ผลฉับพลันของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกที่มีต่อความสามารถในการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย

น.ส.ญาดา ศิริไชย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE ACUTE EFFECTS OF ECCENTRIC-ONLY, CONCENTRIC-ONLY AND ECCENTRIC FOLLOWED BY CONCENTRIC TRAINING ON JUMPING AND SPRINT PERFORMANCE IN MALE RUGBY FOOTBALL PLAYERS

Miss Yada Sirichai

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports and Exercise Science
FACULTY OF SPORTS SCIENCE
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลฉับพลันของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกที่มีต่อความสามารถในการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย
โดย	น.ส.ญาดา ศิริไชย
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ญาดา ศิริไชย : ผลฉับพลันของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกที่มีต่อความสามารถในการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย. (THE ACUTE EFFECTS OF ECCENTRIC-ONLY, CONCENTRIC-ONLY AND ECCENTRIC FOLLOWED BY CONCENTRIC TRAINING ON JUMPING AND SPRINT PERFORMANCE IN MALE RUGBY FOOTBALL PLAYERS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.สุทธิกร อาภานุกูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกที่มีต่อความสามารถในการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง เป็นนักกีฬารักบี้ชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18-25 ปี (ค่าเฉลี่ยอายุ 22.10±3.17 ปี น้ำหนัก 85.09±15.93 กก. ส่วนสูง 173.70±5.59 ซม. ความแข็งแรงสัมพัทธ์ 1.79±0.14เท่าของน้ำหนักตัว) จำนวน 10 คน ใช้วิธีถ่วงดุลลำดับ ทำการจับสลากแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการกระตุ้นจำนวน 5 ครั้ง 1 เซต ด้วยการฝึกทั้ง 3 รูปแบบ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทำการทดสอบพลังสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด และความเร็วที่ระยะ 10 และ 20 เมตร ก่อนการทดลองเพื่อเป็นค่าเริ่มต้น และหลังจากได้รับการกระตุ้นการจากฝึก วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ และความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำโดยการจัดคอลัมน์ กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า การฝึกทั้ง 3 รูปแบบ มีค่าพลังสูงสุดและความเร็วของบาร์เบล แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก มีค่าพลังสูงสุด ความเร็วบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 แตกต่างจากการฝึกอีก 2 รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียวและคอนเซ็นตริกอย่างเดียว มีค่าแรงปฏิกริยาสูงสุดแตกต่างจากการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และไม่พบความแตกต่างของความเร็ว ของค่าเริ่มต้นและการฝึกทั้ง 3 รูปแบบ สรุปผลการวิจัย การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกพัฒนาพลังสูงสุดและความเร็วบาร์เบลสูงสุดได้ดีที่สุด อีกทั้งยังช่วยพัฒนาอัตราการพัฒนาแรงได้ ดังนั้นการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกพัฒนาความสามารถการกระโดดในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลได้

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2564 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6270036339 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE

KEYWORD: Post activation potentiation/Eccentric-only training/Concentric-only training/Eccentric followed by concentric training/Jumping performance/Sprint performance

Yada Sirichai : THE ACUTE EFFECTS OF ECCENTRIC-ONLY, CONCENTRIC-ONLY AND ECCENTRIC FOLLOWED BY CONCENTRIC TRAINING ON JUMPING AND SPRINT PERFORMANCE IN MALE RUGBY FOOTBALL PLAYERS . Advisor: SUTTIKORN APANUKUL

