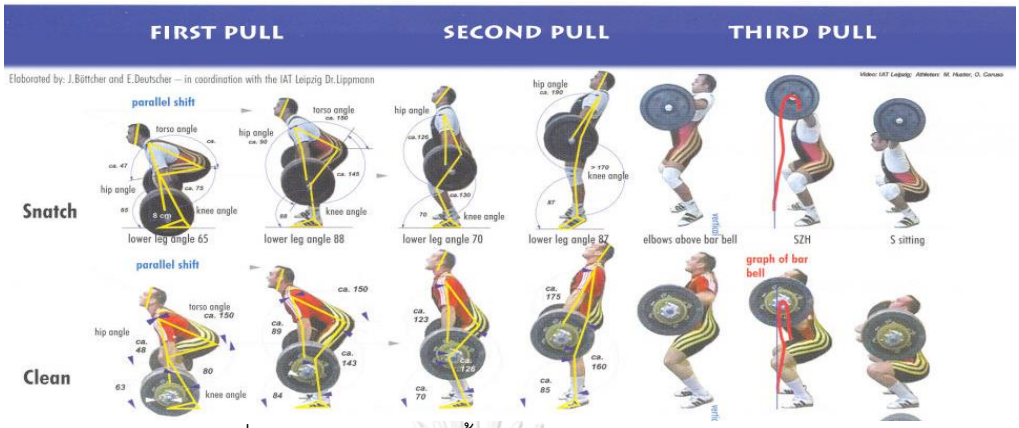
ท่าที่ใช้แข่งขันกีฬายกน้ำหนักประกอบด้วย 2 ท่าได้แก่ 1. ท่าแสน็ช (Snatch) 2. ท่าคลีนแอนด์เจิร์ก (Clean and jerk) โดยขั้นตอนในการยก (Weightlifting sequence) ของท่าสแนทช์และท่าคลีนสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. จังหวะหนึ่ง (First pull) – ดึงคานยกน้ำหนักจากพื้นถึงหัวเข่า

2. จังหวะสอง (Second pull) – ดึงคานยกน้ำหนักจากหัวเข่าถึงตำแหน่งยืนเขย่งส้นเท้า และยักหัวไหล่ขึ้นสูง

3. จังหวะสาม (Third pull) – ดึงตัวลงไปใต้คานยกน้ำหนัก

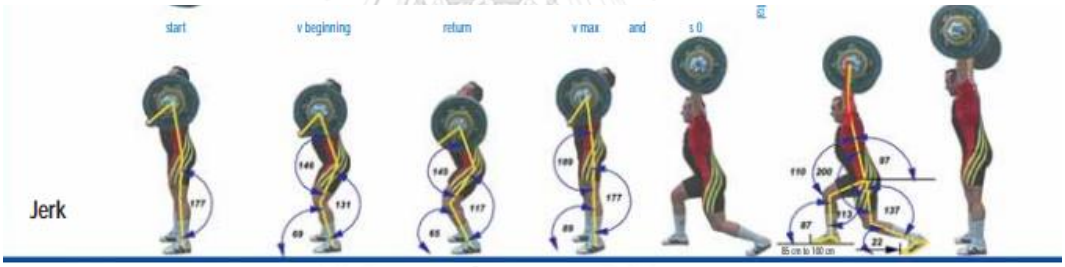
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปภาพที่ **11** จังหวะในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ และท่าคลีน

(Böttcher & Deutscher, 2004)

ในกรณีที่นักกีฬาทำท่าคลีนในการแข่งขันสำเร็จ นักกีฬาจะต้องเตรียมที่จะปฏิบัติท่าเจิร์กต่อไป ดังปรากฏในรูปภาพที่ 12



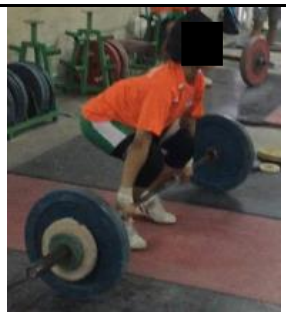
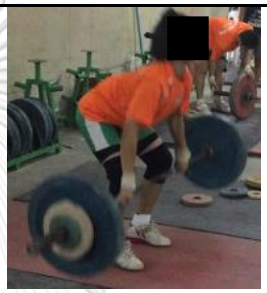
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปภาพที่ 12 จังหวะในการยกน้ำหนักท่าเจิร์ก

(Böttcher & Deutscher, 2004)

ท่าฝึกคลีนพูล

ท่าฝึกคลีนพูลเกิดจากการนำท่าคลีนที่ใช้ในการแข่งขันยกน้ำหนักมาดัดแปลงด้วยการตัดจังหวะสามออกไป นักกีฬาที่ฝึกท่าคลีนพูลจะฝึกเพียงจังหวะหนึ่ง และจังหวะสอง โดยไม่ฝึกจังหวะสาม ดังปรากฏในรูปภาพที่ 13

ท่าฝึกคลีน	ท่าฝึกคลีนพูล
	
เริ่มต้นจังหวะหนึ่ง	เริ่มต้นจังหวะหนึ่ง
	
สิ้นสุดจังหวะหนึ่ง	สิ้นสุดจังหวะหนึ่ง
เริ่มต้นจังหวะสอง	เริ่มต้นจังหวะสอง
สิ้นสุดจังหวะสอง	สิ้นสุดจังหวะสอง

จุฬาลงกรณ์มหา
CHULALONGKORN

	สิ้นสุดท่าคลีนพูล
จังหวะสาม	
สิ้นสุดจังหวะสาม	
รีคัฟเวอรี (Recovery)	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปภาพที่ 13 เปรียบเทียบขั้นตอนของท่าฝึกคลีน กับท่าฝึกคลีนพูล

ที่มาภาพ : ถ่ายโดยผู้วิจัย (27 กุมภาพันธ์ 2561)

การทดสอบความหนักสูงสุด (1RM) ในท่าคลีนพูลนั้นทำได้ยากเนื่องจากมีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว โดยช่วงการเคลื่อนไหวสุดท้ายของท่าคลีนพูลจะอยู่ที่ตำแหน่งยืนยักไหล่ และเขย่งเท้าซึ่งเป็นตำแหน่งของร่างกายที่นักกีฬาทรงตัวพร้อมถือคานยกน้ำหนักค้างไว้เพื่อให้ผู้ควบคุมการทดสอบประเมินได้ยากลำบาก งานวิจัยจำนวนมาก (Comfort et al., 2015; Haff et al., 2003; Kawamori et al., 2006; Macke, 2018) จึงใช้การเทียบเป็นสัดส่วนจากท่าพาวเวอร์คลีน (Power clean) สูงสุด เช่น ฝึกท่าคลีนพูลที่ความหนัก 120 เปอร์เซ็นต์ของพาวเวอร์คลีน เป็นต้น โดย Haff (2010) ได้แนะนำว่าการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยเช่นเครื่องวัดความเร่ง (Accelerometer) หรือเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้น

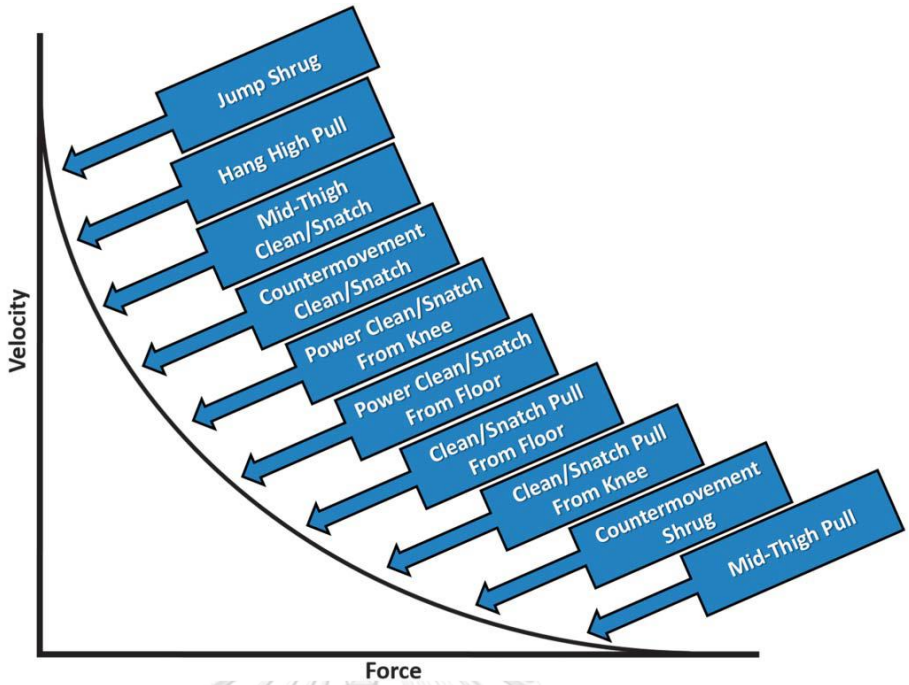
(Linear position transducer) เพื่อวัดความหนักสูงสุดโดยตรงจะช่วยให้เกิดความแม่นยำในการศึกษาท่าคลีนพูลยิ่งขึ้น ดังปรากฏในรูปภาพที่ 14

รูปภาพที่ 14 การทดสอบความหนักสูงสุดท่าคลีนพูลด้วยเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้น

ที่มาภาพ : ถ่ายโดยผู้วิจัย (8 กุมภาพันธ์ 2564)

จากการที่ท่าฝึกคลีนพูลไม่จำเป็นที่จะต้องเตรียมรับคานยกน้ำหนัก ส่งผลให้นักกีฬาที่ฝึกคลีนพูลสามารถทำท่าฝึกได้อย่างเต็มที่ (Everett, 2009; Takano, 2012) จากการที่ขั้นตอนการฝึกมีความซับซ้อนน้อยกว่าท่าคลีนที่ใช้แข่งขันยกน้ำหนัก ผนวกกับการออกแรงได้เต็มที่โดยไม่เกิดการยับยั้งในจังหวะสาม ส่งผลให้ท่าฝึกคลีนพูลได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการนำมาใช้ฝึกในกลุ่มนักกีฬาชนิดอื่นๆ ที่ต้องการพลังกับความเร็ว Suchomel et al. (2017) ได้เรียงลำดับลักษณะของพลังในท่าฝึกยกน้ำหนักบนเส้นโค้งความเร็ว กับเวลา โดยพบว่าท่าคลีนพูลเป็นท่าที่ต้องการความแข็งแรง เป็นสัดส่วนที่สูงกว่าความเร็วในการทำงานกล้ามเนื้อ จึงเหมาะนำมาใช้พัฒนาความสามารถประเภทสเตร็งค์-สปีดในช่วงเตรียมตัวก่อนการแข่งขัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

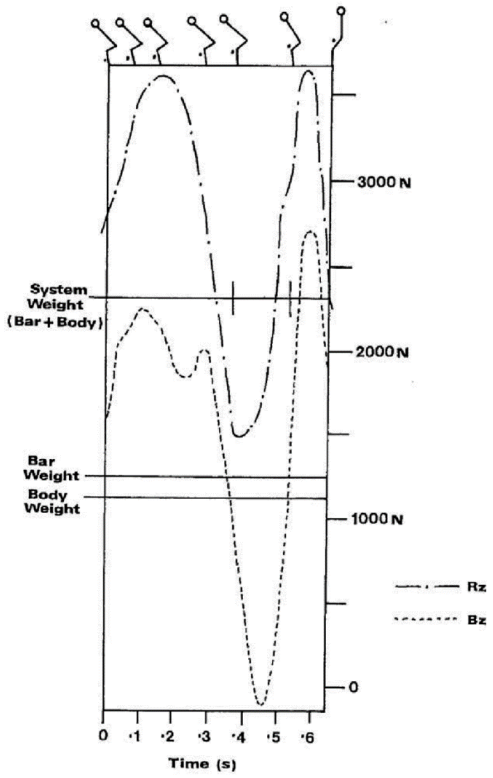


รูปภาพที่ 15 ท่าฝึกคลีนพูลบนเส้นโค้งความเร็ว กับเวลา

(Suchomel et al., 2017)

เมื่อวิเคราะห์ภายเส้นโค้งแรงและเวลาของท่าฝึกคลีนพูล จะพบว่ามีลักษณะเป็นรูปกราฟที่มียอดแหลมสองจุด จุดที่หนึ่งเกิดขึ้นที่จังหวะหนึ่ง และจุดที่สองเกิดขึ้นที่จังหวะสอง ดังปรากฏในรูปภาพที่ ในรูปภาพที่ 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



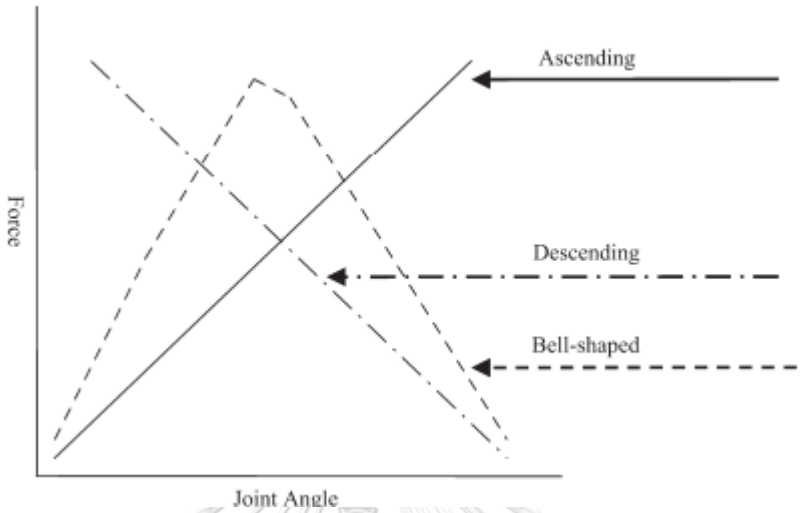
รูปภาพที่ 16 เส้นโค้งความเร็ว กับเวลาของท่าฝึกคลีนพูล
(Hori et al., 2009)

ซึ่งยอดแหลมแรก แสดงถึงการออกแรงเพื่อที่จะยกน้ำหนักในจังหวะหนึ่ง และยอดแหลมที่สองแสดงถึงการออกแรงอย่างต่อเนื่องเพื่อเร่งความเร็วให้คานยกน้ำหนักลอยขึ้นสูงในจังหวะสอง เนื่องจากจังหวะสองนั้นมีความสำคัญต่อกีฬายกน้ำหนักมากกว่าจังหวะหนึ่ง เนื่องจากเป็นจังหวะที่จะบ่งชี้ถึงความสามารถในการส่งคานยกน้ำหนักได้สูง มีการค้นพบว่าความเร็วในการออกแรงจังหวะสอง มีความสัมพันธ์ต่อการประสบความสำเร็จในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ (Ikeda et al., 2012) การลดความหนักในจังหวะหนึ่งเป็นหนึ่งในวิธีที่อาจนำมาใช้เพิ่มพลังในจังหวะสองของท่าคลีนพูลได้

การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสาน

เนื่องจากร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยระบบคานงัด (Lever) ส่งผลให้มีจุดที่ได้เปรียบ และเสียเปรียบเชิงกลจากการเคลื่อนไหวในแต่ละท่า โดยเส้นโค้งของแรง (Strength curve) ของในท่าฝึกแต่ละท่าจะมีเอกลักษณ์ และรูปทรงที่แตกต่างกันไปตามชนิดของคาน และสรีระวิทยาของแต่ละบุคคล McMaster et al. (2009) ได้แบ่งหมวดหมู่ของเส้นโค้งของแรงออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. แบบชันขึ้น (Ascending) 2. แบบลาดลง (Descending) 3. แบบทรงระฆังคว่ำ (Bell-shape) ดังปรากฏในรูปภาพที่ 17



รูปภาพที่ 17 เส้นโค้งของแรง 3 ประเภท

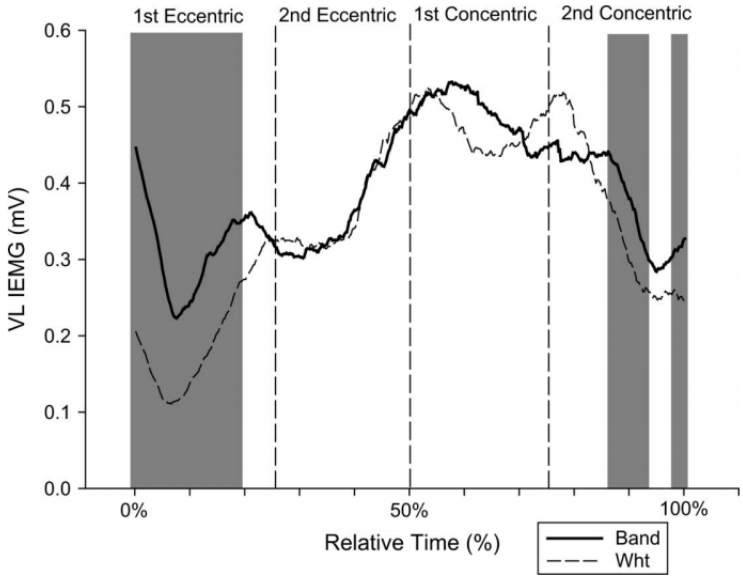
(McMaster et al., 2009)

ดังนั้นการปรับเปลี่ยนแรงต้านตามระยะทางเพื่อให้เกิดคุณสมบัติการเพิ่มแรง หรือลดแรงต้านให้เหมาะสมกับความสามารถในการออกแรง เช่น การลดความหนักในช่วงการเคลื่อนไหวที่ร่างกายมีความสามารถในการสร้างแรงน้อย หรือการเพิ่มความหนักในช่วงการเคลื่อนไหวที่ร่างกายมีความสามารถในการสร้างแรงมาก ได้รับความสนใจอย่างมากในการฝึกความแข็งแรงยุคใหม่ โดยสันนิษฐานว่าการลดความเสียเปรียบเชิงชีวกลศาสตร์ ที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มคุณภาพของท่าฝึกนั้นๆ จะเกิดการกระตุ้นให้ร่างกายปรับตัวเหนือกว่าการใช้วิธีประเพณีนิยม

McMaster et al. (2009) ได้กล่าวถึงการฝึกด้วยแรงต้านแบบปรับเปลี่ยนได้ว่า “เป็นวิธีการฝึกด้วยแรงต้านที่ใช้อุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์ควบคุมความเร็วไอโซไคเนติก (Isokinetic machine) อุปกรณ์ไฮดรอลิก (Hydraulic) อุปกรณ์อัดอากาศ (Pneumatic) ยางยืด (Elastic) ลูกเบี้ยว (Cam) โซ่ และคานงัด” เพื่อจุดประสงค์ในการปรับเปลี่ยนเพิ่มหรือลดแรงต้านที่กระทำต่อกล้ามเนื้อในแต่ละช่วงการเคลื่อนไหว การใช้โซ่ในการสร้างแรงต้านแบบแปรผันจะนิยมยึดโซ่ไว้ที่ปลายสองข้างของบาร์เบล และทิ้งให้โซ่มีส่วนที่อยู่บนพื้น โดยโซ่จะมีความหนักเพิ่มขึ้นในช่วงปลายการเคลื่อนไหวเพราะโซ่แต่ละข้อถูกยกลอยขึ้นมาจากพื้น สิ่งหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในการฝึกความเร็วสูงด้วยโซ่ คือโซ่จะเกิด

การลอยขึ้นจากพื้นต่อเนื่องจากธรรมชาติของโมเมนตัม (Momentum) ของน้ำหนักโซ่ การเปลี่ยนโซ่เป็นยางยืดจึงอาจเหมาะสมกว่าหากการฝึกด้วยความเร็วสูง (Rhea et al., 2009)

มีการค้นพบว่าในการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืด กับฟรีเวทในท่าสควอท (Squat) ซึ่งมีลักษณะของเส้นโค้งความเร็ว กับเวลาคล้ายกับท่าฝึกคลีนพูล (Hori et al., 2009) สามารถเพิ่มคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในจังหวะสองของคอนเซ็นตริก (Second concentric) ได้เหนือกว่าการฝึกด้วยฟรีเวทที่ความหนักเท่ากัน (Israetel et al., 2010) ดังปรากฏในรูปภาพที่ 18

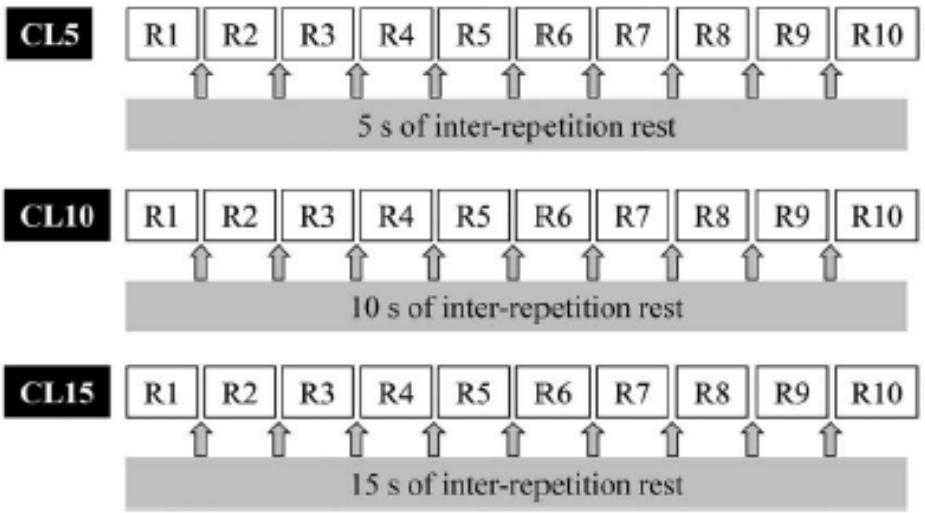


รูปภาพที่ 18 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืด กับฟรีเวทในท่าสควอท (Israetel et al., 2010)

จึงมีความเป็นไปได้ที่การใช้แรงต้านแบบผสมผสานยางยืด กับฟรีเวทจะเพิ่มความสามารถคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของจังหวะสองของท่าคลีนพูลได้เช่นกัน งานวิจัยของ Paditsaeree et al. (2016) ได้เปรียบเทียบการใช้แรงต้านแบบผสมผสานยางยืดในท่าคลีนพูลด้วยแรงต้านจากยางยืด 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์จากความหนักท่าคลีนพูล 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่ากลุ่มที่ใช้สัดส่วนยางยืด ต่อฟรีเวท 10 ต่อ 90 มีผลของพลัง แรง และความเร็วเหนือกว่าทุกกลุ่มทดลอง ทั้งนี้การจะฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดจำเป็นที่จะต้องรู้ความหนักสูงสุดเพื่อที่จะหาน้ำหนักของฟรีเวท และแรงต้านของยางยืดที่จะมาผูกกับคานยกน้ำหนัก

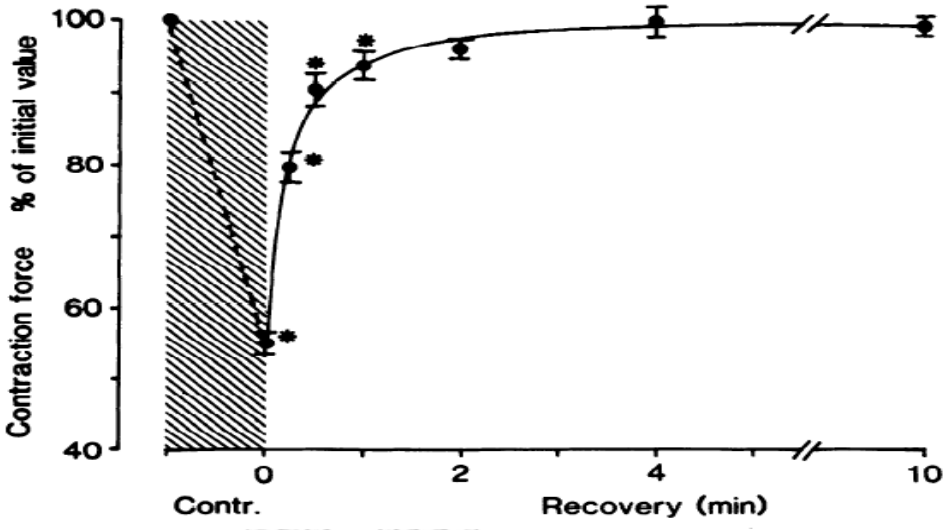
การฝึกแบบคลัสเตอร์เซต

เป็นสิ่งที่ทราบกันดีว่าการพักเป็นวิธีลดความเมื่อยล้าที่ดีที่สุด โดยความล้านั้นสามารถเกิดได้ที่ระบบประสาทส่วนกลาง (Central fatigue) หรือเกิดที่ระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral fatigue) ในการแข่งขันกีฬายกน้ำหนัก หากนักกีฬาคนใดต้องยกติดต่อกันโดยไม่มีนักกีฬาคนอื่นคั่นระหว่างกลาง กติกาจะเพิ่มเวลาพักจาก 1 นาที เป็น 2 นาที (Ján, 2020) เหตุผลที่ต้องพัก 2 นาที สืบเนื่องจากมีการค้นพบว่าร่างกายมนุษย์ใช้เวลาเติมแรงกลับคืนสู่กล้ามเนื้อจนเต็มที่เวลาประมาณ 2 นาที (Sahlin & Ren, 1989) แต่ในสถานการณ์การฝึกซ้อมจริง การพัก 2 นาทีทุกครั้งที่ยกอาจจะทำให้เวลาฝึกยาวนานเกินไป ถ้าฝึกซ้อมด้วยมาตรฐานของนักกีฬายุวชนระดับแข่งขันที่มีการซ้อมเกิน 100 ครั้งต่อวัน (Takano, 2012) อาจทำให้เวลาฝึกยาวนานถึง 4 ชั่วโมง จึงมีการคิดค้นรูปแบบการฝึกที่นำเซตการฝึกมาย่อยเป็นกลุ่ม (Cluster) ของจำนวนครั้ง (Repetition) แล้วเพิ่มเวลาพักสั้นๆ 15-45 วินาทีคั่นระหว่างกลาง เพื่อใช้ประโยชน์จากการเติมพลังระยะสั้นอย่างรวดของร่างกายผ่านระบบเติมกลับพลังงานพีซีอาร์ (PCr-resynthesis) ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึก โดย Haff et al. (2008) ได้ นิยามการวิธีการฝึกดังกล่าวว่า “วิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซต”



รูปภาพที่ 19 การฝึกคลัสเตอร์เซตแบบพัก 5 10 และ 15 วินาที

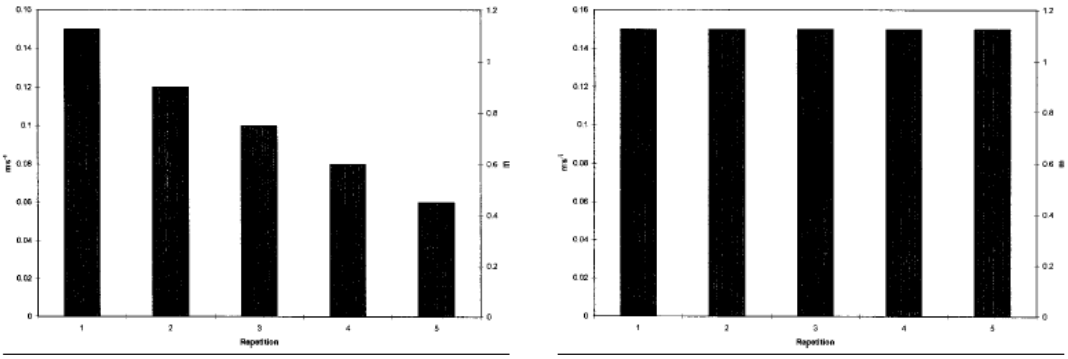
(García-Ramos et al., 2020)



รูปภาพที่ 20 ระบบเติมกลับพลังงานแบบพีซีอาร์

(Sahlin & Ren, 1989)

Haff et al. (2003) ได้เสนอแผนภูมิแนวคิดเชิงทฤษฎีของการฝึกคลัสเตอร์เซตในอุดมคติว่าจะเกิดการเติมกลับของพลังแบบสมบูรณ์จะส่งผลให้ระดับความสามารถไม่เกิดลดลงในการฝึกต่อเนื่องหลายครั้งเหมือนกับการฝึกแบบประเพณีนิยม ดังปรากฏในรูปภาพที่ 21

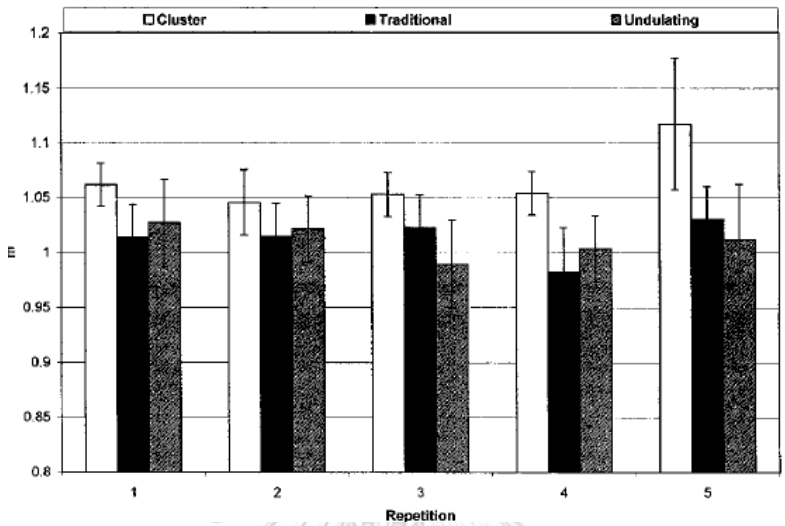


รูปภาพที่ 21 แผนภูมิแนวคิดเชิงทฤษฎีของการฝึกประเพณีนิยม (ซ้าย) และคลัสเตอร์เซต (ขวา)

(Haff et al., 2003)

ผลการวิจัยของ Haff et al. (2003) ไม่สอดคล้อง และแสดงผลลัพท์ที่เหนือกว่าแผนภูมิแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ตั้งไว้ โดยเมื่อฝึกคลัสเตอร์เซตในท่าคลีนพูลที่ความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ของท่าพาวเวอร์คลีน

จำนวน 5 ครั้ง ในการฝึกครั้งที่ 5 พบการเพิ่มของการกระจัดของคานยกน้ำหนัก (Barbell displacement) ดังปรากฏในรูปภาพที่ 22



รูปภาพที่ 22 การเพิ่มของการกระจัดของคานยกน้ำหนักในการฝึกครั้งที่ 5

(แผนภูมิแท่งสีขาว ลำดับที่5) (Haff et al., 2003)

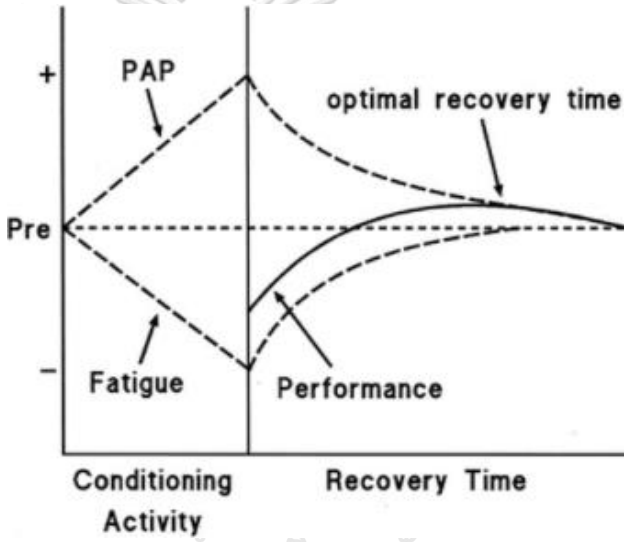
โดย Haff et al. (2003) ไม่ได้อภิปรายผลในด้านการเพิ่มขึ้นของการกระจัดของคานยกน้ำหนักในการฝึกครั้งที่ 5 เนื่องจากอยู่นอกเหนือขอบเขตงานวิจัย ผู้วิจัยจึงสันนิษฐานว่าการฝึกคลัสเตอร์เซตไม่ได้มีเฉพาะกลไกการเติมกลับพลังเพียงกลไกเดียว แต่มีกลไกในการเพิ่มสมรรถภาพร่วมด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Iacono et al. (2019) และ (Iacono et al., 2019; Nickerson et al., 2018) ที่พบว่าการฝึกคลัสเตอร์เซตสามารถใช้เพิ่มสมรรถภาพได้ดี

ปัจจุบันการฝึกด้วยวิธีการปรับตัวระยะยาวจากการฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตยังไม่มีผลที่ชัดเจน Latella et al. (2019) และยังคงต้องการการพัฒนารูปแบบวิธีการฝึกให้มีระดับการกระตุ้นที่สูงขึ้น การค้นหากลไกที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มสมรรถภาพ และการนำวิธีการฝึกอื่นๆ มาฝึกร่วมกับวิธีการฝึกคลัสเตอร์เซตอาจเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนารูปแบบการฝึกที่มีผลการปรับตัวระยะยาวเหนือกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การนำวิธีฝึก 2 วิธีมาฝึกร่วมกัน และกลไกที่เกี่ยวข้องจากการฝึกร่วมกัน

หลักการนำวิธีฝึกหลายวิธีมาฝึกร่วมกัน สิ่งแรกที่จำเป็นต้องคำนึงถึงคือ ทั้ง 2 วิธีไม่ควรมีกลไกที่ขัดแย้งกัน อันจะก่อให้เกิดการหักลบ แล้วเกิดผลลัพธ์เท่าเดิมหรือแย่ลง เช่น การฝึกความทนทานพร้อมกับความแข็งแรง ผลจากวิธีฝึกทั้ง 2 อาจหักล้างกัน และไม่เกิดการพัฒนา หรือเกิดการพัฒนาแต่ล่าช้ากว่าที่ควร ในทางกลับกันหากนำการฝึกที่มีกลไกสนับสนุนกันมาฝึกร่วมกัน เช่น วิธีฝึกแบบซับซ้อน (Complex training) กลไกทั้ง 2 จะช่วยเสริมแรงกัน ส่งผลให้เกิดการเพิ่มสมรรถภาพทางกายสอดคล้องกับกลไกความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพหลังการกระตุ้นกับการพักของ Sale (2002) ดังปรากฏในรูปภาพที่ 23



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพหลังการกระตุ้นกับการพัก (Sale, 2002)

จากกลไกข้างต้น เวลาพักที่วิธีฝึกทั้ง 2 หักล้างกันแล้วเกิดความสามารถเพิ่มขึ้นมากที่สุด (Optimal recovery time) ยังไม่สามารถสรุปได้ชันเจน เนื่องจากกลไกด้านเวลาของการเพิ่มสมรรถภาพหลังการกระตุ้นนั้นมีปัจจัยแทรกซ้อนหลายด้าน และยากต่อการตรวจวัด (Blazevich & Babault, 2019) เมื่อเปรียบเทียบกับกลไกของเวลาพักต่อสมรรถภาพนั้นมีความชัดเจน และมีหลักฐานการค้นพบมากกว่า (Güllich & Schmidtbleicher, 1996; Sahlin & Ren, 1989) โดยข้อมูลจากงานวิจัยข้างต้นระบุว่าควรพักขั้นต่ำ 15-22 วินาที (Sahlin & Ren, 1989) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทดลองเปรียบเทียบระยะเวลาพักตั้งแต่ 15-22 วินาทีเป็นต้นไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sahlin and Ren (1989) ได้ทดลองหาเวลาในการเรียกคืนพลังในการหดตัวสูงสุดในท่าเหยียดเข่าที่มุม 90 องศา (90° isometric knee extension) พบว่าหลังจากออกแรงในท่า Isometric knee extension จนความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximum voluntary contraction) ลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อจะสร้างแรงกลับคืนมาในลักษณะเอ็กซ์โพเน็นเชียล (Exponential) อย่างรวดเร็วภายใน 15 วินาที โดยพลังในการหดตัวจะกลับมาที่ประมาณ (79.7 ± 2.3 เปอร์เซ็นต์) และหลังจากนั้นความเร็วในการสร้างแรงกลับคืนใช้เวลาประมาณ 2 นาทีจึงจะกลับมาที่เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ และผลของการเจาะตรวจตัวอย่างกล้ามเนื้อต้นขา (Muscle biopsy) ที่ 2 และ 4 นาทีหลังจากฝึก พบว่ายังคงมีแลคเตทตกค้างอยู่ในกล้ามเนื้อ 74 เปอร์เซ็นต์ และ 43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ งานวิจัยชิ้นนี้เป็นแนวทางว่าการกำหนดเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งขั้นต่ำที่ 15 วินาที

Hardee et al. (2012) ได้ทดลองฝึกในกลุ่มนักยกน้ำหนักระดับนันทนาการที่มีประสบการณ์ฝึกซ้อมยกน้ำหนักอย่างน้อย 4 ปี มีสถิติในท่าคลีนเฉลี่ย 1.39 เท่าของน้ำหนักตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ 1.กลุ่มประเพณีนิยม 2.กลุ่มคลัสเตอร์เซตพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 วินาที 3. กลุ่มคลัสเตอร์เซตพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาทีในท่าพาวเวอร์คลีน ด้วยความหนัก 80 เปอร์เซ็นต์ ฝึกจำนวน 6 ครั้ง 3 เซต จากนั้นทำการเปรียบเทียบการฝึกในครั้งที่ 1 กับ 6 พบว่าการฝึกประเพณีนิยมมีพลังสูงสุดลดลง 14.94 เปอร์เซ็นต์ แรงสูงสุดลดลง 7.15 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วบาร์เบลสูงสุดลดลง 9.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกคลัสเตอร์เซตพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 วินาที พบว่ามี พลังสูงสุดลดลง 5.76 เปอร์เซ็นต์ แรงสูงสุดลดลง 2.88 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วบาร์เบลสูงสุดลดลง 3.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในกลุ่มฝึกคลัสเตอร์เซตพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาทีพบว่ามี พลังสูงสุดลดลง 3.3 เปอร์เซ็นต์ แรงสูงสุดเพิ่มขึ้น 1.4 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วบาร์เบลสูงสุดลดลง 1.7 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าระยะเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 วินาทีมีจุดเด่นด้านการรักษาระดับพลัง กับความเร็วของบาร์เบลสูงสุดในการฝึกครั้งท้ายๆ และเมื่อเพิ่มเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งนานขึ้นเป็น 40 วินาทีก็จะส่งผลให้สามารถฝึกได้หนักเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าการฝึกคลัสเตอร์เซตควรใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งขั้นต่ำประมาณ 15-20 วินาที และ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งที่นานขึ้นถึง 40 วินาทีก็ให้ผลการฟื้นฟูพลังที่ดีขึ้นเล็กน้อยด้วยเช่นกัน

Haff et al. (2003) ได้ทำการทดลองในกลุ่มนักกรีฑา และนักยกน้ำหนักที่มีการฝึกท่าคลีนพูลในโปรแกรมฝึกจำนวน 12 คน โดยผู้เข้าร่วมวิจัยมีอายุเฉลี่ย 23.4 ปี สถิติท่าเพาเวอร์คลีนเฉลี่ย 119 กิโลกรัม น้ำหนักตัวเฉลี่ย 89.9 กิโลกรัม พบว่าการทำท่าคลีนพูลด้วยความหนัก 120 เปอร์เซ็นต์ของท่าคลีนสูงสุด 5 ครั้งด้วยวิธีประเพณีนิยมมีพลังสูงสุดเปลี่ยนแปลง (0, -7.3, -3,-12.8, -21.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีคลัสเตอร์เซตด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 30 วินาทีมีพลังสูงสุดเปลี่ยนแปลง (0 เปอร์เซ็นต์, -11.6 เปอร์เซ็นต์ ,-11.6 เปอร์เซ็นต์, -16.2 เปอร์เซ็นต์,-15.3 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นว่าการพัก 30 วินาทีช่วยเพิ่มพลังเฉลี่ยสูงสุดในการฝึกครั้งท้ายๆได้ดี ผู้วิจัยได้กล่าวว่าการฝึกรูปแบบคลัสเตอร์เซตเหมาะกับนักยกน้ำหนัก เพราะจะช่วยทำให้สามารถฝึกท่าคลีนพูล และไฮพูลได้ในปริมาณที่มากกว่า ขณะเดียวกันก็ยังสามารถรักษาระดับของความเร็ว และการกระจัดแนวดิ่งของบาร์เบลได้เป็นอย่างดี งานวิจัยชิ้นนี้ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตในท่าคลีนพูลสามารถลดความคลาดเคลื่อนของกราฟเส้นโค้งแรง และความเร็วได้ดีกว่าวิธีฝึกแบบประเพณีนิยม

Hansen et al. (2011) ได้ทำการทดลองในนักกีฬารักบี้ระดับสูง ได้ทำการฝึกด้วยโปรแกรมคลัสเตอร์เซตที่มีระยะเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งตั้งแต่ 10-30 วินาที ด้วยท่าฝึกฟร้อนท์สควอท (Front squat),คลีนพูล , แบ็กสควอท, บ็อกซ์สควอท (Box squat) ,พาววเวอร์คลีน และ จัมป์สควอท (Jump squat) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ จากนั้นทำการทดสอบด้วยการกระโดดในท่าสควอทตัวเปล่า และแบกน้ำหนัก 20, 40, และ 60 กิโลกรัม ผลการทดสอบความแตกต่างก่อน และหลังการฝึกพบว่ากลุ่มฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตมีพลังกล้ามเนื้อกระโดดตัวเปล่าเพิ่มขึ้น 7.5 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มฝึกด้วยประเพณีนิยม 1.0 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของความเร็วกล้ามเนื้อเมื่อแบกน้ำหนัก 40 กิโลกรัมกระโดด กลุ่มฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตมีความเร็วเพิ่มขึ้น 4 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มฝึกด้วยประเพณีนิยมเพิ่มขึ้น 0 เปอร์เซ็นต์ โดยการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด ยังไม่มากพอที่จะเกิดนัยสำคัญทางสถิติ งานวิจัยชิ้นนี้ได้แสดงให้เห็นว่าการนำการฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตมาใช้ในนักกีฬาระดับสูงเพียงวิธีเดียวยังไม่เพียงพอต่อการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Oliver et al. (2015) ทำการวิจัยทั้งในกลุ่มผู้มีประสบการฝึกด้วยน้ำหนัก และกลุ่มไม่มีประสบการณ์ฝึกด้วยน้ำหนักในท่า Back squat ด้วยความหนัก 70 เปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุด กลุ่มฝึกด้วยวิธีประเพณีนิยม ฝึก 10 ครั้งติดต่อกันต่อ 1 เซต กลุ่มฝึกด้วยวิธีวิธีคลัสเตอร์ซ็ท ฝึก 2 ครั้งติดต่อกัน คั่นด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 30 วินาที จำนวน 5 รอบ ต่อ 1 เซต ผลพบว่าการฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตสามารถเพิ่ม พลัง ความเร็ว และแรงสูงสุดโดยรวมได้มากกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในกลุ่มฝึกด้วยวิธีประเพณีนิยมพบว่ามีเวลาที่อยู่กับแรงต้าน (Time under tension) ที่มากกว่ากลุ่มคลัสเตอร์เซต งานวิจัยชิ้นนี้ได้แสดงถึงกลไกของการฝึกคลัสเตอร์เซตที่กระตุ้นการทำงานของร่างกายทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics stimuli) และการทำงานของการฝึกแบบประเพณีนิยมที่กระตุ้นการทำงานของร่างกายทางระบบเผาผลาญ (Metabolic stimuli)

งานวิจัยของ Boullosa et al. (2013) ทดลองในกลุ่มชายที่มีประสบการณ์ฝึกด้วยแรงต้าน ทดลองทำการฝึกฮาล์ฟสควอท (Half squat) ความหนัก 5 RM จำนวน 5 ครั้ง โดยแบ่งเป็นรูปแบบที่ 1 ฝึกแบบประเพณีนิยม และรูปแบบที่ 2 ฝึกแบบคลัสเตอร์เซตด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 30 วินาที จากนั้นหลังการฝึกให้ทำการกระโดดต้านการเคลื่อนไหว (Countermovement jump) โดยเว้นระยะเวลา 1, 3, 6, 9 และ 12 นาทีตามลำดับ พบว่าในกลุ่มฝึกกระตุ้นด้วยวิธีคลัสเตอร์เซต เมื่อเว้นช่วง 1 นาทีขึ้นไปมีพลังการกระโดดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มประเพณีนิยม อย่างไรก็ตามหลังจากนาทีที่ 9 ไม่พบความแตกต่างในการเพิ่มพลังกระโดด ผู้วิจัยให้ความเห็นว่าการกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของพลังเกิดจากกลไกเพิ่มสมรรถภาพหลังการกระตุ้น โดยการฝึกคลัสเตอร์เซตมีความเมื่อยล้าที่ต่ำกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม ส่งผลให้เกิดของเสียจากระบบการเผาผลาญที่น้อยกว่า และเกิดการยับยั้งกลไกเพิ่มสมรรถภาพหลังการกระตุ้น ที่ต่ำกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม งานวิจัยชิ้นนี้ได้แสดงให้เห็นว่ากลไกของวิธีการฝึกคลัสเตอร์เซตด้านการกระตุ้นการทำงานทางระบบประสาทที่ช่วยให้เกิดการเพิ่มของพลังที่มากกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม

Berning et al. (2008) ได้ทดลองติดตั้งโซ่เข้าที่ปลายสองข้างของบาร์เบลในการฝึกท่าคลีน โดยทำการทดลองในกลุ่มนักกีฬายกน้ำหนักระดับแข่งขันเพศชาย 3 คน และเพศหญิงจำนวน 4 คน โดยทั้ง 7 คนมีอายุเฉลี่ย 31 ปี ทำการฝึกเปรียบเทียบระหว่างการฝึกโดยใช้น้ำหนักโซ่ 5 เปอร์เซ็นต์ ฝึกในท่าคลีนด้วยความหนัก 80 และ 85 เปอร์เซ็นต์ของสถิติคลีนสูงสุดของนักกีฬาแต่ละคน (น้ำหนักโซ่ 5 เปอร์เซ็นต์ + น้ำหนักบาร์เบล 75 เปอร์เซ็นต์ และหนักโซ่ 5 เปอร์เซ็นต์ + น้ำหนักบาร์เบล 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากกล้องวิดีโอ และแผ่นวัดแรง พบว่าไม่มีความแตกต่างของตัวทุกตัวแปร ได้แก่ การกระจัด ความเร็ว แรงปฏิกิริยาจากพื้น และอัตราการสร้างแรง (Rate of force development) ผู้วิจัยจึงลงความเห็นว่าการเพิ่มโซ่เข้าไปในการฝึกท่าคลีนในกีฬายกน้ำหนักนั้น ไม่มีความคุ้มค่า เพราะสิ้นเปลืองเวลา มีความยุ่งยากที่มากกว่าการเพิ่มแผ่นน้ำหนักเข้าไปโดยตรง และผลลัพธ์ที่ได้ไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยด้านการใช้แรงต้านแบบผสมผสานฟรีเวท กับยางยืดในการฝึกพลังกล้ามเนื้อมีการค้นพบว่าสามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อได้ดี เช่น งานวิจัยของ Wallace et al. (2006) ได้ทดลองหาผลกระทบของการใช้แรงต้านแบบผสมผสานฟรีเวทกับยางยืดยางยืดต่อแรงสูงสุด พลังสูงสุด และอัตราการสร้างพลัง (Rate of force development) โดยทดลองในกลุ่มออกกำลังกายระดับนันทนาการผู้หญิง 4 คน ผู้ชาย 6 คน ฝึกท่าแบ็คสควอท (Back squat) ด้วยความหนัก 60 และ 85 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด ทำการทดลองในน้ำหนักฟรีเวทอย่างเดียว และแรงต้านแบบผสมผสานในสัดส่วนฟรีเวทต่อยางยืด 80 ต่อ 20 เปอร์เซ็นต์ และ 65 ต่อ 35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าในภาวะที่ใช้แรงต้านแบบผสมผสานฟรีเวทกับยางยืดทั้งสองรูปแบบมีแรง และพลังมากกว่าภาวะที่ใช้แรงต้านจากน้ำหนักฟรีเวทอย่างเดียวที่น้ำหนักเท่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 รูปแบบพบว่ารูปแบบสัดส่วนฟรีเวทต่อยางยืด 80 ต่อ 20 เปอร์เซ็นต์มีพลังกล้ามเนื้อสูงสุดมากกว่ารูปแบบสัดส่วนฟรีเวทต่อยางยืด 65 ต่อ 35 เปอร์เซ็นต์เล็กน้อย โดยผู้วิจัยสันนิษฐานว่าการที่ผสมสัดส่วนฟรีเวทกับยางยืดแล้วมีการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อมากกว่าการฝึกด้วยฟรีเวทอย่างเดียวเกิดอัตราการเพิ่มขึ้นองแรงต้าน และความเร็วของบาร์เบลที่ติดยางยืดเชื่อมโยงกันกับความสัมพันธ์แรงกับความเร็วเฉพาะตัวของกล้ามเนื้อมัดที่ทำการฝึก