The purpose of this study was to investigate and compare acute effects of eccentric-only, concentric-only and eccentric followed by concentric training on jumping and sprint performance in male rugby football players. Ten male rugby football players of Chulalongkorn University 18-25 yrs. (age, 22.10±3.17 yrs.; weight, 85.09±15.93 kg.; height, 173.70±5.59 cm.; 1RM back squat 1.79±0.14 kg/BM^{-1}), performed three counterbalanced sessions: Eccentric followed by concentric (EFC); Eccentric-only (ECC); and Concentric-only (CON). The peak power (PP), peak velocity (PV), peak force (PF), rate of force development 100 and 250 (RFD100 and RFD250), and 10 and 20 sprint time were assessed before the experiment to set as baseline and after each intervention. The data were analyzed by One-way analysis of variance with repeated measures and Friedman One-Way Repeated Measure Analysis of Variance by Ranks. The statistical significance was set at the level 0.05. EFC, ECC, and CON showed a significantly greater PP and PV ($P<0.05$) over baseline. In addition, EFC presented significantly better on PP, PV, RFD100 and RFD250 ($P<0.05$) than ECC and CON. However, ECC and CON showed a significantly greater PF ($P<0.05$) over EFC. There were no significant differences ($P>0.05$) in 10- and 20-sprint time between three methods. Conclusion, EFC was the greatest improvement in PP and PV it also improved RFD100 and 250. These findings suggest that EFC increases CMJ performance in male rugby football players.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

Academic Year: 2021 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาจาก อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ มากมาย และได้ช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ตลอดจนให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีเสมอ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่กรุณาสละเวลามาร่วมเป็นกรรมการ และให้คำแนะนำตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ความสมบูรณ์และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณชมรมรักบี้ฟุตบอลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้นักกีฬาเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้รวมไปถึงนักกีฬารักบี้ฟุตบอล ชมรมรักบี้ฟุตบอลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกคน ที่เสียสละเวลาอันมีค่าในการเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลา 5 สัปดาห์ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยสำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา อบรมสั่งสอน ซึ่งผู้วิจัยได้นำความรู้และคำสอนเหล่านั้นมาก่อประโยชน์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ ตามเป้าหมาย รวมไปถึงบุคลากร เจ้าหน้าที่ และพี่ๆ เพื่อนๆ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน สำหรับความช่วยเหลือ คำแนะนำต่างๆ ที่ได้มอบให้วิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ สุดท้ายนี้ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา ตลอดจนญาติพี่น้อง ที่ได้อบรมสั่งสอนชี้นำแนวทางการดำเนินชีวิต รวมทั้งให้คำปรึกษา และให้กำลังใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ญาดา ศิริไชย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 44

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์มูล 54

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 70

บรรณานุกรม 77

ภาคผนวก 89

ภาคผนวก ก คำนวณกลุ่มตัวอย่างผ่านโปรแกรมG*Power 90

ภาคผนวก ข แบบสอบประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย PAR-Q 91

ภาคผนวก ค เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) ได้แก่ น้ำหนักส่วนสูงดัชนีมวลกาย ยี่ห้อ ioi 353 ของบริษัท JAWON 92

ภาคผนวก ง วิธีการหาความแข็งแรงสัมพัทธ์ 93

ภาคผนวก จ การสอบเทียบ(Calibration)แผ่นตรวจรับแรงกระแทก และตัวแปลงสัญญาตำแหน่งของเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT700 power system ที่เชื่อมกับโปรแกรม Ballistic Measurement system 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฉ วิธีการทดสอบค่าพลังสูงสุด ค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรง 97
ภาคผนวก ช วิธีการคำนวณค่าอัตราการพัฒนาแรง 98
ภาคผนวก ซ แบบทดสอบ Sprint test 99
ภาคผนวก ฌ โอลิมปิค บาร์เบลล์ (Olympics barbell) ยี่ห้อ ELEIKO Sport AB 100
ภาคผนวก ญ แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, IL ประเทศสหรัฐอเมริกา 101
ภาคผนวก ฎ เครื่องวัดองศา (Goniometer) 102
ภาคผนวก ฏ กล่องกระโดด (EFCo box) 103
ภาคผนวก ฐ เครื่องควบคุมจังหวะ (Metronome) 104
ภาคผนวก ฑ แบบบันทึกข้อมูล 105
ภาคผนวก ฒ ขั้นตอนการวัดมุมเข่า 90 องศา และขึงเชือก 109
ภาคผนวก ณ การฝึกการกระตุ้น 110
ภาคผนวก ด การอบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) 113
ภาคผนวก ต ผลการทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์การกระจายตัว Shapiro-Wilk test 116
ภาคผนวก ถ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบการฝึกการทดสอบ 117
ภาคผนวก ท ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน 124
ประวัติผู้เขียน 125