งานวิจัยของ Anderson et al. (2008) ได้แบ่งกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านผสมผสานยางยืด เป็นกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับการกลุ่มฝึกด้วยฟรีเวทเป็นกลุ่มควบคุมในท่าแบ็คสควอท (Back squat) และท่าเบนช์เพรส ที่ความหนัก 72 ถึง 98 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 2 ถึง 10 ครั้ง ด้วยปริมาณการฝึก 3 ถึง 6 เซต เป็นเวลา 7 สัปดาห์ในกลุ่มชาย และหญิงผู้มีประสบการณ์ออกกำลังกาย 44 คน โดยใช้สัดส่วนความหนักฟรีเวทที่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของกลุ่มฝึกด้วยฟรีเวทอย่างเดียว และแรงต้านจากยางยืด 20 เปอร์เซ็นต์ หลังการฝึกพบว่าความแข็งแรงในท่าแบ็คสควอท ความแข็งแรงในท่าเบนช์เพรส และพลังกล้ามเนื้อเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง มีมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมี

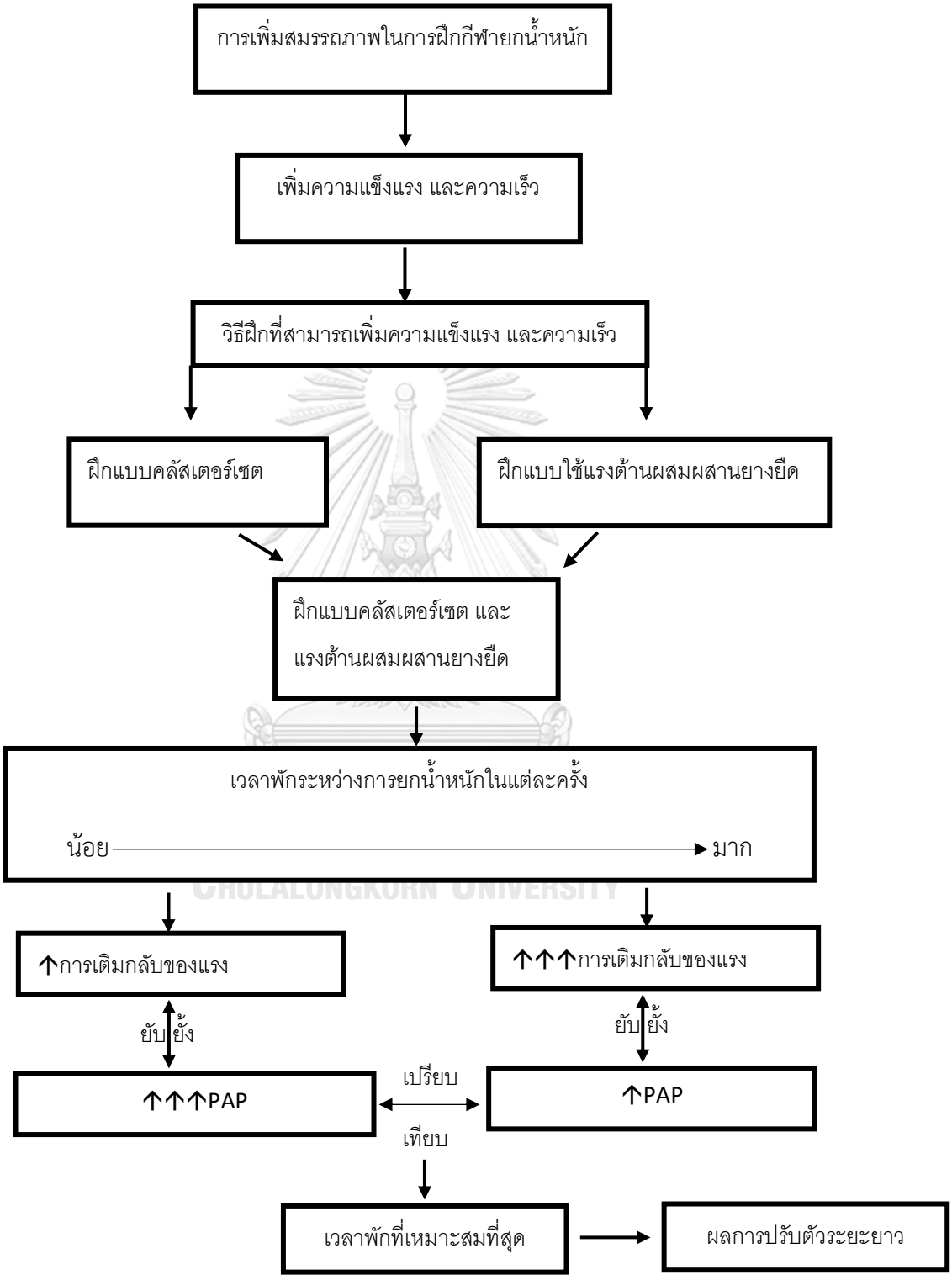
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยได้สรุปว่าการใช้แรงต้านผสมผสานฟรีเวท กับยางยืดเป็นวิธีที่ประหยัด ง่าย และได้ผลดีในการฝึกความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ

งานวิจัยของ (Ghigiarelli et al., 2009) ได้เปรียบเทียบวิธีการฝึกด้วยยางยืดแรงต้านสูง กับการใช้น้ำหนักโซ่ประมาณ 85-90 ปอนด์ ในกลุ่มนักฟุตบอล 36 คน ด้วยโปรแกรมฝึกความแข็งแรงทั่วร่างหนัก (Total body strength training) กำหนดความหนักด้วยจำนวนครั้งที่ทำได้ประมาณ 2-6 ครั้ง (2-6 RM) จำนวน 5-6 เซต ความถี่ 4 วันต่อสัปดาห์ โดยแบ่งผู้เข้าร่วมวิจัยเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านจากยางยืด กลุ่มฝึกด้วยน้ำหนักโซ่ และกลุ่มประเพณีนิยม เมื่อทำการทดสอบพลังสูงสุดด้วยท่าเบนช์เพรสแบบเร็วด้วยด้วยความหนักที่ทำได้ 5 ครั้ง (5RM Speed bench press peak power test) ไม่มีความแตกต่างในทุกกลุ่มการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในระยะเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งที่แตกต่างกัน เมื่อฝึกท่าคลีนพูลด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีฝึกคลัสเตอร์เซต ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนในการวิจัยออกเป็นสองขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในระยะเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งที่แตกต่างกัน เมื่อฝึกท่าคลีนพูลด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีฝึกคลัสเตอร์เซต และหาความเที่ยงของวิธีการทดสอบความหนักสูงสุดท่าคลีนพูล

ประชากร (ขั้นตอนที่ 1)

นักกีฬายกน้ำหนักยุวชนหญิง

กลุ่มตัวอย่าง (ขั้นตอนที่ 1)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬายกน้ำหนักเพศหญิง ระดับยุวชน โดยกำหนดเกณฑ์อายุตั้งแต่ 13-17 ปี ของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 9 คน คำนวณกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power เวอร์ชั่น 3.1.9.4 เลือก F test : ANOVA Repeated measure กำหนดค่าอิทธิพล (Effects size) = 0.5 ค่าอำนาจการทดสอบ (Power) = 0.8 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเก็บรวบรวมข้อมูล (ขั้นตอนที่ 1)

1. ผู้วิจัยติดต่อขอใช้ห้องทดลองทางวิทยาศาสร์การกีฬา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
2. ผู้วิจัยติดตั้งแผ่นรับแรง และเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้นในห้องปฏิบัติการ

3. ผู้วิจัยต่อเชื่อมแผ่นรับแรง และเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้น เข้ากับซอฟท์แวร์ Ballistic measurement system (BMS) และเทียบค่ามาตรฐาน (Calibration) ของแผ่นรับแรง และเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้น

4. ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ และขั้นตอนของการทำวิจัยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทราบอย่างละเอียด

5. เกณฑ์คัดเข้า (Inclusion criteria)

5.1 เพศหญิง อายุตั้งแต่ 13-17 ปี

5.2 เคยเข้าร่วมการแข่งขันระดับในประเทศมากกว่า 2 ครั้ง

5.3 ไม่เคยฝึกด้วยวิธีใช้ฟรีเวทผสมยางยืด หรือวิธีคลัสเตอร์เซ็ทมาก่อน

5.4 ไม่มีโรคประจำตัว

5.5 สมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

5.6 ได้รับการยินยอมจากผู้ปกครอง

6. เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria)

6.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัยทดสอบท่าคลีนพูลสูงสุดได้น้อยกว่า 1.2 เท่าของน้ำหนักตัว

6.2 ผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

6.3 เกิดเหตุสุดวิสัยกับผู้เข้าร่วมการวิจัยจนทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น (ผู้วิจัยรับผิดชอบโดยนำส่งโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด จนผู้เข้าร่วมการวิจัย หายเป็นปกติ)

7. ผู้วิจัยวัดส่วนสูงของตำแหน่งคัท-ออฟของท่าคลีนพูล (Clean pull cut-off position) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนเขย่งเท้า และยักไหล่ ขณะถือคานยกน้ำหนักแบบจับแคบ (Clean grip) (Everett, 2012) โดยคานยกน้ำหนักได้ติดตั้งเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้นที่ส่วนปลาย จดบันทึกค่าไว้ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดท่าคลีนพูล

Chulalongkorn University

8. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย อบอุ่นร่างกาย ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Warm up) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มไล่ระดับน้ำหนักในการฝึกท่าคลีนพูลด้วยวิธีการให้ผู้ฝึกเลือกน้ำหนักฝึกตามความต้องการของผู้ฝึกเอง (Self-selected weight increment) จนกระทั่งเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) โดยรายละเอียดขั้นตอน และวิธีการสำหรับยืดเหยียดกล้ามเนื้อระบุไว้ในภาคผนวก ฉ และ ภาคผนวก ซ

9. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทดสอบความแข็งแรงสูงสุดท่าคลีนพูลด้วยน้ำหนักฟรีเวท เพื่อคำนวณน้ำหนัก และแรงต้านยางยืดโดยกำหนดเกณฑ์คือ ให้ผู้ช่วยเพิ่มน้ำหนักทดสอบจากน้ำหนักท่าคลีนพูลสูงสุด ครั้งละ 5 เปอร์เซ็นต์ จนไม่สามารถดึงบาร์เบลได้สูงกว่าตำแหน่งคัท-ออฟ โดยให้พักระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง 3 นาที หลังเสร็จสิ้นการทดสอบจะนัดหมายผู้เข้าร่วมวิจัยมาทดสอบวันที่ 1 ในอีก 48 ชั่วโมง

10. คัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยเข้าทำการทดสอบด้วยรูปแบบ จัตุรัสละติน 3 X 9 ดังปรากฏในตารางที่ 1 ด้วยการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีจับฉลาก เพื่อกำหนดวันที่นัดหมายเข้ารับการวิจัยทั้ง 3 รูปแบบ รูปแบบละ 1 วัน รวมเป็นเวลา 3 วัน โดยแต่ละวันจะมีระยะห่างอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ดังปรากฏในตารางที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้เข้าร่วมวิจัย	รูปแบบที่ 1 (พักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 วินาที)	รูปแบบที่ 2 (พักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 30 วินาที)	รูปแบบที่ 3 (พักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาที)
คนที่ 1	ทดสอบวันที่ 1	ทดสอบวันที่ 2	ทดสอบวันที่ 3
คนที่ 2	ทดสอบวันที่ 2	ทดสอบวันที่ 3	ทดสอบวันที่ 1
คนที่ 3	ทดสอบวันที่ 3	ทดสอบวันที่ 1	ทดสอบวันที่ 2
คนที่ 4	ทดสอบวันที่ 1	ทดสอบวันที่ 2	ทดสอบวันที่ 3
คนที่ 5	ทดสอบวันที่ 2	ทดสอบวันที่ 3	ทดสอบวันที่ 1
คนที่ 6	ทดสอบวันที่ 3	ทดสอบวันที่ 1	ทดสอบวันที่ 2
คนที่ 7	ทดสอบวันที่ 1	ทดสอบวันที่ 2	ทดสอบวันที่ 3
คนที่ 8	ทดสอบวันที่ 2	ทดสอบวันที่ 3	ทดสอบวันที่ 1
คนที่ 9	ทดสอบวันที่ 3	ทดสอบวันที่ 1	ทดสอบวันที่ 2

ตารางที่ 1 รูปแบบจัตุรัสละติน 3 X 9 (Latin Square 3 X 9)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

11. หลังจากอบอุ่นร่างกาย และเตรียมพร้อมในการทดสอบตามวิธีที่แสดงในข้อที่ 8 ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มการทดสอบรูปแบบที่ 1 ฝึกแบบคลัสเตอร์เซ็ทแบบพัก 20 วินาทีในท่าคลีนพูลด้วยน้ำหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุดจำนวน 6 ครั้ง 3 เซต ยางยืดจะถูกยึดไว้กับปลายของบาร์เบลล์ทั้ง 2 ข้าง โดยจะคำนวนให้แรงต้านของยางยืดเกิดขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ตำแหน่งสูงสุดของท่าคลีนพูลของแต่ละบุคคล การปรับแรงต้านของยางยืดทำโดยนำคานยกน้ำหนักไปแขวนบนแม่แรงที่วางอยู่บนแผ่นรับแรง (Force plate) จากนั้นปรับส่วนสูงแม่แรงให้เท่ากับตำแหน่งคัท-ออฟของแต่ละบุคคล อ่านค่าน้ำหนักจากซอฟท์แวร์ Ballistic measurement system แล้วปรับแรงตึงของยางยืดจนกว่าน้ำหนักรวมจะเท่ากับที่คำนวณไว้ บวกกับน้ำหนักจากแม่แรง (ภาคผนวก จ.)

12. หลังจากอบอุ่นร่างกาย และเตรียมพร้อมในการทดสอบตามวิธีที่แสดงในข้อที่ 8 ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มการทดสอบรูปแบบที่ 2 ฝึกแบบคลัสเตอร์เซ็ทแบบพัก 20 วินาทีในท่าคลีนพูลด้วยน้ำหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุดจำนวน 6 ครั้ง 3 เซต ยางยืดจะถูกยึดไว้กับปลายของบาร์เบลล์ทั้ง 2 ข้าง โดยจะคำนวนให้แรงต้านของยางยืดเกิดขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ตำแหน่งสูงสุดของท่าคลีนพูลของแต่ละบุคคลด้วยการใช้แม่แรงยกบาร์เบลขึ้นไปที่ตำแหน่งคัทออฟ

13. หลังจากอบอุ่นร่างกาย และเตรียมพร้อมในการทดสอบตามวิธีที่แสดงในข้อที่ 8 ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มการทดสอบรูปแบบที่ 3 ฝึกแบบคลัสเตอร์เซ็ทแบบพัก 30 วินาทีในท่าคลีนพูลด้วยน้ำหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุดจำนวน 6 ครั้ง 3 เซต ยางยืดจะถูกยึดไว้กับปลายของบาร์เบลล์ทั้ง 2 ข้าง โดยจะคำนวนให้แรงต้านของยางยืดเกิดขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ตำแหน่งสูงสุดของท่าคลีนพูลของแต่ละบุคคล

14. หลังจากอบอุ่นร่างกาย และเตรียมพร้อมในการทดสอบตามวิธีที่แสดงในข้อที่ 8 ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มการทดสอบรูปแบบที่ 3 ฝึกแบบคลัสเตอร์เซ็ทแบบพัก 40 วินาทีในท่าคลีนพูลด้วยน้ำหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุดจำนวน 6 ครั้ง 3 เซต ยางยืดจะถูกยึดไว้กับปลายของบาร์เบลล์ทั้ง 2 ข้าง โดยจะคำนวนให้แรงต้านของยางยืดเกิดขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ตำแหน่งสูงสุดของท่าคลีนพูลของแต่ละบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

15. สิ้นสุดการเก็บข้อมูล บันทึกผลของ แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด พลังสูงสุด และอัตราการสร้างแรงสูงสุด ของการฝึกแต่ละครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ขั้นตอนที่ 1)

ข้อมูลทางสถิติคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ไอบีเอ็ม เอสพีเอสเอส เวอร์ชั่น 26.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) เพื่อเปรียบเทียบค่าสถิติดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ด้านคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง คือ น้ำหนักตัว และสถิติท่าคลีนพูลสูงสุด

2. ทดสอบความเที่ยงของวิธีการทดสอบความหนักสูงสุดท่าคลีนพูลด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The intraclass correlation coefficient, ICC) ระหว่างตัวแปรความหนักสูงสุดท่าคลีนพูล กับ 120 เปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุดท่าพาวเวอร์คลีน (120% 1RM Power clean) โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P<0.05$) (ภาคผนวก ฌ)

3. เปรียบเทียบรูปแบบของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดต่อเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งทั้ง 3 รูปแบบเวลาพัก (20 30 และ 40 วินาที) ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA repeated measurement) ในตัวแปรดังนี้

3.1 พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดเฉลี่ยของการฝึกครั้งที่ 1-6

3.2 เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดจากการฝึกครั้งก่อนหน้าเฉลี่ยจากครั้งที่ 2-6

เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างคำนวณจาก

$$\%\,Re_{n} = \frac{\left[P_{n} - P_{n-1}\right]}{P_{n-1}} \times 100$$

เมื่อ $\%\boldsymbol{Re_n}$ หมายถึงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าที่วัดได้ในการยกน้ำหนักครั้งที่ n และ P_n หมายถึงค่าที่วัดได้จากการยกน้ำหนักครั้งที่ n

3.3 เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดจากการฝึกครั้งแรกเฉลี่ยจากครั้งที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างคำนวณจาก

$$\%\ Re_1 = \frac{\left[P_n - P_1\right]}{P_1} \times 100$$

เมื่อ $\%Re_1$ หมายถึงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าที่วัดได้ในการยกน้ำหนัก โดย $\boldsymbol{P_1}$ คือแรง และพลังของการยกน้ำหนักครั้งแรก และ $\boldsymbol{P_n}$ คือค่าที่วัดได้จากการยกน้ำหนักครั้งที่ n

4. หากพบข้อแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (P<0.05) จะเข้าสู่กระบวนการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni) โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (P<0.05)

วิธีการดำเนินการวิจัย (ขั้นตอนที่ 2)

เพื่อศึกษา และเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืด กับคลัสเตอร์เซต ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนในการวิจัยออกเป็นสองขั้นตอนดังต่อไปนี้

ประชากร (ขั้นตอนที่ 2)

นักกีฬายกน้ำหนักยุวชน

กลุ่มตัวอย่าง (ขั้นตอนที่ 2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬายกน้ำหนักเพศชายและหญิง ระดับยุวชน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากนักกีฬายกน้ำหนักระดับยุวชนซึ่งมีเกณฑ์อายุตั้งแต่ 13-17 ปี ของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานครจำนวน 16 คน โดยการกำหนดค่าสถิติที่สำคัญได้แก่ อำนาจการทดสอบทางสถิติ (Power of Statistical Test) ซึ่งเป็นความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ เท่ากับ .90 ต้องการขนาดของผลที่คาดหวังจะเกิดขึ้น (Effect size) เท่ากับ .90 และกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ .05 โดยการคำนวณจากสูตรของ Cohen (1988) ดังนี้

$$n = \frac{n_{.05}}{400f^2} + 1$$

$n_{.05}$ คือขนาดกลุ่มตัวอย่างที่จำเป็นสำหรับค่าที่ได้กำหนดไว้คือ ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ (α) ระดับองศาอิสระของข้อมูล และ อำนาจการทดสอบทางสถิติที่ต้องการเมื่อ Effect size = .50 โดยเปิดดูได้จากตาราง เมื่อระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ .05 และระดับองศาอิสระของข้อมูล (Degree of freedom, u) = k-1 = 2-1 = 1 และดูค่าในแนวนอน ซึ่งเป็น Effect size = .50 และดูค่าในแนวตั้งซึ่งเป็น Power of Statistical Test = .90

ดังนั้น

$$n_{.05} = 2102$$

f คือ Effect size หรือขนาดของผลที่คาดหวังจะเกิดขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งไม่ปรากฏอยู่ในตารางมีค่าเท่ากับ = .90

ดังนั้น เมื่อแทนค่าเหล่านี้ในสูตรข้างต้นจะได้ค่าดังนี้

$$n = \frac{2102}{400(.09)^2} + 1 = \frac{2102}{324} + 1 = 6.49 + 1 = 7.49 \approx 8 \text{ คน}$$

ผลจากการคำนวณจึงทำการแบ่งกลุ่มเป็น 1. กลุ่มฝึกคลัสเตอร์เซตด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืด (กลุ่มทดลอง) จำนวน 8 คน และ 2. กลุ่มฝึกท่าคลีนพูลด้วยวิธีประเพณีนิยม (กลุ่มควบคุม) จำนวน 8 คน รวมเป็น 16 คน โดยกลุ่มตัวอย่างทุกคนต้องไม่เคยผ่านการทดลองในขั้นตอนที่ 1 มาก่อน และคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละด้วยวิธีจับคู่ (Match pairs design) โดยใช้เกณฑ์ความแข็งแรงท่าคลีนพูลต่อน้ำหนักตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเก็บรวบรวมข้อมูล (ขั้นตอนที่ 2)

1. ผู้วิจัยติดต่อขอยืมเครื่องมือแผ่นรับแรง และเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้นจาก คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผู้วิจัยติดตั้งแผ่นรับแรง และเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้นที่ชมรมยกน้ำหนัก โรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร

3. ผู้วิจัยต่อเชื่อมแผ่นรับแรง และเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้น เข้ากับซอฟท์แวร์ Ballistic measurement system (BMS) และเทียบค่ามาตรฐาน (Calibration) ของแผ่นรับแรง และเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้น

4. ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ และขั้นตอนของการทำวิจัยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทราบอย่างละเอียด

5. เกณฑ์คัดเข้า (Inclusion criteria)

5.1 อายุตั้งแต่ 13-17 ปี

5.2 เคยเข้าร่วมการแข่งขันระดับในประเทศมากกว่า 2 ครั้ง

5.3 ไม่เคยฝึกด้วยวิธีใช้ฟรีเวทผสมยางยืด หรือวิธีคลัสเตอร์เซ็ทมาก่อน

5.4 ไม่มีโรคประจำตัว

5.5 สมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

5.6 ได้รับการยินยอมจากผู้ปกครอง

6. เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria)

6.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัยทดสอบท่าคลีนพูลสูงสุดได้น้อยกว่า 1.2 เท่าของน้ำหนักตัว

6.2 ผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

6.3 ผู้เข้าร่วมการวิจัยฝึกน้อยกว่า 15 ครั้ง จาก 18 ครั้ง

6.3 เกิดเหตุสุดวิสัยกับผู้เข้าร่วมการวิจัยจนทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น (ผู้วิจัยรับผิดชอบโดยนำส่งโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด จนผู้เข้าร่วมการวิจัย หายเป็นปกติ)

7. ผู้วิจัยวัดส่วนสูงของตำแหน่งคัท-ออฟของท่าคลีนพูล (Clean pull cut-off position) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนเขย่งเท้า และยักไหล่ ขณะถือคานยกน้ำหนักแบบจับแคบ (Clean grip) (Everett, 2012) โดยคานยกน้ำหนักได้ติดตั้งเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้นที่ส่วนปลาย จดบันทึกค่าไว้ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดท่าคลีนพูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย อบอุ่นร่างกาย ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Warm up) เป็นเวลา 10 นาที (ภาคผนวก ฉ)

9. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทดสอบความแข็งแรงสูงสุดท่าคลีนพูลด้วยน้ำหนักฟรีเวท เพื่อคำนวณน้ำหนัก และแรงต้านยางยืด โดยกำหนดเกณฑ์คือ ให้ผู้ช่วยเพิ่มน้ำหนักทดสอบจากน้ำหนักท่าคลีนพูลสูงสุด ครั้งละ 5 เปอร์เซ็นต์ จนไม่สามารถดึงบาร์เบลได้สูงกว่าตำแหน่งคัท-ออฟ โดยให้พักระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง 3 นาที

10. สิ้นสุดการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดท่าคลีนพูล จับคู่ผู้เข้าร่วมวิจัยโดยใช้เกณฑ์ความแข็งแรงท่าคลีนพูลต่อน้ำหนักตัวใกล้เคียงกันที่สุดทั้งหมด 8 คู่ สุ่มรายคู่อย่างง่ายด้วยการโยนเหรียญเพื่อกระจายผู้เข้าร่วมการวิจัยสู่กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม นัดหมายผู้เข้าร่วมการวิจัยมาฝึกซ้อมครั้งแรกในอีก 24 ชั่วโมง

11. คัดเลือกการทดสอบที่มีพลังสูงสุดมากที่สุดมาใช้วิเคราะห์ผลของการทดสอบก่อนการฝึก (Pre-test)

12. หลังจากผู้เข้าร่วมการวิจัยฝึกซ้อมตามตารางฝึกของโรงเรียนกีฬาฯ เสร็จสิ้น จะเริ่มฝึกเสริมตามตารางฝึก (ภาคผนวก ฉ) จนจบโปรแกรม เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ จากนั้นเข้าสู่การทดสอบระหว่างการฝึกด้วยวิธีตามข้อที่ 9

13. คัดเลือกการทดสอบที่มีพลังสูงสุดมากที่สุดมาใช้วิเคราะห์ผลของการทดสอบระหว่างการฝึก (Mid-test)

14. ผู้เข้าร่วมการวิจัยฝึกโปรแกรมพัฒนาพลังตามตารางฝึก (ภาคผนวก ฉ)จนจบโปรแกรม เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ จากนั้นเข้าสู่การทดสอบระหว่างการฝึกด้วยวิธีตามข้อที่ 9

15. คัดเลือกการทดสอบที่มีพลังสูงสุดมากที่สุดมาใช้วิเคราะห์ผลของการทดสอบหลังการฝึก (Post-test)

16. เสร็จสิ้นการวิจัย

Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ขั้นตอนที่ 2)

ข้อมูลทางสถิติคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ไอบีเอ็ม เอสพีเอสเอส เวอร์ชั่น 26.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) เพื่อเปรียบเทียบค่าสถิติดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ด้านคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง คือ น้ำหนักตัว และสถิติท่าคลีนพูลสูงสุด

2. เปรียบเทียบพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และอัตราการสร้างแรงสูงสุด ระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (Independent sample t-test)

3. หากผลการทดสอบก่อนการฝึกมีความแตกต่างกัน ใช้สถิติประเภทการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) เพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มเป็นลำดับต่อไป

4. .วิเคราะห์ความปกติของการกระจายตัวของข้อมูลโดยวิธีการ Shapiro-wilk test แล้วพบว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวปกติทุกตัวแปร

5. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการฝึก ด้วยการใช้สถิติประเภทการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measured) เปรียบเทียบรายคู่ ก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึก ด้วยการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (ขั้นตอนที่ 1 และ 2)

1. ยางยืดแบบท่อรุ่น Resistive Exercise Tubing ตราสินค้า Sanctband ของบริษัท Sanctuary Health Sendirian Berhad ประเทศมาเลเซีย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ตราชั่งสปริงทรงกระบอก รุ่น HS-10K ตราสินค้า New Yong Hua ของบริษัทนิวย่งฮั้ว ประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

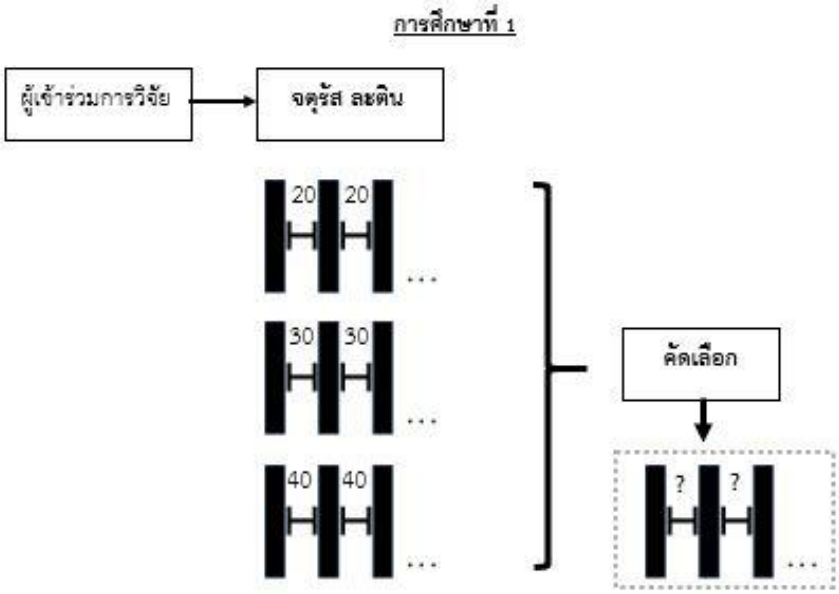
3. แผ่นวัดแรงปฏิกิริยาจากพื้นรุ่น 400S ตราสินค้า 400 series performance force plate ขนาด 795 mm x 795 mm x 60 mm ของบริษัท Fitness Technology ประเทศออสเตรเลีย

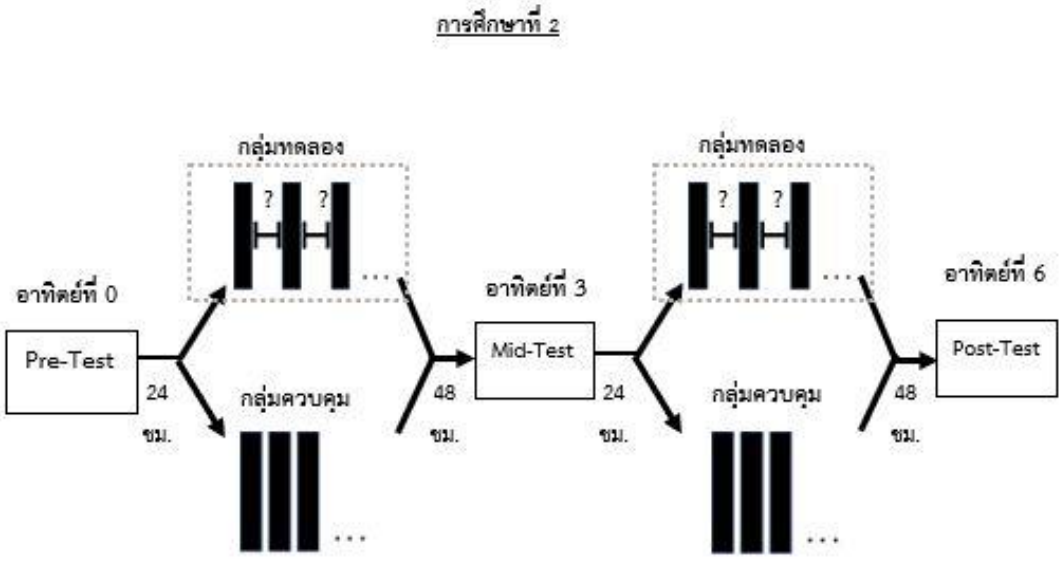
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ตัวแปลงสัญญาณตำแหน่งเชิงเส้น (Linear position transducer) รุ่น PT5A ตราสินค้า IDM ของบริษัท Fitness Technology

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย





บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาระยะเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งต่อเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพลังสูงสุดในการฝึกท่าคลีนพูลด้วยคลัสเตอร์เซตร่วมกับการใช้แรงต้านแบบผสมผสานยางยืด ที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ พลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และอัตราการสร้างพลังสูงสุด ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง โดยผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอในรูปแบบตารางและแผนภูมิเส้น ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

ตอนที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ร่วมการวิจัย

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measured) เพื่อหาความแตกต่างของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการฝึกครั้งที่ 1 ในแต่ละรูปแบบเวลาพัก

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measured) ของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด

ตอนที่ 4 แผนภูมิเส้นแสดงรายละเอียดของข้อมูลพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด

ขั้นตอนที่ 2

ตอนที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ร่วมการวิจัย

ตอนที่ 6 การทดสอบค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent sample t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

ตอนที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measured) เพื่อทดสอบความแตกต่างภายกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 1

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ร่วมการวิจัย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย (n = 9)	$\bar{X}$	SD
อายุ (ปี)	14.6	1.4
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	46.1	5.4
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	150.8	4.5
ความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุดต่อน้ำหนักตัว (เท่าของน้ำหนักตัว)	1.4	0.1

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ประกอบไปด้วยนักกีฬายกน้ำหนักยุวชนเพศหญิงจำนวน 9 คน ซึ่งนักกีฬามีอายุเฉลี่ยที่ 14.6 ± 1.4 ปี น้ำหนักเฉลี่ยที่ 46.1 ± 5.4 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ยที่ 150.8 ± 4.5 เซนติเมตร ความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุดต่อน้ำหนักตัว 1.4 ± 0.1 เท่าของน้ำหนักตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measured) เพื่อหาความแตกต่างของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการฝึกครั้งที่ 1 ในแต่ละรูปแบบเวลาพัก

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการฝึกครั้งที่ 1

ตัวแปร	พัก20 วินาที	พัก 30 วินาที	พัก 40 วินาที	F	p
พลังสูงสุดในการฝึกครั้งที่ 1 (วัตต์)	1514.95± 235.58	1498.99± 239.58	1534.0± 204.05	1.027	0.381
แรงสูงสุดในการฝึกครั้งที่ 1 (นิวตัน)	2522.07± 352.42	2470.95± 329.19	2545.57± 461.63	0.315	0.734
ความเร็วสูงสุดในการฝึกครั้งที่ 1 (เมตรต่อวินาที)	1.283± 0.070	1.281± 0.063	1.304± 0.077	0.730	0.497

*P < 0.05 (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และอัตราการสร้างแรงสูงสุดในการฝึกครั้งที่ 1 ไม่แตกต่างกัน (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measured) ของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของตัวแปรพลังสูงสุดต่อเซต

ตัวแปร	พัก20 วินาที	พัก 30 วินาที	พัก 40 วินาที	F	p
1. พลังสูงสุดเฉลี่ยครั้งที่ 1ถึง 6 (วัตต์)	1454.03± 237.01	1448.12± 231.38	1499.64± 215.55	19.36	0.000*
2. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพลังสูงสุดจากครั้งก่อนหน้าเฉลี่ยครั้งที่ 2 ถึง 6 (เปอร์เซ็นต์)	-1.14± 1.26	-1.28± 0.70	-0.47± 1.78	1.161	0.361
3. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพลังสูงสุดจากครั้งแรกเฉลี่ยครั้งที่ 2 ถึง 6 (เปอร์เซ็นต์)	-4.08± 1.09	-4.07± 1.64	-3.15± 0.74	2.926	0.111

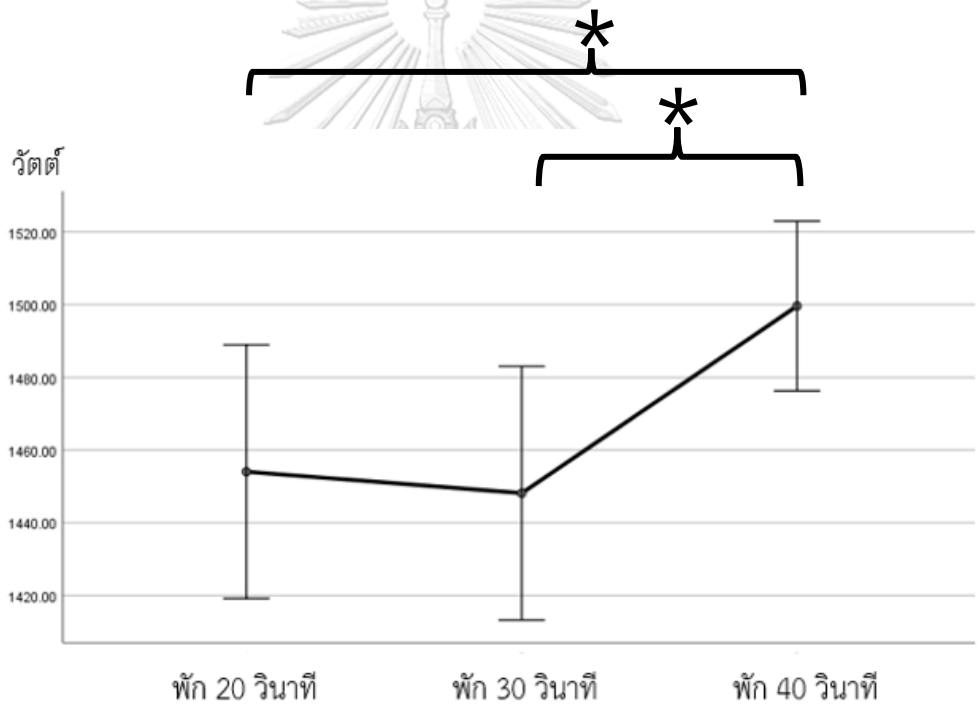
*P < 0.05 (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าพลังสูงสุดเฉลี่ยครั้งที่ 1ถึง 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงนำสู่กระบวนการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ในขั้นตอนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 กระบวนการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของพลังสูงสุดเฉลี่ยครั้งที่ 1 ถึง 6 ในแต่ละเวลาพัก ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง	$\bar{x}$ (วัตต์)	20 วินาที	30 วินาที	40 วินาที
		1454.03	1448.12	1499.64
20 วินาที	1454.03	-	5.91	-45.60*
30 วินาที	1448.12		-	-51.511*
40 วินาที	1499.64			-



*P < 0.05 (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบพลังสูงสุดเฉลี่ยในแต่ละรูปแบบเวลาพัก พบว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับการฝึกคลัสเตอร์เซตด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาที มีผลของพลังสูงสุดเฉลี่ยตลอดเซตที่มากกว่า เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 และ 30 วินาที (P<0.05)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของตัวแปรแรงสูงสุดต่อเซต

ตัวแปร	พัก20 วินาที	พัก 30 วินาที	พัก 40 วินาที	F	p
1. แรงสูงสุดเฉลี่ยครั้งที่ 1ถึง 6 (นิวตัน)	2445.23± 77.73	2437.39± 62.10	2560.64± 41.63	10.77	0.003*
2. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของแรงสูงสุดจากครั้งก่อนหน้าเฉลี่ยครั้งที่ 2 ถึง 6 (เปอร์เซ็นต์)	-0.60± 4.40	-0.67± 3.61	-0.04± 2.74	0.086	0.918
3. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของแรงสูงสุดจากครั้งแรกเฉลี่ยครั้งที่ 2 ถึง 6 (เปอร์เซ็นต์)	-3.67± 3.01	-1.63± 2.71	0.71± 1.80	5.622	0.055

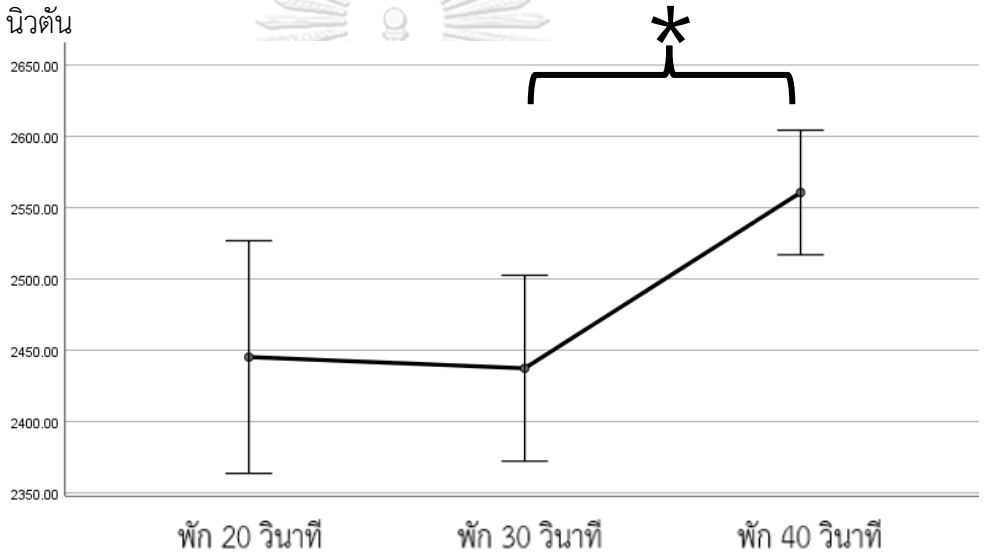
*P < 0.05 (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าแรงสูงสุดเฉลี่ยครั้งที่ 1ถึง 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงนำสู่กระบวนการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ในขั้นตอนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 กระบวนการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของแรงสูงสุดเฉลี่ยครั้งที่ 1 ถึง 6 ในแต่ละเวลาพัก ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง	$\bar{x}$ (นิวตัน)	20 วินาที	30 วินาที	40 วินาที
		2445.23	2437.39	2560.64
20 วินาที	2445.23	-	7.84	-115.42
30 วินาที	2437.39		-	-123.252*
40 วินาที	2560.64			-



Chulalongkorn University

*P < 0.05 (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบแรงสูงสุดเฉลี่ยในแต่ละรูปแบบเวลาพัก พบว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับการฝึกคลัสเตอร์เซตด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาที มีผลของแรงสูงสุดเฉลี่ยตลอดเซตที่มากกว่า เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 30 วินาที (P<0.05)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของตัวแปรความเร็วสูงสุดต่อเซต

ตัวแปร	พัก20 วินาที	พัก 30 วินาที	พัก 40 วินาที	F	p
1. ความเร็วสูงสุดเฉลี่ยครั้งที่ 1ถึง 6 (เมตรต่อวินาที)	1.248± 0.23	1.255± 0.19	1.285± 0.01	21.15	0.00*
2. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดจากครั้งก่อนหน้าเฉลี่ยครั้งที่ 2 ถึง 6 (เปอร์เซ็นต์)	-0.941± 0.873	-0.875± 0.581	-0.344± 0.965	1.027	0.401
3. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกเฉลี่ยครั้งที่ 2 ถึง 6 (เปอร์เซ็นต์)	-3.756± 1.041	-2.413± 1.250	-1.760± 0.347	8.488	0.011*

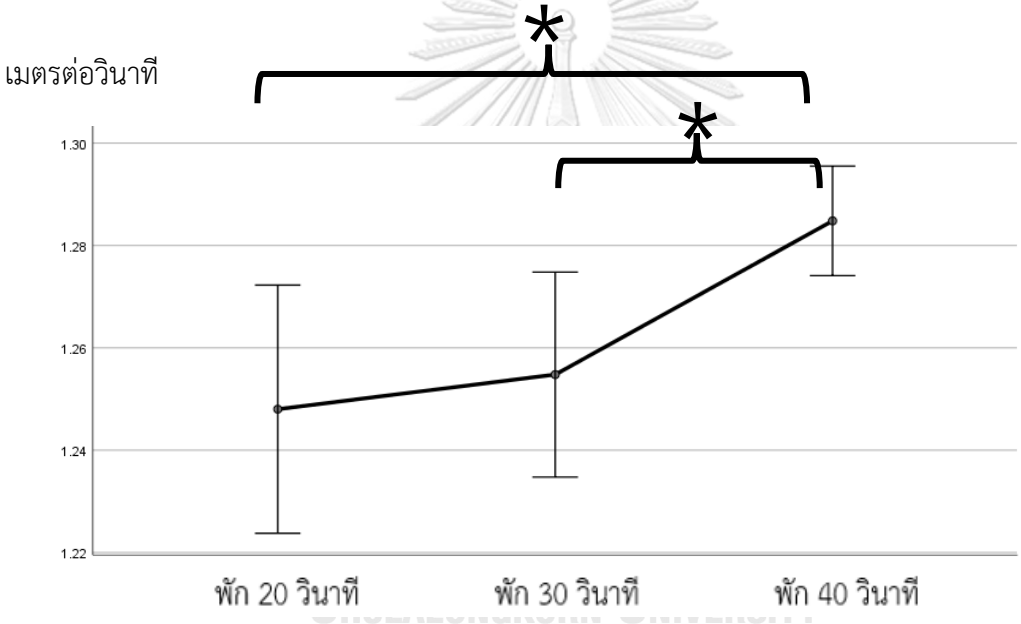
*P < 0.05 (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าความเร็วสูงสุดเฉลี่ยครั้งที่ 1ถึง 6 และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกเฉลี่ยครั้งที่ 2 ถึง 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงนำสู่กระบวนการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ในขั้นตอนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 กระบวนการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของความเร็วสูงสุดเฉลี่ยครั้งที่ 1 ถึง 6 ในแต่ละเวลาพัก ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง	$\bar{x}$ (เปอร์เซ็นต์)	20 วินาที	30 วินาที	40 วินาที
		1.248	1.255	1.285
20 วินาที	1.248	-	-0.007	-0.037*
30 วินาที	1.255		-	-0.30*
40 วินาที	1.285			-



*P < 0.05 (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบความเร็วสูงสุดเฉลี่ยในแต่ละรูปแบบเวลาพัก พบว่า การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับการฝึกคลัสเตอร์เซตด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาที มีผลของความเร็วสูงสุดเฉลี่ยตลอดเซตที่มากกว่า เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 และ 30 วินาที ($P<0.05$)

ตารางที่ 9 กระบวนการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกเฉลี่ยครั้งที่ 2 ถึง 6 (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละเวลาพักด้วยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง	$\bar{X}$ (เปอร์เซ็นต์)	20 วินาที	30 วินาที	40 วินาที
		-3.756	-2.413	-1.760
20 วินาที	-3.756	-	-1.343	-1.996
30 วินาที	-2.413		-	-0.654
40 วินาที	-1.760			-

*P < 0.05 (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

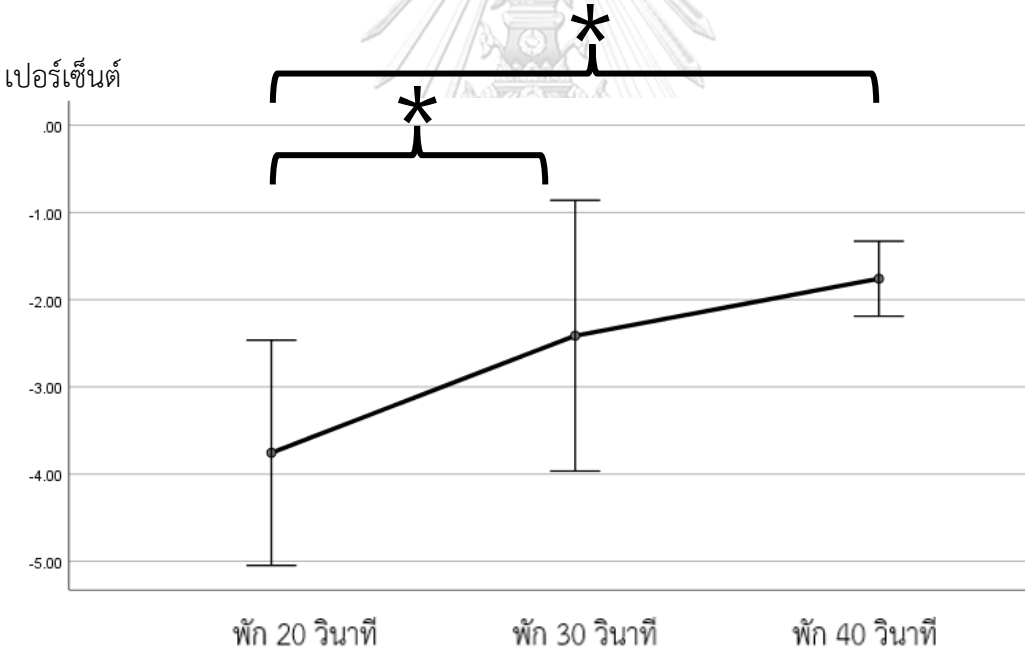
จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกในแต่ละรูปแบบเวลาพัก ไม่พบความแตกต่างกันในทุกรูปแบบ (P<0.05) จึงทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีแอลเอสดี (LSD) ในลำดับถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 กระบวนการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกเฉลี่ยครั้งที่ 2 ถึง 6 (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละเวลาพักด้วยวิธีแอลเอสดี (LSD)

เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง	$\bar{X}$ (เปอร์เซ็นต์)	20 วินาที	30 วินาที	40 วินาที
		-3.756	-2.413	-1.760
20 วินาที	-3.756	-	-1.343*	-1.996*
30 วินาที	-2.413		-	-0.654
40 วินาที	-1.760			-