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงการฝึกระยะการปรับตัวทางกายวิภาค 19

ตารางที่ 2 แสดงการฝึกระยะสร้างความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ 20

ตารางที่ 3 แสดงการฝึกระยะการเปลี่ยนผ่าน 20

ตารางที่ 4 แสดงการฝึกพลังของกล้ามเนื้อ 25

ตารางที่ 5 แสดงการกำหนดกลุ่มแบบของกลุ่มตัวอย่าง 44

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และความแข็งแรงสัมพัทธ์ (n=10) 55

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way repeated measures ANOVA) และความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำโดยการจัดคอลัมน์ (Friedman Test) ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON) 56

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเป็นรายคู่ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON) 58

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาแนวดิ่งสูงสุดเป็นรายคู่ของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON) 59

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุดเป็นรายคู่จากการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON) 60

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 มิลลิวินาที เป็นรายคู่จากการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)..... 61

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 มิลลิวินาที เป็นรายคู่จากการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)..... 62

ตารางที่ 13 ตารางเปรียบเทียบหาค่าความแข็งแรงพื้นฐาน Baechle and Earle, 2000..... 93

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์การกระจายตัว Shapiro-Wilk test ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริก (ECC) การฝึก เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริก (CON)..... 116

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิดผลแบบฉับพลันของการกระตุ้นด้วยการฝึกการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียวที่มีต่อความสามารถของการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย 43

รูปภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทดสอบ 51

รูปภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงขั้นตอนในสัปดาห์ของการฝึก 52

รูปภาพที่ 4 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรมG*Power 90

รูปภาพที่ 5 เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) 92

รูปภาพที่ 6 แสดงการวางแผนน้ำหนักลงบนแผ่นรับแรงกระแทก 94

รูปภาพที่ 7 แสดงการวางแผ่นน้ำหนักลงบนแผ่นรับแรงกระแทก 94

รูปภาพที่ 8 แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, ILประเทศสหรัฐอเมริกา 95

รูปภาพที่ 9 แสดงการวัดระยะระหว่างหมายเลข 1 และ 16 ได้ 120 เซนติเมตร 95

รูปภาพที่ 10 แสดงบาร์เบลอยู่บนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล ซึ่งวางอยู่ในช่องหมายเลข 1 ... 96

รูปภาพที่ 11 แสดงบาร์เบลอยู่บนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล ซึ่งวางอยู่ในช่องหมายเลข 16. 96

รูปภาพที่ 12 เครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT 700 power system 97

รูปภาพที่ 13 กราฟแสดงการคำนวณอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที โดยใช้สูตรความชันใต้กราฟ 98

รูปภาพที่ 14 เครื่องวัดความสามารถในการวิ่ง ยี่ห้อ Swift Speed Light timing & training systems (Australia) และโคน 99

รูปภาพที่ 15 แผนภูมิแสดงการทดสอบความสามารถในการสปิ๊นท์ 99

รูปภาพที่ 16 โอลิมปิค บาร์เบลล์ (Olympics barbell) ยี่ห้อ ELEIKO Sport AB น้ำหนัก 20 กิโลกรัม 100