*P < 0.05 (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

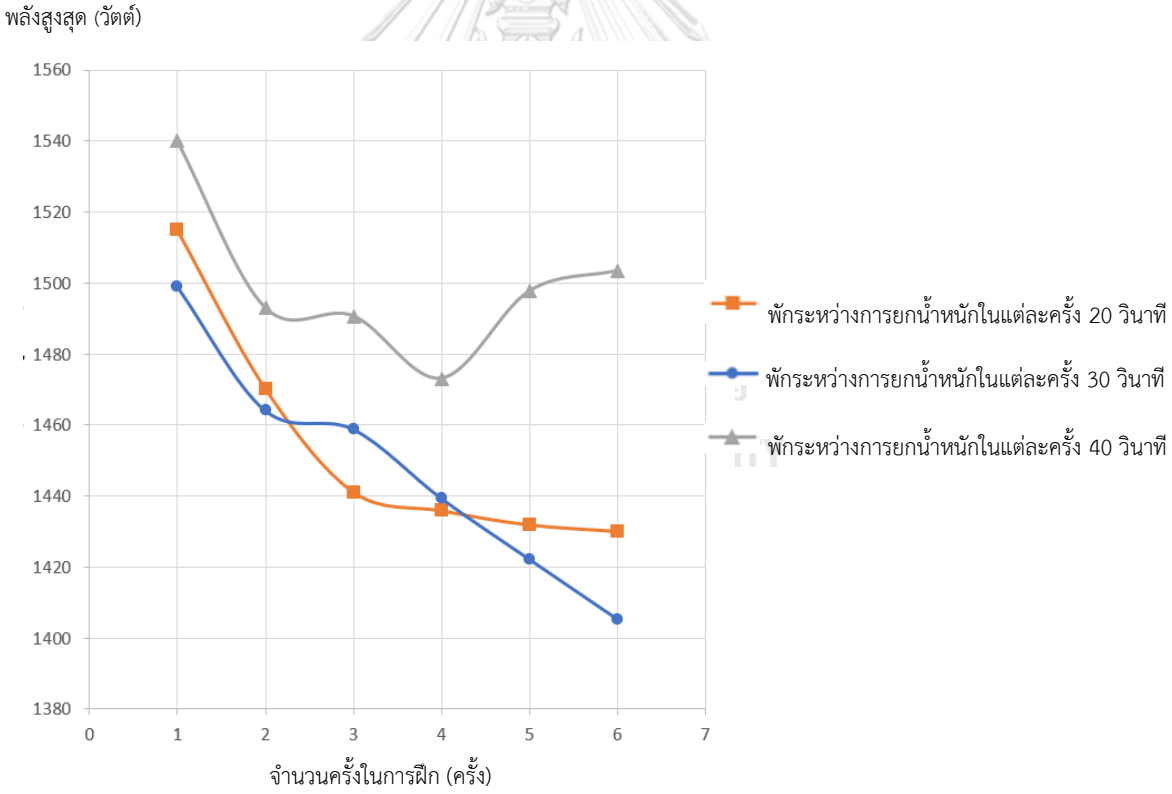


*P < 0.05 (ข้อมูลจำนวนครั้งคิดเฉลี่ยจาก 3 เซต)

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกเฉลี่ยครั้งที่ 2 ถึง 6 ในแต่ละรูปแบบเวลาพัก พบว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับการฝึกคลัสเตอร์เซตด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 30 วินาทีมีความสามารถในการรักษาระดับของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกเหนือกว่าการใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 วินาที ($P<0.05$) และการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับการฝึกคลัสเตอร์เซตด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาทีมีความสามารถในการรักษาระดับของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกเหนือกว่าการใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 วินาที ($P<0.05$)

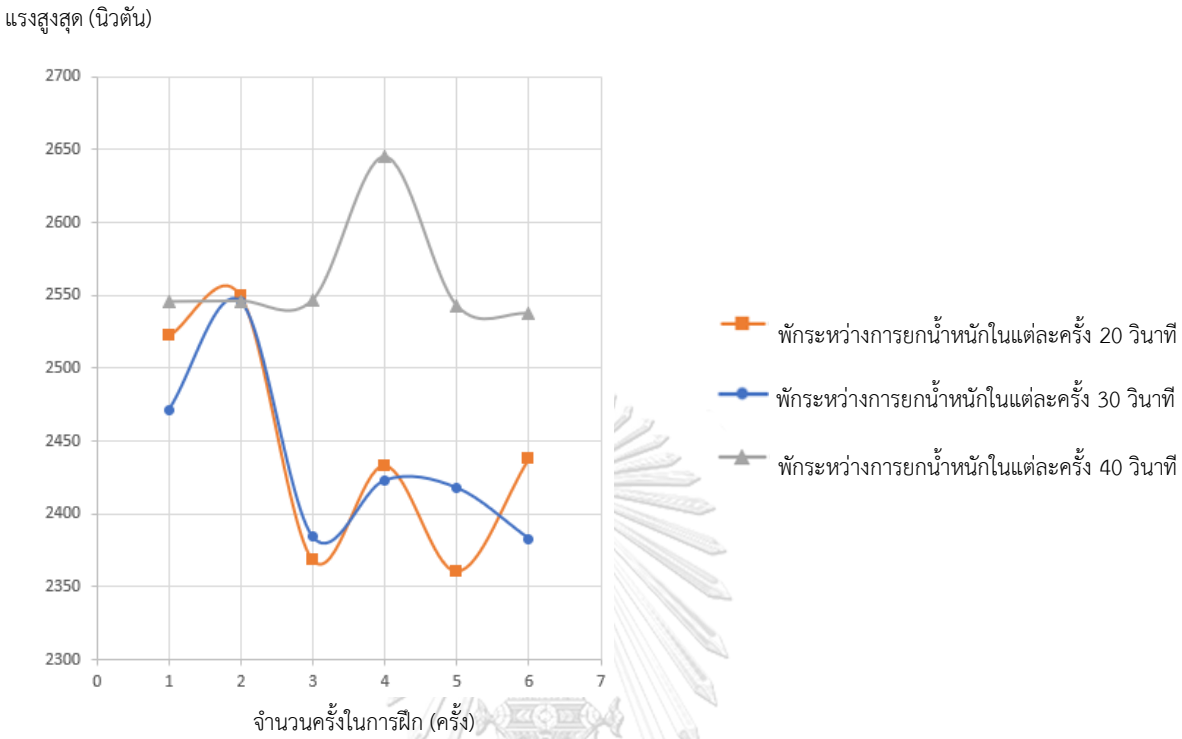
ตอนที่ 4 แผนภูมิเส้นแสดงรายละเอียดของข้อมูลพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด

แผนภูมิที่ 1 แสดงให้เห็นถึงพลังสูงสุดในการฝึกแต่ละครั้ง



จากแผนภูมิที่ 1 พลังสูงสุดของกลุ่มพัก 30 และ 40 วินาที ในการยกน้ำหนักครั้งที่ 3 และ 4 มีความใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มพัก 40 วินาทีมีการเพิ่มขึ้นของพลังสูงสุดในการยกน้ำหนักครั้งที่ 5 และ 6

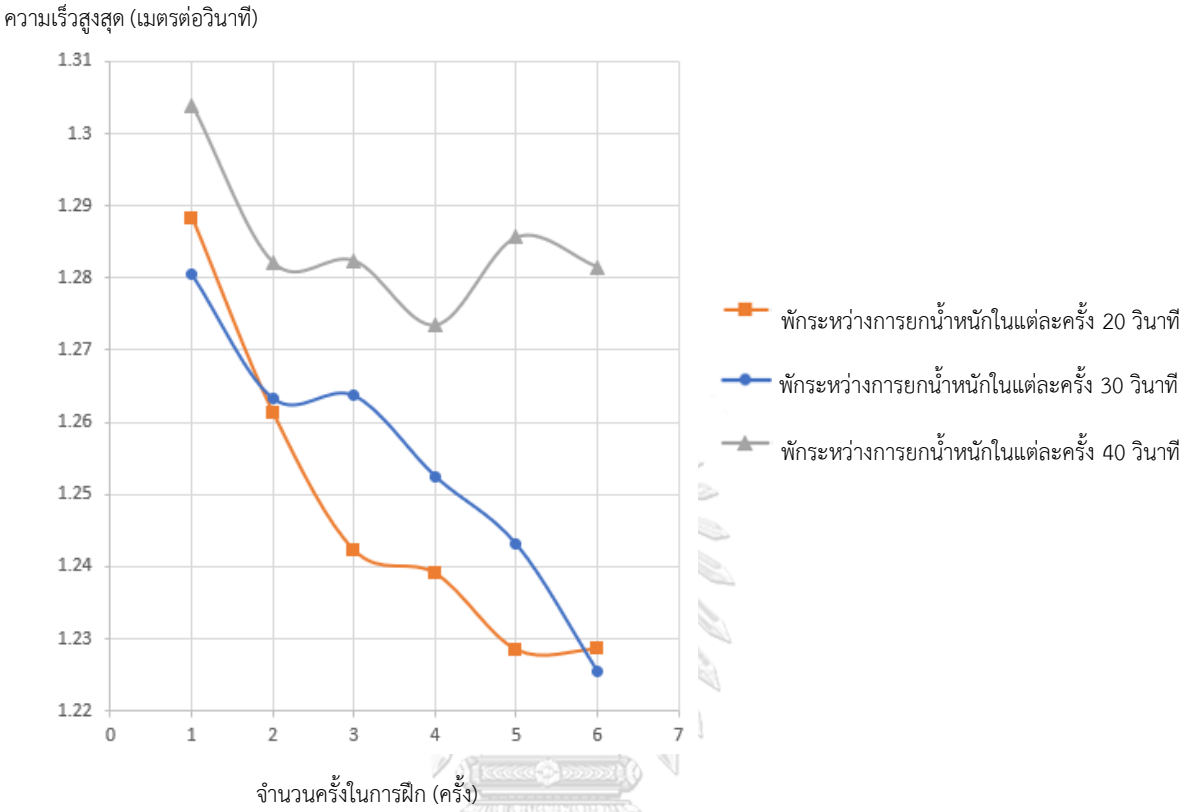
แผนภูมิที่ 2 แสดงให้เห็นถึงแรงสูงสุดในการฝึกแต่ละครั้ง



จากแผนภูมิที่ 2 แรงสูงสุดของกลุ่มพัก 40 วินาที มีความเป็นเส้นตรงในแนวราบ ในการยกน้ำหนักครั้งที่ 4 มีการเพิ่มขึ้นของแรง โดยกลุ่มพัก 20 และ 30 วินาที แรงสูงสุดลดลงในการฝึกครั้งที่ 3 ถึงครั้งที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 3 แสดงให้เห็นถึงความเร็วสูงสุดในการฝึกแต่ละครั้ง



จากแผนภูมิที่ 3 ความเร็วสูงสุดของกลุ่มพัก 40 วินาที มีการลดลงในการฝึกครั้งที่ 2 และมีความเป็นเส้นตรงในแนวราบถึงครั้งที่ 6 โดยกลุ่มพัก 20 และ 30 วินาที ความเร็วสูงสุดลดลงอย่างต่อเนื่องในครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ขั้นตอนที่ 2</u>

ตอนที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ร่วมการวิจัย

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย (n = 16, ชาย = 8, หญิง = 8)	$\bar{X}$	SD
อายุ (ปี)	15.5	1.6
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	53.1	9.1
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	160.9	8.3
ความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุดต่อน้ำหนักตัว (เท่าของน้ำหนักตัว)	1.8	0.2

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ประกอบไปด้วยนักกีฬายกน้ำหนักยุวชนเพศชาย 8 คน และเพศหญิงจำนวน 8 คน ซึ่งนักกีฬามีอายุเฉลี่ยที่ 15.5 ± 1.6 ปี น้ำหนักเฉลี่ยที่ 53.1 ± 9.1 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ยที่ 150.8±4.5 เซนติเมตร และความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุดต่อน้ำหนักตัว 1.8 ± 0.2 เท่าของน้ำหนักตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 6 การทดสอบค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent sample t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

เพื่อให้ค่าตั้งต้นอยู่ในจุดที่ใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยเปรียบเทียบตัวแปรก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มก่อนการทดสอบหลัก ดังปรากฏในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบค่าทีของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรง และพลังก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	$\bar{X}$	SD	T	Sig.
พลังสูงสุด (วัตต์)	กลุ่มทดลอง	1063.26	383.62	0.383	0.71
	กลุ่มควบคุม	1131.83	331.42		
แรงสูงสุด (นิวตัน)	กลุ่มทดลอง	974.7	246.62	0.333	0.744
	กลุ่มควบคุม	1029.83	397.67		
ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	กลุ่มทดลอง	1.152	0.147	1.078	0.299
	กลุ่มควบคุม	1.236	0.163		
อัตราการพัฒนาแรงสูงสุด (นิวตันต่อวินาที)	กลุ่มทดลอง	12824.75	4201.53	0.746	0.468
	กลุ่มควบคุม	14243.75	3358.10		
ความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุด (กิโลกรัม)	กลุ่มทดลอง	94.87	25.31	0.078	0.939
	กลุ่มควบคุม	95.87	25.68		

*P < 0.05

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงและพลังก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มไม่แตกต่างกัน สามารถเข้าสู่ขั้นตอนทดสอบระหว่างกลุ่มได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบค่าทีของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรง และพลังหลังการฝึกระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	$\bar{X}$	SD	T	Sig.
พลังสูงสุด (วัตต์)	กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม	1541.51 1229.74	641.18 472.51	1.107	0.287
แรงสูงสุด (นิวตัน)	กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม	1173.81 1135.09	461.62 466.41	0.167	0.870
ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม	1.109 1.150	0.114 0.101	0.750	0.466
อัตราการพัฒนาแรงสูงสุด (นิวตันต่อวินาที)	กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม	21223.63 18619.92	7514.41 5124.01	0.810	0.432
ความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุด (กิโลกรัม)	กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม	101.50 102.25	29.99 28.10	0.052	0.960

*P < 0.05

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรง และหลังการฝึกระหว่างการฝึกระหว่างกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measured) เพื่อทดสอบความแตกต่างภายในกลุ่ม

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละช่วงเวลาในการฝึกภายในกลุ่ม

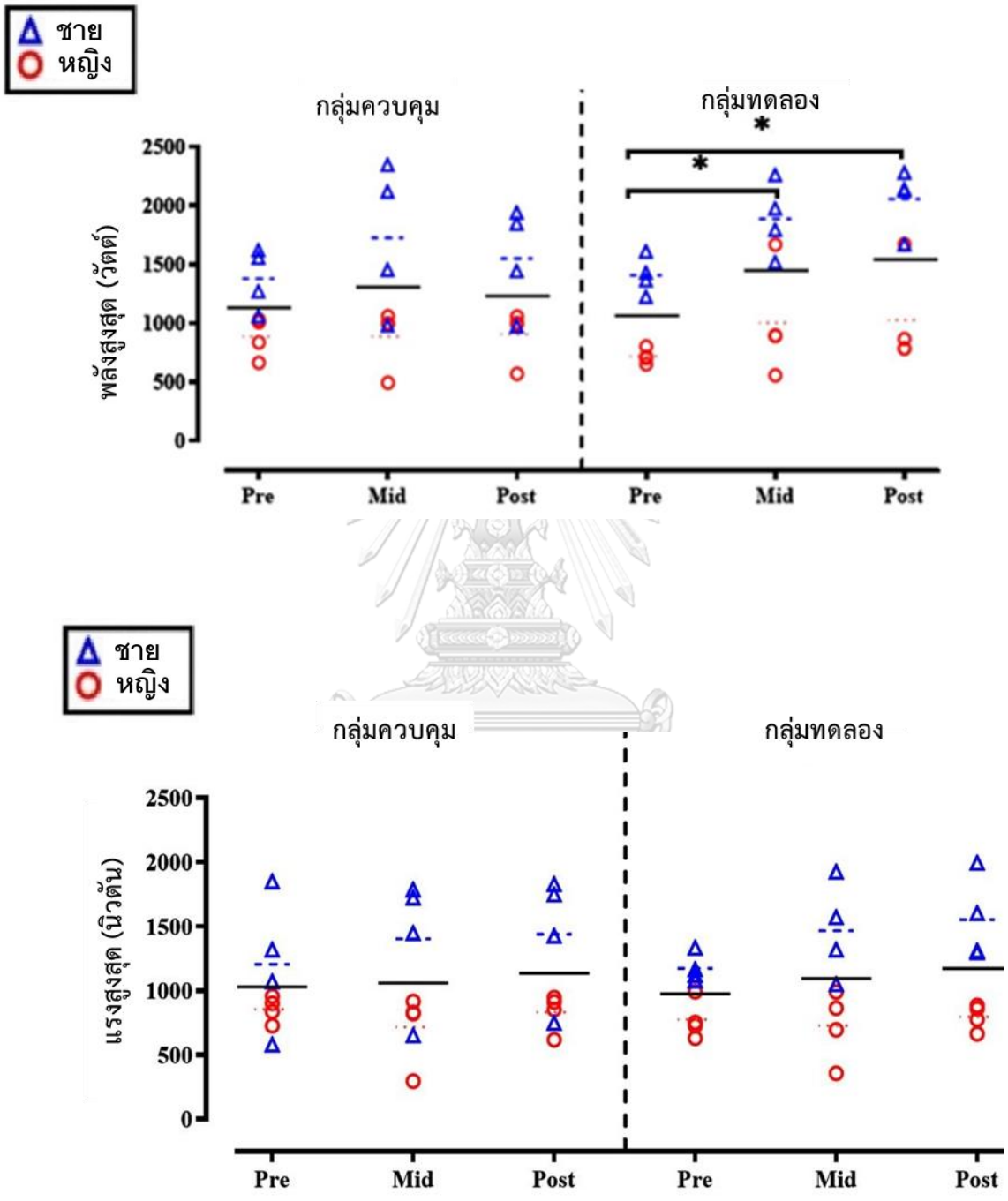
ตัวแปร	กลุ่ม	ก่อนการฝึก (w0)	ระหว่างการฝึก (w3)	หลังการฝึก (w6)	F	p
PP	E	1063.3 ± 383.6	1445.8 ± 599.1	1541.5 ± 641.2	10.186	0.002*
(W)	C	1131.8 ± 331.4	1306.7 ± 629.6	1229.7 ± 472.5	2.214	0.146
PF	E	974.7 ± 246.6	1096.1 ± 498.1	1173.8 ± 461.6	2.771	0.097
(N)	C	1029.8 ± 397.7	1058.8 ± 533.9	1135.1 ± 466.4	0.996	0.394
PV	E	1.153 ± 0.147	1.179 ± 0.105	1.109 ± 0.115	2.133	0.155
m/s)	C	1.236 ± 0.163	1.265 ± 0.154	1.150 ± 0.100	3.382	0.063
Max RFD	E	12824.8 ± 4201.5	15240 ± 3546.1	21223.6 ± 7514.4	16.899	0.000*
($m \blacksquare s^{-1}$)	C	14872.8 ± 3420.2	14872.8 ± 3420.2	14872.8 ± 3420.2	13.553	0.001*
1RM	E	94.9 ± 25.3	97.8 ± 27.6	101.5 ± 30.0	7.296	0.007*
(kg)	C	95.9 ± 25.7	99.8 ± 26.4	102.3 ± 28.1	12.527	0.001*

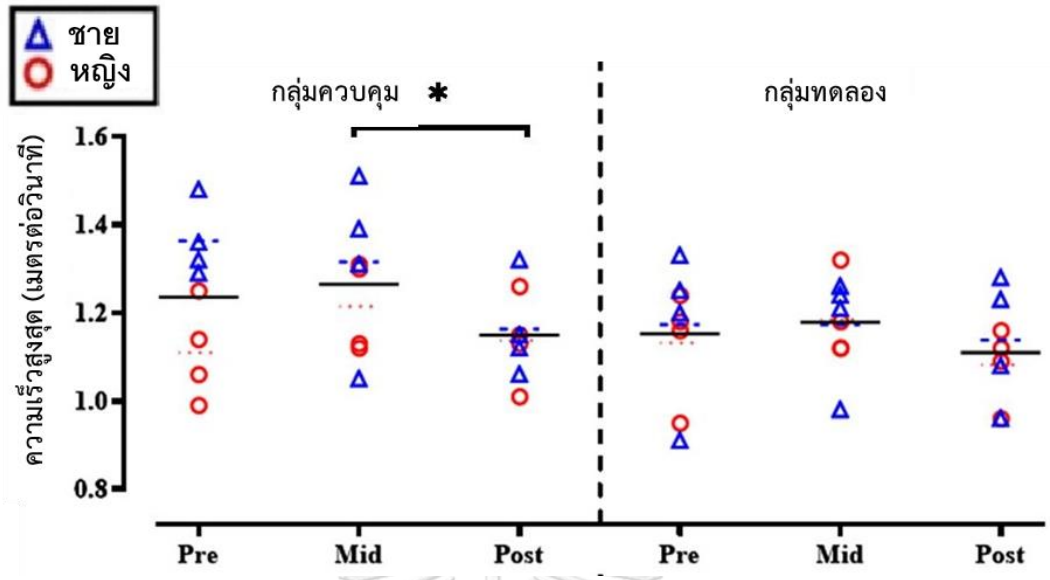
* $p < 0.05$, w=สัปดาห์, C=กลุ่มควบคุม, E=กลุ่มทดลอง, PP=พลังสูงสุด, PF=แรงสูงสุด, PV=ความเร็วสูงสุด, Max RFD=อัตราการพัฒนาพลังสูงสุด, และ1RM=ความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุด

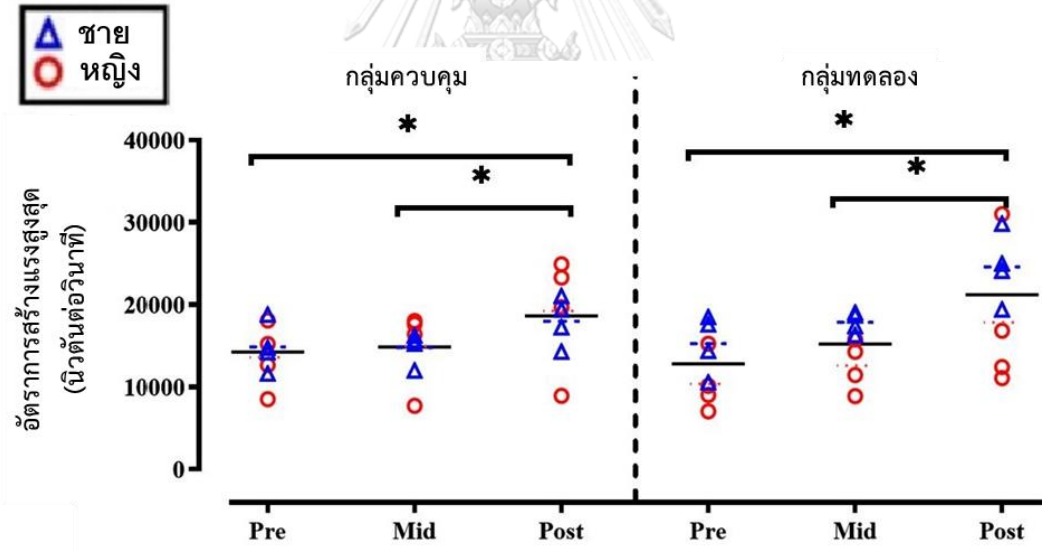
Chulalongkorn University

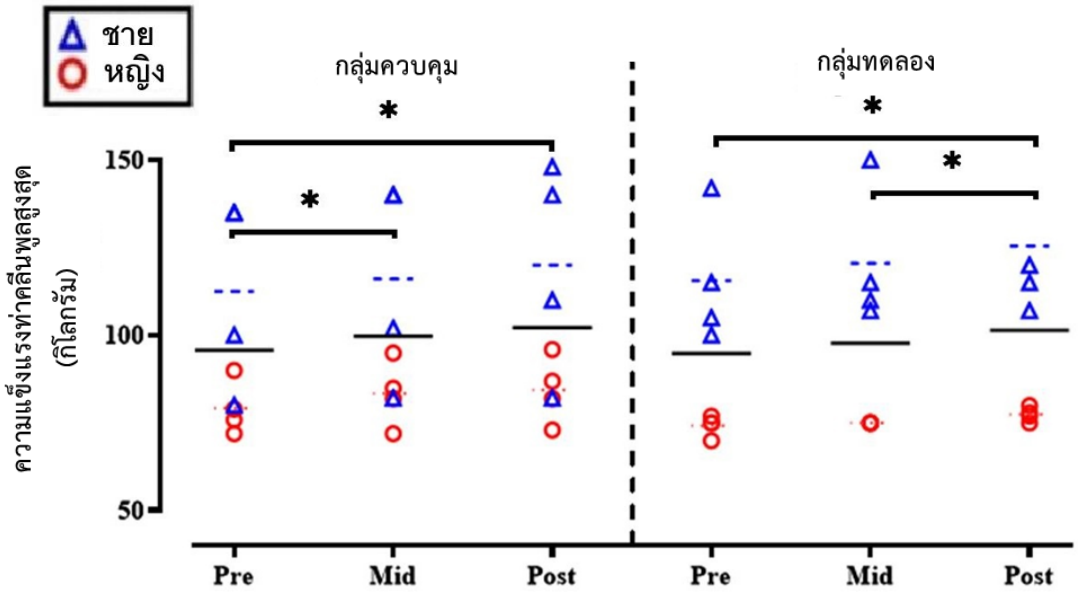
จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมสามารถเพิ่ม อัตราการพัฒนาแรงสูงสุด และความแข็งแรงสูงสุดได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มเดียวที่สามารถเพิ่มพลังได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