รูปภาพที่ 17 แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB 101

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปภาพที่ 18 เครื่องวัดองศา 102
รูปภาพที่ 19 กล่องกระโดด ความสูง 40 เซนติเมตร 103
รูปภาพที่ 20 เครื่องควบคุมจังหวะ ยี่ห้อ Parksons รุ่น IMT-300 104
รูปภาพที่ 21 การวัดมุมองศาเข่าและขึงเชือก 109
รูปภาพที่ 22 การฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 110
รูปภาพที่ 23 การฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 111
รูปภาพที่ 24 การฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 112
รูปภาพที่ 25 วิจัยทำการยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาทางด้านหน้าในท่าวอล์กกิ้ง ควอดไดรเซพพ์ สเตรทช์ 113
รูปภาพที่ 26 ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อน่องและต้นขาด้านหลัง ด้วยท่าแสตนดิ้ง คาล์ฟ แอนด์ แฮมสตริง สเตรทช์ 113
รูปภาพที่ 27 ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณสะโพกด้วยท่าดึงเข่า 114
รูปภาพที่ 28 ผู้วิจัยยืดเหยียดในท่าก้าวย่อด้านข้าง 114
รูปภาพที่ 29 ผู้วิจัยยืดเหยียดในท่าก้าวย่อด้านหน้า 115
รูปภาพที่ 30 ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณขาและสะโพกในท่าบอดี้เวท สควอท 115

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

รักบี้ฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวแบบหนักสลับพัก (Intermittent sport) มีการเคลื่อนที่หลายรูปแบบ (Tempo changes) และหลายทิศทาง (Multi-directional running) ไม่ว่าจะเป็นในแนวดิ่ง (Vertical) และแนวราบ (Horizontal) ที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการเคลื่อนที่ระดับสูง (High-intensity sprinting) สลับกับความเร็วของการเคลื่อนที่ระดับต่ำ (Low-intensity sprinting) (Duthie et al., 2003) ในการเคลื่อนที่ของกีฬารักบี้ฟุตบอลการกระโดดเพื่อจับหรือรับบอล โดยตำแหน่งล็อคเกอร์ (Locker) เป็นตำแหน่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการกระโดดเพื่อแย่งชิงลูกบอลและส่งต่อไปให้ผู้เล่นในทีมทำการเล่นเกมส์รุก และนักกีฬาตำแหน่งวินเกอร์ (Winger) ซึ่งต้องอาศัยการวิ่งสปริ๊นท์ที่รวดเร็ว ในการวิ่งเพื่อทำคะแนน และชิงความได้เปรียบ ดังนั้นความสามารถในการกระโดด (Jumping performance) และการสปริ๊นท์ (Sprint performance) จัดเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเล่นภาคสนาม (Field sport) (Gabbett et al., 2008; Higham et al., 2013) ซึ่งความสามารถในการกระโดด และความสามารถในการสปริ๊นท์ ต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อไอลิโอโซแอส (Illiopsoas) กล้ามเนื้อกลูเตียส แมกซีมัส (Gluteus maximus) กล้ามเนื้อควอดไดรเซพซ์ ฟีมอริส (Quadriceps femoris) กล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ (Hamstrings) กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus) กล้ามเนื้ออีเร็คเตอร์ สไปเน่ (Erector spinae) กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส มีเดียลิส (Gastrocnemius medialis) เป็นหลัก (Wickiewicz et al., 1983) ดังนั้นถ้านักกีฬาสามารถพัฒนาปัจจัยเหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น จะสามารถพัฒนาความสามารถในการกระโดด และความสามารถในการสปริ๊นท์ได้ ซึ่งส่งผลให้นักกีฬาชิงความได้เปรียบได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสามารถในการกระโดด และความสามารถในการสปริ๊นท์ ต้องอาศัยพลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) การออกแรงในลักษณะแรงระเบิด ซึ่งมีความจำเป็นมากในการนำไปใช้ในกิจกรรมกีฬา ซึ่งเป็นการกระตุ้นกล้ามเนื้อให้เกิดพลังของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นนั้น สามารถกระตุ้นด้วยการฝึกแรงต้านที่ความหนักสูงหรือความหนักเกือบสูงสุด จากงานวิจัยพบว่า ความหนัก 85%1RM สามารถเพิ่มการพัฒนาแรงและพลังของกล้ามเนื้อหลังจากถูกกระตุ้นด้วยการฝึกที่ความหนักสูงได้ (Tillin & Bishop, 2009) ซึ่งเกิดมาจากการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่เรียกว่า โพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น (Post activation potentiation; PAP) ผ่านกระบวนการการเพิ่มของฟอสโฟรีเลชั่น (Phosphorylation) ในการเพิ่มประสิทธิภาพองไมโอซินไลท์เชน (Myosin light chain) ซึ่งทำให้ไมโอซิน (Myosin) และแอคติน (Actin) ไวต่อแคลเซียมไอออนจากซาร์โคพลาสมิกเรกทิคูลัม

(Sarcoplasmic reticulum) มากขึ้น เพิ่มจำนวนของหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) กระตุ้นการทำงานของ H-reflex และมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงมุมเพนเนชั่นของกล้ามเนื้อ (Muscle pennation angle) (Hodgson et al., 2005) จากงานวิจัยของ Kilduff et al. (2007) พบว่า การกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ด้วยการฝึกด้วยแรงต้านที่ให้กล้ามเนื้อออกแรงทำงานแบบเอกเซ็นตริก (Eccentric muscle action) ตามด้วยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริก (Concentric muscle action) ด้วยความหนัก 85%1RM สามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อได้หลังจากถูกกระตุ้น และส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถการกระโดด ซึ่งสอดคล้องกับ McCann and Flanagan (2010) ทำการฝึกด้วยท่าแบคสควอท (Back squat) ที่ความหนัก 5RM ใช้เวลาพัก 5 นาที พบว่า สามารถเพิ่มความสูงของการกระโดดได้ เช่นเดียวกับ Mitchell and Sale (2011) ทำการฝึกด้วยท่าสควอท (Squat) ที่ความหนัก 5RM ใช้เวลาพัก 4 นาที พบว่าช่วยเพิ่มความสูงของการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้มและพัฒนาแรงได้ เช่นเดียวกับ Chatzopoulos et al. (2007) ทำการฝึกด้วยการฝึกการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training) ด้วยความหนักสูง พบว่าหลังใช้เวลาพัก 5 นาที ความสามารถของการสปริ๊นท์ระยะ 10 เมตร และ 30 เมตร มีการพัฒนามากขึ้น แต่ถ้าหากใช้เวลาพัก 3 นาที จะทำให้ไม่เกิดการพัฒนา เนื่องจากใช้เวลาพักน้อยไป เช่นเดียวกับ Till and Cooke (2009) ทำการเปรียบเทียบการฝึกด้วยท่าเดดลิฟต์ (Deadlift) ที่ความหนัก 5RM การฝึกด้วยท่ากระโดดเข่าชิดอก (Tuck jump) จำนวน 5 ครั้ง และการฝึกไอโซเมตริก ด้วยท่าเหยียดเข่า (Knee extension) ใช้เวลา 3 วินาที จำนวน 3 ครั้ง หลังจากได้รับการฝึกด้วยเวลา 4 - 6 นาที ทำการทดสอบความสามารถสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 20 เมตร และทำการทดสอบความสามารถของการกระโดดแนวดิ่ง หลังจากได้รับการฝึก 7 - 9 นาที พบว่า การฝึกด้วยท่าเดดลิฟต์ และการฝึกด้วยท่ากระโดดเข่าชิดอก พัฒนาความสามารถสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 20 เมตร และความสามารถของการกระโดดแนวดิ่งได้ อีกทั้งการฝึกไอโซเมตริก ด้วยท่าเหยียดเข่า ไม่ช่วยพัฒนาความสามารถสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 20 เมตร และความสามารถของการกระโดดแนวดิ่ง ดังนั้น ความหนักที่ควรใช้ในการฝึกด้วยแรงต้านให้กล้ามเนื้อออกแรงทำงานแบบเอกเซ็นตริกตามด้วยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริกอยู่ที่ 85%1RM สามารถพัฒนาความสามารถการกระโดด และความสามารถสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 20 เมตร ได้

การกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกอย่างรวดเร็ว (Eccentric followed by concentric training) ยกตัวอย่าง เช่น การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric training) เป็นรูปแบบการฝึกที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อให้เพิ่มขึ้นได้หลังจากได้รับการถูกกระตุ้น โดยมีลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อแบบเอกเซ็นตริกอย่างรวดเร็ว และตาม

ด้วยคอนเซ็นตริกอย่างรวดเร็ว ในลักษณะแรงระเบิด (Explosive exercise) โดยใช้น้ำหนักของนักกีฬาเองเป็นแรงต้าน ซึ่งความสามารถของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการถูกกระตุ้นนั้น เกิดจากการพัฒนาวงจรการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบยืดยาวและหดสั้น (Stretch shortening cycle; SSC) (Ulrich & Parstorfer, 2017) จากงานวิจัยของ Abade et al. (2017) ศึกษาการกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และด้วยการฝึกกระโดดข้ามสิ่งกีดขวาง (Jump over barrier) ด้วยความสูง 40 เซนติเมตร ร่วมกับการฝึกความคล่องแคล่วว่องไว โดยใช้บันไดลิงในท่าวิ่งขาเดียว (One foot run) จำนวน 5 ครั้ง ทั้งหมด 4 เซต พบว่า ช่วยพัฒนาความสามารถของการสปริ๊นท์ระยะทาง 10 เมตร และ 20 เมตรได้ เช่นเดียวกับ Bomfim (2011) ทำการฝึกดรอปจั้ม (Drop jump) ความสูง 75 เซนติเมตร จำนวน 5 ครั้ง 2 เซต ใช้เวลาพัก 5 10 และ 15 นาที พบว่าเมื่อผ่านไป 5 นาที ความสามารถของการสปริ๊นท์ไม่มีการพัฒนา และการใช้เวลา 10 และ 15 นาที เวลาในการสปริ๊นท์ระยะทาง 50 เมตร ลดลง 2.4% และ 2.7% ตามลำดับ สอดคล้องกับ Chen et al. (2013) ทำการทดสอบหาความสูงที่เหมาะสมในการฝึกดรอปจั้ม (20 40 และ 60 เซนติเมตร) ที่ให้พลังสูงสุด เพื่อนำมากำหนดความสูงในการฝึกดรอปจั้ม ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน จำนวน 5 ครั้ง ใช้เวลาพัก 2 นาที พบว่า ช่วยเพิ่มความสูงของการกระโดดได้ และยังแสดงให้เห็นว่าความสูงที่ช่วยพัฒนาพลังสูงสุดจะอยู่ในช่วง 40-60 เซนติเมตร (Matic et al., 2015) เช่นเดียวกับทำการฝึกเปรียบเทียบด้วยท่าดรอปจั้ม ความสูง 20 30 40 50 และ 60 เซนติเมตร พบว่าท่าดรอปจั้ม ความสูง 40 50 และ 60 เซนติเมตร พัฒนาพลังของกล้ามเนื้อได้ดีกว่า ความสูง 20 และ 30 เซนติเมตร ซึ่งการฝึกด้วยท่าดรอปจั้ม ความสูง 50 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างของพลังกล้ามเนื้อในความสูง 40 เซนติเมตร และยังพบอีกว่า การฝึกด้วยท่าดรอปจั้ม ที่ความสูง 60 เซนติเมตรหรือมากกว่า มีความเสี่ยงให้เกิดการบาดเจ็บต่อหัวเข่า ซึ่งสอดคล้องกับ Król and Mynarski (2010) ทำการฝึกด้วยท่าดรอปจั้ม ความสูง 40 เซนติเมตร จำนวน 5 ครั้ง พบว่า ช่วยพัฒนาความสูงของการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม ค่าเฉลี่ยของพลัง และพลังสูงสุดได้ ซึ่งการฝึกพลัยโฮเมตริกเป็นการฝึกที่กระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อหดตัวเร็ว (Type II) ได้ดีกว่าการฝึกด้วยแรงต้านที่ใช้ความหนักสูง อีกทั้งยังใช้เวลาพักในการกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่นที่น้อยกว่า (0.3-4 นาที) การฝึกด้วยแรงต้าน (มากกว่า 5 นาที) (Karampatsos et al., 2017; Seitz & Haff, 2016) จากงานวิจัยของ Sharma et al. (2018) ทำการฝึกด้วยแรงต้าน ด้วยความหนัก 90%1RM เทียบกับการฝึกพลัยโอเมตริก ด้วยท่ากระโดด (Jumping) ทำการทดสอบการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้มและการสปริ๊นท์ 20 เมตร พบว่า กลุ่มที่ทำการฝึกพลัยโอเมตริกพัฒนาการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้มและการสปริ๊นท์ 20 เมตร ได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านความหนัก 90%1RM อีกทั้งการฝึกพลัย