แผนภูมิที่ 4 รายงานผลการทดสอบความแตกต่างช่วงเวลาฝึกภายในกลุ่ม เป็นรายคู่ด้วยวิธีแอลเอสดี (LSD) และรายงานความแตกต่างระหว่างเพศชาย และหญิง ต่อระยะเวลาในการทดสอบแต่ละตัวแปร




ชาย
หญิง
กลุ่มควบคุม
*
กลุ่มทดลอง
ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที)
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
Pre
Mid
Post
Pre
Mid
Post


ชาย
หญิง
กลุ่มควบคุม
กลุ่มทดลอง
*
*
*
*
อัตราการสร้างแรงสูงสุด (นิวตันต่อวินาที)
40000
30000
20000
10000
0
Pre
Mid
Post
Pre
Mid
Post



* p < 0.05, เส้นประสีน้ำเงิน = ค่าเฉลี่ยผู้ชาย, เส้นประสีแดง = ค่าเฉลี่ยผู้หญิง, เส้นทึบสีดำ = ค่าเฉลี่ยรวม, Control = กลุ่มควบคุม, Experiment = กลุ่มทดลอง, Peak power = พลังสูงสุด, Peak force = แรงสูงสุด, Peak velocity = ความเร็วสูงสุด, Max RFD = อัตราการพัฒนาพลังสูงสุด , และ1RM Clean pull = ความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สรุปการวิจัยในขั้นตอนที่ 1

การวิจัยในขั้นตอนที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง ในนักกีฬายกน้ำหนักเพศหญิงรุ่นยุวชนของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานครฯจำนวน 9 คน มีอายุเฉลี่ยที่ 14.6 ± 1.4 ปี น้ำหนักเฉลี่ยที่ 46.1 ± 5.4 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ยที่ 150.8 ± 4.5 เซนติเมตร ซึ่งได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ทดสอบความความเที่ยงของเครื่องมือด้วยการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ICC) ระหว่างตัวแปรความหนักท่าคลีนพูลสูงสุด และ120 เปอร์เซ็นต์ของสถิติคลีนสูงสุด โดยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หลังจากนั้นออกแบบการสุ่มวันทดลองทั้ง 3 รูปแบบของเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง ได้แก่ 20 30 และ 40 วินาที ด้วยวิธีจัตุรัสละตินเพื่อลดผลกระทบจากโปรแกรมฝึกครั้งก่อนหน้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งที่แตกต่างกัน ต่อค่าเฉลี่ยและอัตราการเปลี่ยนแปลงของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ด้วยวิธีการนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One way ANOVA with repeated measurement) ในกรณีพบความแตกต่างจะเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการชองบอนเฟอโรนี (Bonferroni) โดยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิจัยขั้นตอนที่ 1 พบว่า

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบท่าฝึกคลีนพูลกับท่าพาวเวอร์คลีนขึ้นมีค่ามากกว่า 0.9 ถือว่ามีความเที่ยงสูง (Vincent, 1995) (ภาคผนวก ฌ)

2. กลุ่มที่ใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาทีมีพลังสูงสุดเฉลี่ยต่อเซตมากกว่ากลุ่มที่ใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 และ 30 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. กลุ่มที่ใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาทีมีแรงสูงสุดเฉลี่ยต่อเซตมากกว่ากลุ่มที่ใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 30 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. กลุ่มที่ใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาทีมีความเร็วสูงสุดเฉลี่ยต่อเซตมากกว่ากลุ่มที่ใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 และ 30 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5. กลุ่มที่ใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 30 และ 40 วินาทีมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มที่ใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 20 และ 30 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สรุปการวิจัยในขั้นตอนที่ 2

การวิจัยในขั้นตอนที่ 2 เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง ในนักกีฬายกน้ำหนักเพศชาย และหญิงรุ่นยุวชนของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานครฯจำนวน 16 คน มีอายุเฉลี่ยที่ 15.5 ± 1.6 ปี น้ำหนักเฉลี่ยที่ 53.1 ± 9.1 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ยที่ 160.9 ± 8.3 เซนติเมตร ซึ่งได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน (ชาย 4 คน หญิง 4 คน) ด้วยวิธีจับคู่ (Match pair) เพื่อให้ความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุดเฉลี่ยต่อน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน (กลุ่มทดลอง 1.78 กลุ่มควบคุม 1.79) ทั้งสองกลุ่มฝึกด้วยโปรแกรมฝึกที่ความหนักและปริมาณการฝึกเท่ากัน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (วันจันทร์ วันพุทธ และวันศุกร์) เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดโดยใช้คลัสเตอร์เซตกับการฝึกแบบประเพณีนิยม ด้วยการนำผลการทดสอบก่อนการฝึก (สัปดาห์ที่ 0) ระหว่างการฝึก (สัปดาห์ที่ 3) หลังการฝึก (สัปดาห์ที่ 6) ที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One way ANOVA with repeated measurement) ในกรณีพบความแตกต่างจะเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของแอลเอสดี (LSD) โดยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิจัยขั้นตอนที่ 2 พบว่า

1. หลังการฝึกกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีผลการพัฒนาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงและพลัง ไม่แตกต่างกันทุกตัวแปร

2. การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการทดสอบภายในกลุ่ม พบว่ากลุ่มทดลองเป็นกลุ่มเดียวที่สามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในช่วงการทดสอบก่อนการฝึก-ระหว่างการฝึก และก่อนการฝึก-หลังการฝึก

3. การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการทดสอบภายในกลุ่ม พบว่ากลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มเดียวที่เกิดการลดของความเร็วสูงสุดในช่วงการทดสอบ ระหว่างการฝึก-หลังการฝึก

4. การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการทดสอบภายในกลุ่ม พบว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีการพัฒนาของอัตราการพัฒนาแรงสูงสุด ที่เหมือนกันในช่วงการทดสอบ ก่อนการฝึก-หลังการฝึก และระหว่างการฝึก-หลังการฝึก

5. การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการทดสอบภายในกลุ่ม พบว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองสามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดในท่าคลีนพูลในช่วงการทดสอบก่อนการฝึก-หลังการฝึก แต่กลุ่มทดลองสามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดในท่าคลีนพูลในช่วงการทดสอบระหว่างการฝึก-หลังการฝึก และกลุ่มควบคุมสามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดในท่าคลีนพูลในช่วงการทดสอบก่อนการฝึก-หลังการฝึก

อภิปรายผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1

จากวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้ที่ต้องการศึกษาการตอบสนองฉับพลันของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดโดยใช้วิธีฝึกคลัสเตอร์เซตในเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งที่แตกต่างกันต่อค่าเฉลี่ยและความสามารถในการรักษาระดับของ พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการวิจัยด้านพลังสูงสุดสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อที่ 1 ที่กำหนดว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตในแต่ละช่วงเวลาพักมีผลของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดเฉลี่ยต่อเซตแตกต่างกัน โดยกลุ่มใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนัก 40 วินาทีมีพลังสูงสุดเฉลี่ยต่อเซตมากกว่ากลุ่มใช้เวลาพัก 20 และ 30 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จากรูปร่างของแผนภูมิแสดงพลังสูงสุดในการฝึกแต่ละครั้ง หรือแผนภูมิของข้อมูลดิบเฉลี่ย (แผนภูมิที่ 1) การพักที่นานขึ้นจะมีแนวโน้มในการเพิ่มพลังช่วงท้ายของการฝึก โดยกลุ่มใช้เวลาพัก 40 วินาทีมีลักษณะของการเพิ่มของพลังสูงสุดในการฝึกครั้งที่ 5 และ 6 สอดคล้องกับงานวิจัยของ

Morales-Artacho et al. (2018) ที่พบว่าเมื่อฝึกกระโดดต้านการเคลื่อนไหว (Counter movement jump, CMJ) ด้วยวิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตโดยใช้เวลาพัก 30 วินาที จะมีพลังสูงสุดเพิ่มขึ้นในการกระโดดครั้งที่ 5 และงานวิจัยของ Enoka and Duchateau (2008) ที่พบว่าการฝึกด้วยความหนักที่ต่ำกว่าความหนักสูงสุด (Sub-maximal) หลายครั้งจะเกิดการเพิ่มของระดับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Muscle EMG) ทั้งนี้แผนภูมิของผู้วิจัยไม่สอดคล้องกับแผนภูมิจากงานวิจัยของ Hardee (2011) ที่พบว่าการฝึกท่าพาวเวอร์คลีน (Power clean) ด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตแบบใช้เวลาพัก 40 วินาที มีรูปร่างของแผนภูมิเป็นเส้นตรงลาดลง ทั้งนี้อาจเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันระหว่างท่าพาวเวอร์คลีนของ Hardee (2011) กับท่าคลีนพูลของผู้วิจัย

ผลการวิจัยด้านแรงสูงสุดพบว่ากลุ่มใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนัก 40 วินาทีมีแรงสูงสุดเฉลี่ยมากที่สุด แต่กลุ่มใช้เวลาพัก 20 และ 30 วินาทีกลับมีแรงสูงสุดเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าเกิดจากกระบวนการสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอทีน (PCr re-synthesis) ที่มีลักษณะการเติมแรงกลับสู่กล้ามเนื้อในรูปแบบ “เร็วก่อนช้า” โดยการเติมแรงในช่วง “เร็ว” จะใช้ระยะเวลาประมาณ 15-22 วินาที (เติมแรงกลับสู่กล้ามเนื้อได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์) และการเติมแรงในช่วง “ช้า” จะใช้ระยะเวลา 2 นาที (เติมแรงกลับสู่กล้ามเนื้อได้ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์) (Harris et al., 1976; Sahlin & Ren, 1989; Sale, 2002) กลุ่มใช้เวลาพัก 20 และ 30 วินาทีมีเวลาพักใกล้เคียงกับการเติมแรงในช่วง “เร็ว” ส่งผลให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากการเติมแรงช่วง “ช้า” ได้เต็มที่จึงไม่พบความแตกต่างกัน และกลุ่มพัก 40 วินาทีสามารถใช้ประโยชน์จากการเติมแรงช่วง “ช้า” ได้มากกว่าส่งผลให้กลุ่มพัก 40 วินาทีเป็นกลุ่มเดียวที่เกิดความแตกต่าง ข้อมูลข้างต้นแสดงถึงการเติมแรงในช่วง “เร็ว” อาจไม่เพียงพอสำหรับการฝึกท่าคลีนพูลด้วยความหนักสูง โดยรูปร่างของแผนภูมิแสดงแรงสูงสุดในการฝึกแต่ละครั้งของผู้วิจัย (แผนภูมิที่ 2) มีลักษณะเป็นเส้นตรงขนานพื้น ยกเว้นการฝึกครั้งที่ 4 ที่พบแรงสูงสุดเพิ่มขึ้นเพียงจุดเดียว ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าเกิดจากพลังสูงสุดและความเร็วสูงสุดที่ลดลงอย่างมากในการฝึกครั้งที่ 4 (แผนภูมิที่ 1 และ 3) ส่งผลให้ร่างกายปรับการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อหดตัวช้าวันเอ (Slow twitch Ia) เพิ่มขึ้น และปรับการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อหดตัวเร็วทูเอ็กซ์ (Fast twitch IIX) ลดลง ส่งผลให้เกิดการลดพลังและเพิ่มแรงกล้ามเนื้อในการฝึกครั้งที่ 4 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sale (2002) ที่ค้นพบว่าการระดมหน่วยยนต์แปรผกผันกับแรงกล้ามเนื้อ

ผลการวิจัยด้านความเร็วสูงสุดพบว่าทุกกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และความเร็วสูงสุดเป็นตัวแปรเดียวที่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงให้เห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดเป็นตัวแปรที่ได้รับผลกระทบจากเวลาพักมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ พลังสูงสุด และแรงสูงสุด ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าความเร็วสูงสุดเป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับความล้าทางระบบประสาทมาก (Dudley et al., 2020) การเพิ่มเวลาพักจึงส่งผลให้เกิดความล้าที่ระบบประสาทลดลง และเกิดการชดเชยความเร็วกลับคืนใกล้เคียงกับการฝึกครั้งแรก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Oliver et al. (2016) ที่พบว่าการฝึกคลัสเตอร์เซตมีพลังเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มความเร็วสูงสุดเป็นหลักในขณะที่แรงสูงสุดคงที่ โดยรูปร่างของแผนภูมิแสดงความเร็วสูงสุดในการฝึกแต่ละครั้งของผู้วิจัย (แผนภูมิที่ 3) มีลักษณะลดลงเฉพาะการฝึกครั้งแรก และคงที่ในการฝึกครั้งที่ 2 ถึง 6 อาจเกิดจากการเพิ่มสมรรถภาพหลังการกระตุ้นที่พบมากในการฝึกคลัสเตอร์เซต (Iacono et al., 2019; Nickerson et al., 2018) ทำให้การยกน้ำหนักครั้งก่อนหน้ามีผลต่อการเพิ่มความเร็วสูงสุดในการยกน้ำหนักครั้งถัดไป

เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยด้านการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีฝึกคลัสเตอร์เซต ในการวิเคราะห์ผลการวิจัยผู้วิจัยจึงต้องใช้วิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียจากงานวิจัยที่มีการศึกษาด้วยท่าฝึกที่ใกล้เคียงกัน เพื่อทำให้เห็นความแตกต่างว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีแบบคลัสเตอร์เซต มีความแตกต่างกันกับการฝึกคลัสเตอร์เซตอย่างเดียวในลักษณะใด เพื่อที่จะเข้าใจถึงกลไกของแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดเมื่อฝึกร่วมกับการฝึกคลัสเตอร์เซต

Chulalongkorn University

จากงานวิจัยของ Israetel et al. (2010) และงานวิจัยของ Anderson et al. (2008) ที่พบว่าการฝึกท่าสควอทด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดมีระดับกิจกรรมของกล้ามเนื้อที่เหนือกว่าการฝึกฟรีเวทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดจึงอาจส่งผลให้เกิดความล้าที่สูง เป็นผลให้กลุ่มที่พัก 40 วินาที ซึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้เวลาพักนานที่สุดในการศึกษานี้มีความเมื่อยล้าที่ต่ำ และจากการค้นพบว่าสมรรถภาพหลังการกระตุ้นจากการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดมีระดับที่สูงกว่าการฝึกฟรีเวท (Israetel et al., 2010; Krcmár et al., 2021; Wyland et al., 2015) การพักด้วยระยะเวลานานในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดอาจมีสมรรถภาพหลังการกระตุ้นคงเหลือมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการพักด้วยระยะเวลานานในกลุ่มฝึกด้วยฟรีเวทเนื่องจากอัตราการลดความเมื่อยล้าในร่างกายนั้นรวดเร็วกว่าอัตราการลดของสมรรถภาพ

หลังการกระตุ้น (Jo, 2009; Sahlin & Ren, 1989) นอกจากนี้ยังมีการค้นพบว่ากล้ามเนื้อวาสตัสแลทเทอราลิส (Vastus lateralis) ที่ทำหน้าที่เหยียดหัวเข่าในการฝึกด้วยแรงต้านผสมผสานยางยืดมีการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่สูงกว่าการฝึกด้วยฟรีเวทในช่วงปลายจังหวะสองของท่าสควอท (Israetel et al., 2010; Jakobsen et al., 2013) จึงอาจส่งผลให้เกิดการสะสมความเมื่อยล้าและลดความสามารถในการฝึกจังหวะสอง เนื่องจากกล้ามเนื้อวาสตัสแลทเทอราลิสมีขนาดหน้าตัดใหญ่ที่สุดในกลุ่มกล้ามเนื้อหน้าขา (Ema et al., 2017) เมื่อเกิดความเมื่อยล้าจึงส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อขาลดลงอย่างมาก

จากข้อมูลข้างต้นการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดอาจส่งผลให้เกิดระดับกิจกรรมกล้ามเนื้อที่สูงขึ้นส่งผลให้กล้ามเนื้อขาเกิดความล้าในช่วงปลายของช่วงการเคลื่อนไหว แต่ในขณะเดียวกันการฝึกด้วยต้านแบบผสมผสานยางยืดสามารถเพิ่มสมรรถภาพหลังการกระตุ้นในระดับสูงได้ด้วยเช่นกัน ผู้วิจัยจึงสันนิษฐานว่ากลไกการเพิ่มและการลดสมรรถภาพดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันส่งผลให้แผนภูมิของสมรรถภาพ พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดของงานวิจัยชิ้นนี้ไม่เป็นเส้นตรงสอดคล้องกับสมมุติฐานเชิงทฤษฎีการฝึกคลัสเตอร์เซตของ Haff et al. (2003)

การทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาข้างต้นยังไม่มีการศึกษาใดที่ทดลองฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีคลัสเตอร์เซต โดยผลการวิจัยครั้งนี้สามารถยืนยันได้ว่าการฝึกสองรูปแบบร่วมกันควรใช้การพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งขั้นต่ำที่ 40 วินาที เพื่อที่จะได้ประโยชน์จากการรักษาระดับของความสามารถด้านพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดอย่างเต็มที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิปรายผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2

วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับการฝึกคลัสเตอร์เซต กับผลของการฝึกแบบประเพณีนิยมในตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงและพลัง ได้แก่ พลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด อัตราการสร้างแรงสูงสุด และความแข็งแรงสูงสุด

ผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 ไม่เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 ที่กำหนดไว้ว่า การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตสามารถเพิ่มความแข็งแรงและพลังใน

นักกีฬายกน้ำหนักยุวชนได้มากกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม จึงไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hammami et al. (2020) ที่พบว่ากลุ่มทดลองของนักกีฬายกน้ำหนักยุวชนชายสามารถเพิ่มพลังได้ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเกิดจากวิธีฝึกของกลุ่มทดลองจากวิจัยดังกล่าวแตกต่างกันกับการศึกษานี้ โดยงานวิจัยของ Hammami et al. (2020) ได้ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริก (Eccentric) และการศึกษานี้เป็นการฝึกแบบคอนเซ็นตริก (Concentric) นอกจากนี้ธรรมชาติของนักกีฬาเด็กที่มีระดับตอบสนองต่อการกระตุ้นผ่านทางระบบประสาทส่วนกลางน้อยกว่าผู้ใหญ่ (Streckis et al., 2007) ส่งผลให้ระดับการกระตุ้นเพื่อพัฒนาพลังไม่เพียงพอต่อการสร้างความแตกต่างอย่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างตัวแปรก่อนการฝึกและตัวแปรหลังการฝึก กลุ่มทดลองมีการระดับความสามารถที่เหนือกว่ากลุ่มควบคุมในทุกตัวแปรได้แก่ พลังสูงสุด (กลุ่มทดลองเพิ่มได้ 45 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มควบคุมเพิ่มได้ 8.6 เปอร์เซ็นต์) แรงสูงสุด (กลุ่มทดลองเพิ่มได้ 20.4 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มควบคุมเพิ่มได้ 10.2 เปอร์เซ็นต์) ความเร็วสูงสุด (กลุ่มทดลองลดลง -3.8 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มควบคุมลดลง -7 เปอร์เซ็นต์) อัตราการพัฒนาแรงสูงสุด (กลุ่มทดลองเพิ่มได้ 65.5 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มควบคุมเพิ่มได้ 30.7 เปอร์เซ็นต์) และความแข็งแรงสูงสุด (กลุ่มทดลองเพิ่มได้ 7 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มควบคุมเพิ่มได้ 6.7 เปอร์เซ็นต์) ผู้วิจัยจึงสันนิษฐานว่าการฝึกด้วยระยะเวลาที่นานขึ้นอาจส่งผลให้กลุ่มทดลองมีการพัฒนาสมรรถภาพมากพอที่จะสร้างความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อให้เข้าใจถึงกลไกการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับการฝึกคลัสเตอร์เซต ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นไปที่การอภิปรายเปรียบเทียบตัวแปรภายในกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรภายในกลุ่มด้านพลังสูงสุดแสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองเป็นกลุ่มเดียวที่สามารถเพิ่มพลังสูงสุดได้ โดยอาจเกิดจากการฝึกด้วยแรงต้านผสมผสานยางยืดลดแรงในช่วงสติกกิงรีเจียน (Sticking region) ส่งผลให้การออกแรงตลอดช่วงการเคลื่อนไหวมีความต่อเนื่องเพิ่มขึ้นนำไปสู่การเกิดพลังสูงสุดในการฝึกแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น (Anderson et al., 2008; Paditsaeree et al., 2016) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Israetel et al. (2010) ที่พบว่าการฝึกด้วยแรงต้านผสมผสานยางยืดมีระดับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Muscle EMG) ที่เหนือกว่าการฝึกด้วยฟรีเวท นอกจากนี้งานวิจัยจำนวนมากยังพบว่าการฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตมีระดับความสามารถสูงสุดแบบฉับพลันที่เหนือกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม (Hardee et al., 2013; Iglesias-Soler et al., 2014; Moreno, 2012; Oliver et

al., 2015; Tufano et al., 2016; Tufano et al., 2017; Wetmore, 2018) จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยสันนิษฐานว่ากลุ่มทดลองเกิดการเพิ่มพลังสูงสุดเนื่องจากมีระดับกิจกรรมของกล้ามเนื้อและระดับความสามารถเฉลี่ยต่อเซตการฝึกที่มากกว่ากลุ่มควบคุม

จากผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเร็วสูงสุดลดลง โดยอาจเกิดจากการไล่ระดับความหนักเพิ่มขึ้นในการฝึกทุกสัปดาห์ส่งผลให้ความเร็วสูงสุดลดลงตามความหนักที่เพิ่มขึ้น โดยกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มเดียวที่มีการลดลงของความเร็วสูงสุดในช่วงท้ายของการฝึก (ระหว่างการฝึก-หลังการฝึก) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cronin et al. (2007) ที่พบว่าการฝึกด้วยความหนักสูงติดต่อกันจะส่งผลให้เกิดการลดสมรรถภาพด้านความเร็วสูงสุด ผู้วิจัยคาดการณ์ว่ากลุ่มทดลองมีการปรับเลื่อนของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle phenotype shift) ที่แตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม จากหลักการด้านขนาด (Size principle’s) ที่ระบุไว้ว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะถูกเรียกใช้งานก่อนเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Henneman et al., 1965) ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าวิธีฝึกของกลุ่มทดลองมีการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อหดตัวเร็วทูเอ็กซ์ (Fast twitch IIx) ในช่วงจังหวะสองของท่าคลีนพูลที่มากกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากกล้ามเนื้อหดตัวช้าจะทำงานได้ดีในแรงต้านที่น้อย จึงทำงานได้ดีในจังหวะหนึ่งที่มีการลดแรงต้านในช่วงต้นการเคลื่อนไหวด้วยวิธีใช้แรงต้านผสมผสานยางยืด ส่งผลให้จังหวะสองซึ่งเป็นจังหวะที่สำคัญในการสร้างพลังในท่าคลีนพูลของกลุ่มทดลองมีกล้ามเนื้อหดตัวเร็วทูเอ็กซ์ที่พร้อมใช้งานที่มากกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อฝึกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานกลุ่มทดลองจึงอาจเกิดการปรับเลื่อนของเส้นใยกล้ามเนื้อจากหดตัวช้าวันเอไปสู่กล้ามเนื้อหดตัวเร็วทูเอ็กซ์