โอเมตริกเป็นการฝึกที่ช่วยพัฒนาการเร่งความเร็วในช่วงออกตัวของความสามารถในการสปริ๊นท์ได้ (Healy & Comyns, 2017) จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก พบว่าการฝึกด้วยท่าดรอปจั้ม เป็นรูปแบบการฝึกที่ช่วยพัฒนาการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อ เพิ่มพลัง (Power output) ของความจุในกล้ามเนื้อ โดยความสูงที่เหมาะสมควรอยู่ที่ 40 เซนติเมตร ซึ่งช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ดีที่สุด ส่งผลให้พัฒนาความสามารถของการกระโดดและความสามารถของการสปริ๊นท์ได้

นอกจากนี้มีการศึกษาการกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ด้วยการฝึกแบบเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (Eccentric-only training) โดยสมมติฐานที่ว่า การฝึกแบบเอกเซ็นตริกสามารถพัฒนาและถ่ายโยงแรงทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริกเพิ่มขึ้นได้ มีงานวิจัยชี้ให้เห็นว่า การฝึกเอกเซ็นตริกพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เพิ่มมวลกล้ามเนื้อ เพิ่มพื้นที่ตัดขวางของกล้ามเนื้อ (Muscle cross-sectional area) ได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกคอนเซ็นตริก (Farthing & Chilibeck, 2003; Roig et al., 2009; Seger et al., 1998) จากงานวิจัยของ Colliander and Tesch (1990) ได้ทำการฝึกคอนเซ็นตริกเทียบกับกลุ่มที่ทำการฝึกเอกเซ็นตริกควบคู่กับคอนเซ็นตริก พบว่า กลุ่มที่ทำการฝึกเอกเซ็นตริกควบคู่กับคอนเซ็นตริกพัฒนาความแข็งแรงได้ดีกว่ากลุ่มที่ทำการฝึกคอนเซ็นตริกเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับ Hilliard-Robertson et al. (2003) ที่ทำการฝึกคอนเซ็นตริก เทียบกับกลุ่มที่ทำการฝึกเอกเซ็นตริกควบคู่กับคอนเซ็นตริก พบว่า กลุ่มที่ทำการฝึกเอกเซ็นตริกควบคู่กับคอนเซ็นตริก พัฒนาความแข็งแรง และมวลกล้ามเนื้อมากกว่ากลุ่มที่ฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว เช่นเดียวกับ Krzysztofil et al. (2020) ทำการฝึกเอกเซ็นตริก ความหนัก 110%1RM และ 130%1RM เทียบกับการฝึกคอนเซ็นตริก 90%1RM พบว่า การฝึกเอกเซ็นตริก ด้วยความหนัก 130%1RM สามารถพัฒนาพลังในท่าเบนช์เพรสโทร์ว (Bench press throw) ได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธิกร อาภานุกูล และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2552) ทำการเปรียบเทียบการฝึกการฝึกฝึกเอกเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก ความหนัก 90%1RM และการฝึกฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว ที่ความหนัก 120%1RM จำนวน 4 ครั้ง 4 เซต พบว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียวสามารถพัฒนาความแข็งแรง พลัง และความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาเทนนิสได้ดีกว่าการฝึกฝึกเอกเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก จึงเป็นที่มาของการนำรูปแบบการฝึกแบบเอกเซ็นตริกมากระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น และการได้รับการฝึกแบบเอกเซ็นตริกนั้น ช่วยพัฒนาพลัง การทำงานของวงจรการหดกล้ามเนื้อแบบยืดยาวและหดสั้น (Seitz & Haff, 2016) และกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท ในการกักเก็บพลังงาน (Storage) ในการใช้พลังงานยืดหยุ่น (Elastic energy) ได้ดี (Lowery et al., 2012) ดังนั้นการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยการฝึกเอกเซ็นตริก ควรฝึก