Chulalongkorn University

แม้ว่ากลุ่มทดลองจะมีพลังสูงสุดและการรักษาระดับความเร็วที่เหนือกว่ากลุ่มควบคุม แต่กลุ่มควบคุมได้แสดงถึงการปรับตัวต่อความแข็งแรงที่เร็วกลุ่มทดลอง โดยพบว่ากลุ่มควบคุมสามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดท่าคลีนพูลได้อย่างรวดเร็วช่วงต้นการฝึก (ก่อนการฝึก-ระหว่างการฝึก) ในขณะที่กลุ่มทดลองพัฒนาได้ช้ากว่าในช่วงท้ายการฝึก (ระหว่างการฝึก-หลังการฝึก) ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าการเพิ่มความแข็งแรงที่ล่าช้าของกลุ่มทดลองอาจเกิดจากการฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตมีเวลาการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle time under tension) ที่ต่ำกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม (Oliver et al., 2015) ส่งผลให้กลุ่มทดลองมีการพัฒนามวลกล้ามเนื้อ (Muscle hypertrophy) ที่

น้อยกว่าและช้ากว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามการตรวจวัดมวลกล้ามเนื้ออยู่นอกเหนือขอบเขตของการวิจัยชิ้นนี้

ประเด็นที่น่าสนใจเมื่อพิจารณาจากแผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยแยกเพศของอัตราการสร้างแรงสูงสุด (แผนภูมิที่ 4) แม้ว่าค่าเฉลี่ยรวมจะแสดงถึงการฝึกทั้งสองรูปแบบสามารถพัฒนาอัตราการสร้างแรงสูงสุดภายในการฝึก 6 สัปดาห์ได้เหมือนกัน แต่ค่าเฉลี่ยของเพศชายมีความแตกต่างอย่างมาก โดยกลุ่มทดลองเพศชายมีอัตราการสร้างแรงสูงสุดได้มากกว่าค่าเฉลี่ยรวม (Grand mean) แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ค่าเฉลี่ยเพศชายและเพศหญิงเกาะกลุ่มอยู่กับค่าเฉลี่ยรวม หรืออาจกล่าวได้ว่าเพศชายเมื่อฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตจะสามารถเพิ่มอัตราการสร้างแรงสูงสุดได้ดี สอดคล้องกับวิจัยของ Streckis et al. (2007) ที่ค้นพบว่าเด็กผู้ชายมีระดับการทำงานของสัญญาณประสาทส่วนกลางที่เหนือกว่าเด็กผู้หญิง ผู้วิจัยจึงสันนิษฐานว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตมีระดับการกระตุ้นต่อประสาทส่วนกลางที่เหนือกว่าการฝึกด้วยวิธีประเพณีนิยม

จากผลการวิจัยและการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมายังคงไม่พบผลลัพท์ด้านการปรับตัวระยะยาวที่ชัดเจนทั้งจากการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดและจากการฝึกแบบคลัสเตอร์เซต จากผลวิจัยที่ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มประเพณีนิยมจึงสามารถกล่าวได้ว่า การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตมีความหนักที่น้อยกว่าและมีเวลาการทำงานของกล้ามเนื้อที่มากกว่าวิธีประเพณีนิยม แต่ได้ผลลัพธ์ที่เท่าเทียมกันกับวิธีประเพณีนิยม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย ในขั้นตอนที่ 1

จากข้อมูลดังกล่าวผู้ฝึกสอนและนักกีฬาที่สนใจใช้วิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสาน ร่วมกับวิธีฝึกคลัสเตอร์เซตสามารถใช้ประโยชน์จากกลไกการเพิ่มและการลดพลังในการออกแบบเซตการฝึกที่มีหลายท่าฝึกแบบซับซ้อน (Complex sets) โดยเลือกท่าฝึกที่ทำได้ยากมาใช้ในครั้งที่ 1 3 5 และ 6 และเลือกท่าฝึกที่ทำได้ง่ายมาใช้ในครั้งที่ 2 และ 4 เช่น

“1 คลีน + 1 คลีนพูล + 1 คลีน + 1 คลีนพูล + 2 คลีน”

เป็นต้น วิธีดังกล่าวจะช่วยให้สามารถฝึกท่าที่ทำได้ยากอย่างเต็มที่ ในขณะเดียวกันยังสามารถรักษาระดับการกระตุ้นและกิจกรรมกล้ามเนื้อให้สูงไว้ด้วยการฝึกท่าที่ง่าย

ผลการทดสอบความตรงของวิธีการทดสอบความหนักสูงสุดท่าคลีนพูลด้วยเครื่องวัดตำแหน่งเชิงเส้น (ภาคผนวก ฌ) ที่ผู้วิจัยคิดค้นขึ้นมีความตรงใกล้เคียงกับงานวิจัยหลายชิ้นที่นิยมใช้ความหนัก 120 เปอร์เซ็นต์อ้างอิงกับความหนักท่าคลีนพูลสูงสุด (Comfort et al., 2015; Garhammer, 1982; Haff et al., 2003; Hydock, 2001; Kawamori et al., 2006; Macke, 2018) ผู้วิจัยคาดหวังว่าวิธีการดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการตรวจวัดความหนักท่าคลีนพูลสูงสุดแบบวัดตรง (Direct clean pull 1RM assessment) ในอนาคต

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย ในขั้นตอนที่ 2

วิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานร่วมกับวิธีฝึกคลัสเตอร์เซตสามารถใช้ทดแทนวิธีฝึกแบบประเพณีนิยมได้ เนื่องจากมีน้ำหนักในช่วงเริ่มต้นน้อยกว่า ส่งผลให้ความหนักเฉลี่ยตลอดช่วงการเคลื่อนไหวลดลงและเกิดภาระต่อร่างกายน้อยกว่าวิธีฝึกประเพณีนิยม วิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานร่วมกับวิธีฝึกคลัสเตอร์เซตจึงเหมาะนำไปฝึกนักกีฬาเด็กที่มีมีความเสี่ยงในการบาดเจ็บสูงกว่านักกีฬาผู้ใหญ่ ทั้งนี้ผู้ฝึกสอนอาจจะพิจารณาเลือกใช้วิธีฝึกให้เหมาะสมกับช่วงเวลาและนักกีฬา ณ ขณะนั้น เช่น เลือกใช้วิธีฝึกแบบประเพณีนิยม ในช่วงเตรียมตัวก่อนแข่งขัน (Preparatory phase) เพื่อสร้างฐานความแข็งแรง (Base strength) เพราะผลการวิจัยได้แสดงถึงการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดอย่างรวดเร็ว และเลือกใช้วิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานร่วมกับวิธีฝึกคลัสเตอร์เซตในช่วงใกล้แข่งขัน (Competition phase) เพราะผลการวิจัยได้แสดงถึงการพัฒนาพลังสูงสุด เป็นต้น

ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้ ในขั้นตอนที่ 1

1. กลุ่มตัวอย่างมีน้อยเนื่องจากจำนวนนักกีฬายกน้ำหนักในประเทศไทยมีน้อยกว่ากีฬาประเภทอื่นๆ

ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้ ในขั้นตอนที่ 2

1. กลุ่มตัวอย่างมีน้อยเนื่องจากจำนวนนักกีฬายกน้ำหนักในประเทศไทยมีน้อยกว่ากีฬาประเภทอื่นๆ

2. การวิจัยในชายและหญิงมีการกระจายตัวของข้อมูลที่สูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Ján, T. (2020). *IWF Technical and Competition Rules & Regulations*. The International Weightlifting Federation.

Anderson, C. E., Sforzo, G. A., & Sigg, J. A. (2008). The effects of combining elastic and free weight resistance on strength and power in athletes. *J Strength Cond Res*, 22(2), 567-574. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181634d1e

Bellar, D. M., Muller, M. D., Barkley, J. E., Kim, C.-H., Ida, K., Ryan, E. J., Bliss, M. V., & Glickman, E. L. (2011). The Effects of Combined Elastic- and Free-Weight Tension vs. Free-Weight Tension on One-Repetition Maximum Strength in the Bench Press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 459-463. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1f8b6

Berning, J. M., Coker, C. A., & Briggs, D. (2008). The biomechanical and perceptual influence of chain resistance on the performance of the olympic clean. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 390-395.

Bigard, X. A., Janmot, C., Merino, D., Lienhard, F., Guezennec, Y. C., & D'Albis, A. (1996). Endurance training affects myosin heavy chain phenotype in regenerating fast-twitch muscle. *Journal of applied physiology*, 81(6), 2658-2665.

Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in Physiology*, 10, 1359.

Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization training for sports, 3e*. Human kinetics.

Bompa, T. O., & Carrera, M. (2015). *Conditioning young athletes*. Human Kinetics.

Böttcher, J., & Deutscher, E. (2004). Technikübersicht Gewichtheben in Abstimmung mit dem IAT Leipzig Dr. *Lippmann. Kuva saatavissa osoitteessa: http://www. coachr. org/weightlifting_in_training_for_athletics. htm*.

Boullosa, D. A., Abreu, L., Beltrame, L. G., & Behm, D. G. (2013). The acute effect of different half squat set configurations on jump potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2059-2066.

Comfort, P., Jones, P. A., & Udall, R. (2015). The effect of load and sex on kinematic and

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

kinetic variables during the mid-thigh clean pull. *Sports biomechanics*, 14(2), 139-156.

Crewther, B., Keogh, J., Cronin, J., & Cook, C. (2006). Possible stimuli for strength and power adaptation. *Sports medicine*, 36(3), 215-238.

Cronin, J., Ogden, T., Lawton, T., & Brughelli, M. (2007). Does increasing maximal strength improve sprint running performance? *Strength and Conditioning Journal*, 29(3), 86.

Drinkwater, E. J., Lawton, T. W., Lindsell, R. P., Pyne, D. B., Hunt, P. H., & McKenna, M. J. (2005). Training leading to repetition failure enhances bench press strength gains in elite junior athletes. *J Strength Cond Res*, 19(2), 382-388.

Dudley, C. E., Drinkwater, E. J., & Feros, S. A. (2020). Different Cluster-Loading Protocols Have No Effect on Intraset and Interset Power Expression. *Journal of strength and conditioning research*, 1-7.

Ema, R., Wakahara, T., Hirayama, K., & Kawakami, Y. (2017). Effect of knee alignment on the quadriceps femoris muscularity: Cross-sectional comparison of trained versus untrained individuals in both sexes. *PloS one*, 12(8), e0183148.

Enoka, R. M. (1979). The pull in Olympic weightlifting. *Med Sci Sports*, 11(2), 131-137.

Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *The Journal of Physiology*, 586(1), 11-23.

Everett, G. (2009). *Olympic weightlifting: A complete guide for athletes & coaches*. Catalyst Athletics Sunnyvale.

Everett, G. (2012). *Olympic weightlifting for sports*. Catalyst Athletics.

Fukunaga, T., Ichinose, Y., Ito, M., Kawakami, Y., & Fukashiro, S. (1997). Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo. *Journal of applied physiology*, 82(1), 354-358.

García-Ramos, A., González-Hernández, J. M., Baños-Pelegrín, E., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Boullosa, D., Haff, G. G., & Jiménez-Reyes, P. (2020). Mechanical and metabolic responses to traditional and cluster set configurations in the bench press exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(3), 663-670.

Garhammer, J. (1982). The 1982 elite weightlifting project biomechanics report.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Submitted to the Sports Medicine Div., US Olympic Committee, and the US Weightlifting Fed.

Ghigiarelli, J. J., Nagle, E. F., Gross, F. L., Robertson, R. J., Irrgang, J. J., & Myslinski, T. (2009). The effects of a 7-week heavy elastic band and weight chain program on upper-body strength and upper-body power in a sample of division 1-AA football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 756-764.

Gleim, G. W., & McHugh, M. P. (1997). Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports medicine*, 24(5), 289-299.

Güllich, A., & Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletics*, 11, 67-84.

Haff, G. G. (2010). Quantifying workloads in resistance training: a brief review. *Strength Cond J*, 10, 31-40.

Haff, G. G., Hobbs, R. T., Haff, E. E., Sands, W. A., Pierce, K. C., & Stone, M. H. (2008). Cluster training: A novel method for introducing training program variation. *Strength & Conditioning Journal*, 30(1), 67-76.

Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of strength training and conditioning* 4*th edition*. Human kinetics.

Haff, G. G., Whitley, A., McCoy, L. B., O'BRYANT, H. S., Kilgore, J. L., Haff, E. E., Pierce, K., & Stone, M. H. (2003). Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during a clean pull. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 95-103.

Hammami, R., Duncan, M. J., Nebigh, A., Werfelli, H., & Rebai, H. (2020). The effects of 6 weeks eccentric training on speed, dynamic balance, muscle strength, power, and lower limb asymmetry in prepubescent weightlifters. *J. Strength Cond. Res*.

Hansen, K. T., Cronin, J. B., & Newton, M. J. (2011). The effect of cluster loading on force, velocity, and power during ballistic jump squat training. *International journal of sports physiology and performance*, 6(4), 455-468.

Hardee, J. P. (2011). Effect of inter-repetition rest on kinetic and kinematic variables in the power clean. *Unpublished MSc thesis. Appalachian State University, Boone, NC*.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Zwetsloot, K. A., Triplett, N. T., Utter, A. C., & McBride, J. M. (2013). Effect of cluster set configurations on power clean technique. *Journal of sports sciences*, 31(5), 488-496.

Hardee, J. P., Triplett, N. T., Utter, A. C., Zwetsloot, K. A., & Mcbride, J. M. (2012). Effect of interrepetition rest on power output in the power clean. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 883-889.

Harris, R., Edwards, R., Hultman, E., Nordesjö, L., Nylind, B., & Sahlin, K. (1976). The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflügers Archiv*, 367(2), 137-142.

Hebestreit, H., Mimura, K., & Bar-Or, O. (1993). Recovery of muscle power after high-intensity short-term exercise: comparing boys and men. *Journal of applied physiology*, 74(6), 2875-2880.

Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D. O. (1965). Excitability and inhibitibility of motoneurons of different sizes. *Journal of neurophysiology*, 28(3), 599-620.

Hori, N., Chiu, L., & Kawamori, N. (2009). Pulling movement in weightlifting exercises from a biomechanical standpoint. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 17, 18-24.

Hydock, D. (2001). The weightlifting pull in power development. *Strength & Conditioning Journal*, 23(1), 32.

Iacono, A. D., Beato, M., & Halperin, I. (2019). The effects of cluster-set and traditional-set postactivation potentiation protocols on vertical jump performance. *International journal of sports physiology and performance*, 15(4), 464-469.

Iglesias-Soler, E., Carballeira, E., Sánchez-Otero, T., Mayo, X., & Fernández-del-Olmo, M. (2014). Performance of maximum number of repetitions with cluster-set configuration. *International journal of sports physiology and performance*, 9(4), 637-642.

Ikeda, Y., Jinji, T., Matsubayashi, T., Matsuo, A., Inagaki, E., Takemata, T., & Kikuta, M. (2012). Comparison of the snatch technique for female weightlifters at the 2008 Asian Championships. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1281-1295.

Innervations. (2021). *Technical Note – Ballistic Measurement System – Parameter*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Calculations. Innervations. Retrieved 24/5/2021 from https://www.innervations.com/2021/01/11/technical-note-ballistic-measurement-system-parameter-calculations/

Israetel, M. A., McBride, J. M., Nuzzo, J. L., Skinner, J. W., & Dayne, A. M. (2010). Kinetic and Kinematic Differences Between Squats Performed With and Without Elastic Bands. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 190-194. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819b7995

Izquierdo, M., Ibanez, J., González-Badillo, J. J., Hakkinen, K., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., French, D. N., Eslava, J., Altadill, A., & Asiain, X. (2006). Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *Journal of applied physiology*, 100(5), 1647-1656.

Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Andersen, C. H., Aagaard, P., & Andersen, L. L. (2013). Muscle activity during leg strengthening exercise using free weights and elastic resistance: effects of ballistic vs controlled contractions. *Human movement science*, 32(1), 65-78.

Jo, E. (2009). *Influence of recovery duration following a potentiating stimulus on muscular power*. California State University, Fullerton.

Kawakami, Y., Abe, T., & Fukunaga, T. (1993). Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. *Journal of applied physiology*, 74(6), 2740-2744.

Kawamori, N., Rossi, S. J., Justice, B. D., Haff, E. E., Pistilli, E. E., O'BRYANT, H. S., Stone, M. H., & Haff, G. G. (2006). Peak force and rate of force development during isometric and dynamic mid-thigh clean pulls performed at various intensities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 483-491.

Komi, P. V. (1992). Strength and power in sport.

Krcmár, M., Krcmárová, B., Bakalár, I., & Šimonek, J. (2021). Acute Performance Enhancement Following Squats Combined With Elastic Bands on Short Sprint and Vertical Jump Height in Female Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(2), 318-324.

Krzysztof, M., & Mero, A. (2013). A kinematics analysis of three best 100 m performances

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ever. *Journal of human kinetics*, 36, 149.

Latella, C., Teo, W.-P., Drinkwater, E. J., Kendall, K., & Haff, G. G. (2019). The acute neuromuscular responses to cluster set resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 49(12), 1861-1877.

Lawton, T., Cronin, J., Drinkwater, E., Lindsell, R., & Pyne, D. (2004). The effect of continuous repetition training and intra-set rest training on bench press strength and power. *J Sports Med Phys Fitness*, 44(4), 361-367.

Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Meyers, R. W., Moody, J. A., & Stone, M. H. (2012). Long-term athletic development and its application to youth weightlifting. *Strength & Conditioning Journal*, 34(4), 55-66.

Macke, H. M. (2018). The Relationship of Force-Time Variables Between the Loaded Squat Jump and the Midthigh Block Clean Pull.

Mayo, X., Iglesias-Soler, E., & Fernández-Del-Olmo, M. (2014). Effects of set configuration of resistance exercise on perceived exertion. *Perceptual and motor skills*, 119(3), 825-837.

Mcguigan, M. (2017). *Developing power*. Human Kinetics.

McMaster, D. T., Cronin, J., & McGuigan, M. (2009). Forms of variable resistance training. *Strength & Conditioning Journal*, 31(1), 50-64.

Meznaric, M., & Cvetko, E. (2016). Size and proportions of slow-twitch and fast-twitch muscle fibers in human costal diaphragm. *BioMed research international*, 2016.

Micheli, L., & Mountjoy, M. (2009). The Young Athlete. In (pp. 363-381). https://doi.org/10.1002/9781444303315.ch22

Morales-Artacho, A. J., Padial, P., García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., & Feriche, B. (2018). Influence of a cluster set configuration on the adaptations to short-term power training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 930-937.

Moreno, S. (2012). *Effect of cluster sets on plyometric jump power*. California State University, Fullerton.

Muller, J. E., Mittleman, M. A., Maclure, M., Sherwood, J. B., & Tofler, G. H. (1996). Triggering myocardial infarction by sexual activity: low absolute risk and prevention by regular physical exertion. *Jama*, 275(18), 1405-1409.

Nickerson, B. S., Mangine, G. T., Williams, T. D., & Martinez, I. A. (2018). Effect of cluster

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

set warm-up configurations on sprint performance in collegiate male soccer players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(6), 625-630.

Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. (2015). Acute response to cluster sets in trained and untrained men. *European journal of applied physiology*, 115(11), 2383-2393.

Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S. C., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. (2016). Velocity drives greater power observed during back squat using cluster sets. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(1), 235-243.

Osaki, Y., Kunin, M., Cohen, B., & Raphan, T. (2008). Relative contribution of walking velocity and stepping frequency to the neural control of locomotion. *Experimental brain research*, 185(1), 121-135.

Paditsaeree, K., Intiraporn, C., & Lawsirirat, C. (2016). Comparison between the effects of combining elastic and free-weight resistance and free-weight resistance on force and power production. *Journal of strength and conditioning research*, 30(10), 2713-2722.

Prejean, S., Judge, L. W., Patrick, T. J., & Bellar, D. (2012). Acute effects of combined elastic and free-weight tension on power in the bench press lift. *Sport J*, 15(1).

Rhea, M. R., Kenn, J. G., & Dermody, B. M. (2009). Alterations in speed of squat movement and the use of accommodated resistance among college athletes training for power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2645-2650.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Sahlin, K., & Ren, J. (1989). Relationship of contraction capacity to metabolic changes during recovery from a fatiguing contraction. *Journal of applied physiology*, 67(2), 648-654.

Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and sport sciences reviews*, 30(3), 138-143.

StackHealthy. (2015). *Olympic Lifting*. https://www.stackhealthy.com/olympic-lifting/

Streckis, V., Skurvydas, A., & Ratkevicius, A. (2007). Children are more susceptible to central fatigue than adults. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 36(3), 357-363.

Suchomel, T. J., Comfort, P., & Lake, J. P. (2017). Enhancing the force-velocity profile of

athletes using weightlifting derivatives. *Strength & Conditioning Journal*, 39(1), 10-20.

Suchomel, T. J., Comfort, P., & Stone, M. H. (2015). Weightlifting pulling derivatives: Rationale for implementation and application. *Sports medicine*, 45(6), 823-839.

Takano, B. (2012). *Weightlifting programming: A winning coach's guide*. Catalyst Athletics.

TAWA. (2020). *Events*. Thailand Amature Weightlifting Association. http://tawa.or.th/event/?fbclid=IwAR2djch8Sc_v5vhrCnoAU9iBpECONXV3GM-0jtgyChSnAeb9fb-fYAAZwE8

Theintz, G. E., Howald, H., Weiss, U., & Sizonenko, P. (1993). Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. *The Journal of pediatrics*, 122(2), 306-313.

Tufano, J. J., Conlon, J., Nimphius, S., Brown, L. E., Seitz, L., Williamson, B., & Haff, G. G. (2016). Cluster sets maintain velocity and power during high-volume back squats. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(7), 885-892.

Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., Banyard, H. G., Williamson, B. D., Bishop, L. G., Hopper, A. J., & Haff, G. G. (2017). Cluster sets: permitting greater mechanical stress without decreasing relative velocity. *International journal of sports physiology and performance*, 12(4), 463-469.

Vincent, W. (1995). Statistics in kinesiology. Human kinetics. *Champaign, IL*, 178-181.

Wallace, B. J., Winchester, J. B., & McGuigan, M. R. (2006). Effects of elastic bands on force and power characteristics during the back squat exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 268-272.

Wetmore, A. B. (2018). Cluster set loading in the back squat: kinetic and kinematic implications.

Whyte, G. P. (2006). *The physiology of training*. Churchill Livingstone/Elsevier.

Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2004). *Physiology of sport and exercise* (Vol. 20). Human kinetics Champaign, IL.

Woods, B. A. (2019). Youth weightlifting - A review on the risks, benefits, and long-term athlete development associated with weightlifting amongst youth athletes. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 27(03), 53-68.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Wyland, T. P., Van Dorin, J. D., & Reyes, G. F. C. (2015). Postactivation Potentation Effects From Accommodating Resistance Combined With Heavy Back Squats on Short Sprint Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(11), 3115-3123. https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000991

Zatsiorsky, V. M., Kraemer, W. J., & Fry, A. C. (2020). *Science and practice of strength training*. Human Kinetics.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

สรุปคะแนนการตรวจความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิ ในขั้นตอนที่ 1 (IOC study 1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก.

สรุปคะแนนการตรวจความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิ ในขั้นตอนที่ 1

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC
	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
เกณฑ์การทดสอบ				
1. เกณฑ์การทดสอบความหนักในท่าคลีนพูลสูงสุด				
1.1 ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเรียกเพิ่มน้ำหนักในการทดสอบด้วยตนเอง (Self selected)	4	0	1	0.6
1.2 ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเพิ่มน้ำหนักจนกว่าจะถึงความหนักที่ไม่สามารถดึงบาร์เบลได้สูงกว่าตำแหน่งเขย่งเท้า และเหยียดแขนตรง เมื่อจับบาร์เบลในความกว้างเท่ากับหัวไหล่ของตนเอง (ตรวจวัดความสูงของการดึงบาร์เบลด้วยตัวแปลงสัญญาณตำแหน่งเชิงเส้น)	4	0	1	0.6
2. การทดสอบพลังกล้ามเนื้อในท่าคลีนพูลด้วยวิธีคลัสเตอร์เซ็ท				
2.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องดึงบาร์เบลสูงกว่าตำแหน่งเขย่งเท้า และเหยียดแขนตรง เมื่อจับบาร์เบลในความกว้างเท่ากับหัวไหล่ของตนเองได้ทั้ง 6 ครั้ง	5	0	0	1
2.2 กรณีที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถดึงบาร์เบลได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ข้างต้น ให้พัก 5 นาที แล้วทำการทดสอบใหม่ หากทดสอบครบ 3 รอบ ยังไม่สามารถทำได้ ให้นัดหมายมาทำการทดสอบในอีก 24 ชั่วโมง	5	0	0	1
รูปแบบการทดสอบ				
3. การใช้ท่าฝึกคลีนพูล (Clean Pull) ในการทดสอบพลังสูงสุด	5	0	0	1
4. การใช้ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของท่าคลีนพูลสูงสุด	5	0	0	1
5. การใช้สัดส่วนแรงต้านจากยางยืดต่อน้ำหนักบาร์เบล	5	0	0	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10 ต่อ 90 เปอร์เซ็นต์				
6. ฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซ็ท โดยใช้เวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง ดังนี้				
6.1 กลุ่มทดสอบรูปแบบที่ 1 : 20 วินาที	5	0	0	1
6.2 กลุ่มทดสอบรูปแบบที่ 2 : 30 วินาที	5	0	0	1
6.3 กลุ่มทดสอบรูปแบบที่ 3 : 40 วินาที	5	0	0	1
7. ฝึกจำนวน 6 ครั้ง	5	0	0	1
8. ฝึก 3 เซ็ท	5	0	0	1
9. พักระหว่างเซ็ท 3 นาที	3	2	0	0.6
ความถี่ในการทดสอบ และการนัดหมาย				
10. สุ่มรูปแบบการทดสอบ 3 วัน 3 รูปแบบ แก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 9 คน ด้วยวิธี Latin Square 3 x 9 เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากผลกระทบของรูปแบบฝึกในวันก่อนหน้า	5	0	0	1
11. ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนจะได้ทดสอบทั้ง 3 รูปแบบ ระยะเวลาระหว่างการทดสอบแต่ละรูปแบบ 48 ชั่วโมง	4	1	0	0.8
			ค่าเฉลี่ย IOC	0.91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

สรุปคะแนนการตรวจความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิ ในขั้นตอนที่ 2 (IOC study 2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปคะแนนการตรวจความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิ

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC
	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
การออกแบบโปรแกรมการฝึก				
1. การฝึกเป็นรูปแบบฝึกเสริม 40 วินาที(Supplementary Exercise) โดยจะฝึกหลังจากนักกีฬาฝึกโปรแกรมฝึกซ้อมประจำวันของโรงเรียนกีฬาเสร็จสิ้น	5			1
2. ระยะเวลาในการฝึก 6 สัปดาห์	5			1
3. ฝึกเฉพาะท่าฝึกคลีนพูล (Clean Pull) เพียงท่าเดียว	5			1
4. ความหนัก และปริมาณการฝึกแต่ละสัปดาห์มีความเหมาะสม				
4.1 สัปดาห์ที่ 1 ความหนัก 85% 6 ครั้ง 4 เซ็ท	5			1
4.2 สัปดาห์ที่ 2 ความหนัก 85% 6 ครั้ง 4 เซ็ท	4	1		0.8
4.3 สัปดาห์ที่ 3 ความหนัก 87% 5 ครั้ง 4 เซ็ท	5			1
4.4 สัปดาห์ที่ 4 ความหนัก 87% 5 ครั้ง 4 เซ็ท	5			1
4.5 สัปดาห์ที่ 5 ความหนัก 90% 3 ครั้ง 3 เซ็ท	5			1
4.6 สัปดาห์ที่ 6 ความหนัก 90% 3 ครั้ง 3 เซ็ท	5			1
5. ความถี่ในการฝึกมีความเหมาะสม				
5.1 ฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เว้นระยะห่าง 48 ชั่วโมง ขึ้นไป (ตัวอย่างเช่น นัดหมายครั้งแรกวันจันทร์ การนัดหมายครั้งถัดมาจะต้องเป็นพุธเป็นต้นไป)	5			1
5.2 กรณีนักกีฬามีการฝึกซ้อมมากกว่า 1 ครั้งใน 1วัน จะเลือกฝึกเสริมเฉพาะภายหลังการฝึกครั้งสุดท้ายของวันนั้น (ตัวอย่างเช่น นักกีฬาที่ซ้อม เช้า-เย็น จะให้ฝึกเสริมหลังการฝึกในช่วงเย็น)	5			**1**
การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง				
6. การแบ่งกลุ่มตัวอย่างมีความเหมาะสม				
6.1 เรียงลำดับนักกีฬา 18 คนตามความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวจากมากไปหาน้อย	5			**1**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2 นิยามรายชื่อ 9 คนแรกเป็นนักกีฬาที่มีความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมาก 9 คนหลังเป็นนักกีฬาที่มีความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวน้อย	5			1
6.3 แจกแจงนักกีฬาลงกลุ่มทดลองสองกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใส่คืน โดยทั้งสองกลุ่มจะมีนักกีฬาความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมาก และน้อยในจำนวนเท่ากัน	5			1
6.4 ทดสอบซ้ำด้วยการทดสอบค่า “ที” แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (Independent sample t-test) เพื่อตรวจสอบว่าความแข็งแรงของท่าคลีนพูลต่อน้ำหนักตัวของนักกีฬาทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน	5			1
6.5 หากมีความแตกต่างกันให้ทำการสุ่มใหม่จนทดสอบไม่พบความแตกต่าง	5			1
การทดสอบ ก่อน ระหว่าง และหลังการฝึก				
7. ทุกการทดสอบจะทดสอบ 2 ท่า				
7.1 ท่ากระโดดต้านการเคลื่อนไหว (Counter movement jump) เก็บข้อมูล พลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด	4		1	0.6
7.2 ท่าคลีนพูลสูงสุด เก็บข้อมูล พลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้ผ่านเกณฑ์ (1RM)	5			1
8. หลังการทดสอบระหว่างการฝึก (สัปดาห์ที่ 4) จะคำนวนปรับตารางฝึกตามความแข็งแรงของท่าคลีนพูลสูงสุดที่เปลี่ยนแปลง	4		1	0.6
			ค่าเฉลี่ย IOC	0.95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ใบรับรองโครงการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่หนังสือรับ 0360A
วันที่ 28 ธ.ค. 61 เวลา 13.21 น.

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-3202
ที่ จว1395/2561 **วันที่** 24 ธันวาคม 2561
เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ตามที่นิสิต/บุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในการนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลักได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 236.1/61 เรื่อง ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานระหว่างยางยืดและฟรีเวทด้วยการฝึกแบบคลัสเตอร์เซตที่มีต่อพลังสูงสุดในท่าคลีนพูล (EFFECTS OF COMBINED ELASTIC AND FREE WEIGHT RESISTANCE USING CLUSTER SET ON PEAK POWER OF CLEAN PULL) **ของ นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์** โดยมีข้อสังเกต ดังนี้

ควรใช้คำให้สม่ำเสมอว่า เซท หรือ เซต

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

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

เรียน คณบดี ผ่านรองคณบดีฝ่ายวิจัย
เพื่อโปรด
- [x] ทราบ และดำเนินการต่อไป
- [ ] พิจารณา
- [ ] อนุมัติ
- [ ] อนุมัติ

ลงชื่อ.....
28 ธ.ค. 2561

เรียน คณบดี
เพื่อทราบและพิจารณา
อ.ที่ปรึกษาและนิสิตดำเนินการ
ตามเสนอ
4 ม.ค. 19

ดำเนินการต่อ
4/1/62

FILE

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-3202
ที่ จว 310 /2563 **วันที่** 2 พฤศจิกายน 2563
เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย (การศึกษาระยะที่ 2)

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์กีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ตามที่นิสิต/บุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในการนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลักได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 236.1/61 เรื่อง ผลการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานระหว่างยางยืดและฟรีเวทด้วยการฝึกแบบคลัสเตอร์เซ็ตที่มีต่อพลังสูงสุดในท่าคลีนพูล (EFFECTS OF COMBINED ELASTIC AND FREE WEIGHT RESISTANCE USING CLUSTER SET ON PEAK POWER OF CLEAN PULL) ของ นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์ นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ระวีนันท์ มิ่งภัคนีย์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระวีนันท์ มิ่งภัคนีย์)
กรรมการและเลขานุการ
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การวัดส่วนสูงของตำแหน่งคัท-ออฟของท่าคลีนพูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิธีการวัดส่วนสูงของตำแหน่งคัท-ออฟของท่าคลีนพูล

1. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยถือคานยกน้ำหนักในตำแหน่งจับคลีน (Clean grip) โดยคานยกน้ำหนักได้ติดตั้งอุปกรณ์วัดตำแหน่งเชิงเส้น

2. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเขย่งเท้า ยักหัวไหล่สูงค้างไว้

3. ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลส่วนสูง

ถ่ายโดยผู้วิจัย (8 กุมภาพันธ์ 2564)

ภาคผนวก จ

การปรับแรงตึงยางยืด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การปรับแรงตึงยางยืด

1. วัดตำแหน่งคัท-ออฟของท่าคลีนพูล และทดสอบความหนักสูงสุด

2. ใส่ลูกน้ำหนักเข้ากับคานยกน้ำหนักให้ได้น้ำหนักรวมเท่ากับ 90% ของน้ำหนักที่ต้องการฝึก

3. นำแม่แรงวางบนแผ่นรับแรง ตั้งค่าศูนย์เพื่อลบน้ำหนักแม่แรง

4. วางคานยกน้ำหนักบนแม่แรง ขึ้นแม่แรงจนถึงตำแหน่งคัท-ออฟ

5. ปรับแรงตึงยางยืดจนได้น้ำหนักรวม 100% ของน้ำหนักที่ต้องการฝึก พร้อมยึดให้มั่นคงด้วยที่รัดสายเคเบิล

ถ่ายโดยผู้วิจัย (8 สิงหาคม 2562)

ภาคผนวก ฉ

ตารางฝึกท่าคลีนพูล 6 สัปดาห์ ในขั้นตอนที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางฝึกเสริมท่าคลีนพูล 6 สัปดาห์ (กลุ่มทดลอง)

สถานที่ฝึก : โรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร

ผู้ควบคุมการฝึก : ส.ต.ท.หญิงชุติกาญจน์ ผาลใจ (ผู้ฝึกสอนกีฬายกน้ำหนักระดับ T License รับรองโดยกรมพลศึกษา)

สัปดาห์ที่	เนื้อหา	เวลาฝึก
1 (ฝึกวันจันทร์ พุธ ศุกร์)	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยวิธีคลัสเตอร์เซ็ทด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาที ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ (สัดส่วนแรงต้านจากยางยืด 10 เปอร์เซ็นต์ ฟรีเวท 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 ครั้ง 4 เซ็ต 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	60 นาที
2 (ฝึกวันจันทร์ พุธ ศุกร์)	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยวิธีคลัสเตอร์เซ็ทด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาที ความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ (สัดส่วนแรงต้านจากยางยืด 10 เปอร์เซ็นต์ ฟรีเวท 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 5 ครั้ง 4 เซ็ต 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	60 นาที
3 (ฝึกวันจันทร์ พุธ ศุกร์)	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยวิธีคลัสเตอร์เซ็ทด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาที ความหนัก 80 เปอร์เซ็นต์ (สัดส่วนแรงต้านจากยางยืด 10 เปอร์เซ็นต์ ฟรีเวท 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 ครั้ง 4 เซ็ต 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	60 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4 (ฝึกวัน จันทร์ พุธ ศุกร์)	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยวิธีคลัสเตอร์เซ็ทด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาที ความหนัก 87 เปอร์เซ็นต์ (สัดส่วนแรงต้านจากยางยืด 10 เปอร์เซ็นต์ ฟรีเวท 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 4 ครั้ง 4 เซ็ต 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	60 นาที
5 (ฝึกวัน จันทร์ พุธ ศุกร์)	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยวิธีคลัสเตอร์เซ็ทด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาที ความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ (สัดส่วนแรงต้านจากยางยืด 10 เปอร์เซ็นต์ ฟรีเวท 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 ครั้ง 3 เซ็ต 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	60 นาที
6 (ฝึกวัน จันทร์ พุธ ศุกร์)	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยวิธีคลัสเตอร์เซ็ทด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 40 วินาที ความหนัก 93 เปอร์เซ็นต์ (สัดส่วนแรงต้านจากยางยืด 10 เปอร์เซ็นต์ ฟรีเวท 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 ครั้ง 3 เซ็ต 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	60 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางฝึกเสริมท่าคลีนพูล 6 สัปดาห์ (กลุ่มควบคุม)

สัปดาห์ที่	เนื้อหา	เวลาฝึก
1	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 ครั้ง 4 เซ็ต (ไม่มีการติดตั้งยางยืด) 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	45 นาที
2	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 5 ครั้ง 4 เซ็ต (ไม่มีการติดตั้งยางยืด) 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	45 นาที
3	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยความหนัก 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 ครั้ง 4 เซ็ต (ไม่มีการติดตั้งยางยืด) 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	45 นาที
4	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยความหนัก 87 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 4 ครั้ง 4 เซ็ต (ไม่มีการติดตั้งยางยืด) 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	45 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 ครั้ง 3 เซ็ต (ไม่มีการติดตั้งยางยืด) 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	45 นาที
6	1. การอบอุ่นร่างกายด้วยบาร์เบลล์ (Barbell warm-ups) เป็นเวลา 15 นาที และเริ่มยกน้ำหนักด้วยคานยกน้ำหนักเปล่า โดยไล่ระดับน้ำหนักด้วยการให้นักกีฬาเลือกเอง (Self-selected) จนน้ำหนักเท่ากับสถิติคลีนสูงสุดของตนเอง (Personal best clean) 2. ฝึกคลีนพูลด้วยความหนัก 93 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 ครั้ง 3 เซ็ต (ไม่มีการติดตั้งยางยืด) 3. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Static stretching)	45 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช

แบบคัดกรองก่อนเข้าร่วมการวิจัย และแบบบันทึกข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบคัดกรองก่อนเข้าร่วมการวิจัย (การศึกษาที่ 1 และ 2)

แบบคัดกรองนี้ เป็นการประเมินก่อนการเข้าร่วมงานวิจัยเรื่อง “ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานระหว่างยางยืด และฟรีเวทด้วยการฝึกแบบคลัสเตอร์เซ็ตที่มีต่อพลังสูงสุดในท่าคลีนพูล” เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการประเมินก่อนการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย และได้รับคำแนะนำที่เหมาะสมในการพัฒนาความแข็งแรงในกรณีที่พบว่าความแข็งแรงต่ำกว่าเกณฑ์ โปรดตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพื่อประโยชน์แก่ตัวท่านเอง แบบประเมินนี้ใช้ข้อมูลที่ได้รับในการประเมิน และมิใช่การวินิจฉัยโรค หากมีข้อสงสัยเพิ่มเติม โปรดติดต่อหมายเลขโทรศัพท์แนบท้ายแบบคัดกรองนี้

1. โปรดระบุวัน เดือน ปีเกิด .....

2. โปรดระบุชื่อรายการแข่งขันที่เข้าร่วมเท่าที่จำได้

2.1 ชื่อรายการแข่งขัน.....ปี.....

2.2 ชื่อรายการแข่งขัน.....ปี.....

2.3 ชื่อรายการแข่งขัน.....ปี.....

2.4 ชื่อรายการแข่งขัน.....ปี.....

2.5 ชื่อรายการแข่งขัน.....ปี.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ท่านเคยเข้าร่วมงานวิจัยด้านกีฬาหรือไม่ ถ้าใช่โปรดอธิบายท่าฝึก หรือรูปแบบการฝึกโดยสังเขป

☐ ไม่เคย ☐ เคย รายระเอียดท่าฝึก หรือรูปแบบการฝึก

.....

.....

.....

4. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่ ☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ

.....

ลงชื่อ..... วันที่.....

หมายเลขติดต่อผู้วิจัย 084-092-6161 (เสกข์ศักย์)

แบบบันทึกข้อมูลการวิจัย (การศึกษาที่ 2)

ผู้เข้าร่วมการวิจัย ลำดับที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
น้ำหนักรวม	Pre																
	Mid																
	Post																
เหล็ก (90 %)	Pre																
	Mid																
	Post																
ยางยืด (10 %)	Pre																
	Mid																
	Post																

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ซ

การศึกษานำร่อง (Pilot study)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษานำร่อง (Pilot study)

จากการศึกษานำร่อง (Pilot study) ฝึกท่าคลีนพูลด้วยแรงต้านผสมผสานยางยืดร่วมกับวิธีคลัสเตอร์เซต พบว่า

1. การใช้ปากกาจับงานยึดยางยืด มีการเพิ่มระยะเริ่มต้นของยางยืดส่งผลให้ยางยืดหย่อนกว่าที่ควร

2. ควรระวังแรงกระแทกจากการทิ้งเหล็กสะท้อนจากพื้นเข้าเครื่องมือทดลอง ส่งผลให้เกิดการรบกวน และวัดได้ค่าผิดเพี้ยนได้

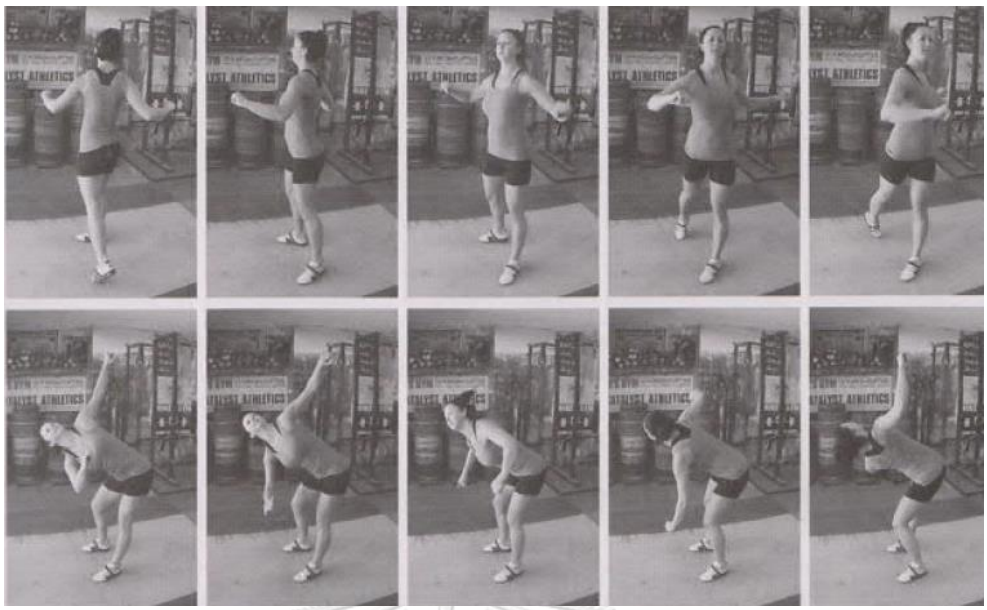
ภาคผนวก ซ

การอบอุ่นร่างกาย และการยืดเหยียด (Warm-up and stretching)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

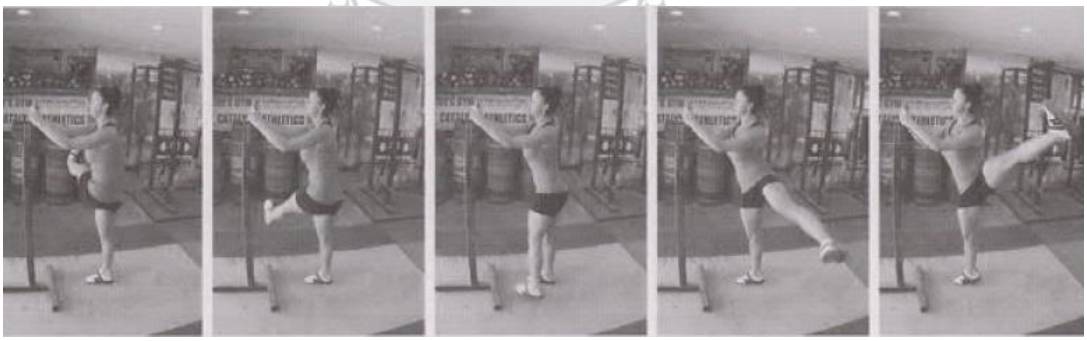
การอบอุ่นร่างกายในกีฬายกน้ำหนัก (Warm-up)

ท่าหมุนข้อมือ หมุนศอก และหมุนไหล่



ท่าบิดลำตัว

ท่าเหวี่ยงขา หน้า-หลัง



ท่าเหวี่ยงขาข้าง

ท่า Bow and bend

การยืดเหยียดในกีฬายกน้ำหนัก (Stretching)

ท่ายืดเหยียดข้อเท้า

ท่ายืดข้อสะโพก และขาหนีบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่าSpiderman lunge

ท่ายืดหลังขา

ท่ายืดข้อมือ

ท่า Rack elevator

ท่า Burgener bar stretch

(Everett, 2012)

ภาคผนวก ณ

การทดสอบความเที่ยงของวิธีการทดสอบความหนักสูงสุดท่าคลีนพูล (Intraclass Correlation (ICC))

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบความเที่ยงของวิธีการทดสอบความหนักสูงสุดท่าคลีนพูลด้วยการหาค่าหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่าเฉลี่ย และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับการทดสอบความเที่ยงด้วยการเปรียบเทียบระหว่างความหนักสูงสุดท่าคลีนพูล กับ 120 เปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุดท่าพาวเวอร์คลีน (120% 1RM Power clean)

ผู้เข้าร่วมวิจัย (หญิง = 8)	$\bar{X}$	SD
ความหนักสูงสุดท่าคลีนพูล (กิโลกรัม)	80.0	8.3
120 เปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุดท่าพาวเวอร์คลีน (กิโลกรัม)	74.9	8.8

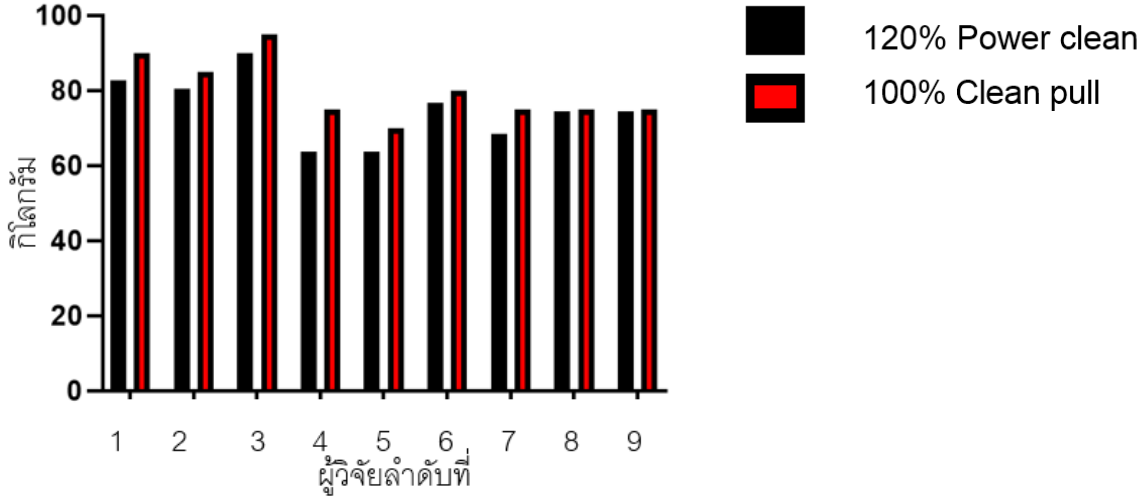
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับการทดสอบความเที่ยง (ICC) ด้วยการเปรียบเทียบระหว่างความหนักสูงสุดท่าคลีนพูล กับ 120 เปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุดท่าพาวเวอร์คลีน (120% 1RM Power clean)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

		120 เปอร์เซ็นต์ของท่าฝึกพาวเวอร์คลีน
ความหนักสูงสุดท่าคลีนพูล	ค่าสหสัมพันธ์	0.923**
	P	0.00
	ระดับความสัมพันธ์	ความเที่ยงสูง

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การทดสอบท่าฝึกคลีนพูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่ามากกว่า 0.9 ถือว่ามีความเที่ยงสูง (ค่า ICC มากกว่า 0.90 = ความเที่ยงสูง ค่า ICC ระหว่าง 0.80-0.90 = ความเที่ยงปานกลาง และค่า ICC น้อยกว่า 0.80 จะถือว่ามีความเที่ยงต่ำ) (Vincent, 1995)

แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลความหนักสูงสุดท่าคลีนพูล กับ 120 เปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุดท่าพาวเวอร์คลีน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์
วัน เดือน ปี เกิด	9 ตุลาคม 2529
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานครฯ
วุฒิการศึกษา	2555-2557 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2549-2553 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	134/19 ม.1 ถ.บางกรวย-ไทรน้อย ต.วัดชลอ อ.บางกรวย นนทบุรี 11130
ผลงานตีพิมพ์	-
รางวัลที่ได้รับ	Olympic weightlifing Coaching Seminar 2018 New Rule and Regulation, Bangkok, Thailand.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University