ด้วยความหนัก 120%1RM จำนวน 3-5 ครั้ง และใช้เวลาพักอย่างน้อย 6 นาที อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาทำการเปรียบเทียบกันทั้ง 3 แบบฝึก กับช่วงบนของร่างกาย จากงานวิจัยของ Gert and Parstorfer (2017) ทำการเปรียบเทียบการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ด้วยท่าดันพื้น (Push up) จำนวน 10 ครั้ง การฝึกเอกเซ็นตริก ความหนัก 120%1RM และคอนเซ็นตริก ความหนัก 80%1RM จำนวน 3 ครั้ง หลังจากใช้เวลาพัก 8 นาที ทำการทดสอบด้วยท่าเบนช์เพรส (Bench press) 3RM พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการฝึกคอนเซ็นตริกและเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกสามารถพัฒนาพลังได้ และกลุ่มที่ฝึกเอกเซ็นตริกไม่พบการพัฒนา เนื่องมาจากการฝึกที่อาจหนักเกินไปทำให้เกิดความล้าในการทดสอบช่วงบนของร่างกายในท่าเบนช์เพรส 3RM

จากงานวิจัยก่อนหน้า แสดงให้เห็นว่าการฝึกการฝึกเอกเซ็นตริก ต้องใช้ความหนักสูงกว่า ซึ่งเกิดความล้าต่อนักกีฬา จึงได้มีการกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ด้วยการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (Concentric-only training) ซึ่งเป็นรูปแบบการกระตุ้นที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพพลังของกล้ามเนื้อได้ในเวลาสั้น ๆ (Burkett et al., 2005; Hilfiker et al., 2007) โดยเน้นเพื่อพัฒนาระบบประสาท เพิ่มปัจจัยการขนส่งกระแสประสาท เพิ่มความถี่ในการระดมหน่วยยนต์ และเพิ่มการทำงานที่สัมพันธ์กันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular coordination) และเน้นการทำงานของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริก (Frost et al., 2008; Requena et al., 2011) จากงานวิจัยของ Maloney et al. (2014) แสดงให้เห็นว่าการฝึกคอนเซ็นตริก ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวด้วยการใช้ความเร็วการเคลื่อนที่สูงสุดตลอดช่วงคอนเซ็นตริก ซึ่งสอดคล้องกับ Crum et al. (2012) ทำการฝึกด้วยท่าควอเตอร์แบคสควอทในช่วงคอนเซ็นตริกเพียงอย่างเดียว (Concentric-only quarter back squat) ความหนัก 65%1RM พบว่า เมื่อใช้เวลาพัก 30 วินาที ความสามารถของการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้มเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับ Rodriguez-Lopez et al. (2020) ทำการฝึกคอนเซ็นตริก ด้วยท่าเลคเพรสในแนวราบ (Horizontal leg press) ที่ความหนัก 80%1RM เทียบกับ ความหนัก 40%1RM พบว่าในกลุ่มฝึกด้วยความหนัก 80%1RM พัฒนาค่าเฉลี่ยของการทำงานของกล้ามเนื้อ และแรงในช่วงคอนเซ็นตริกได้ดีกว่าในกลุ่มของความหนัก 40%1RM และในกลุ่มของความหนัก 40%1RM พบว่า ช่วยพัฒนาความเร็วและพลังในช่วงคอนเซ็นตริกได้ เช่นเดียวกับ Hoffman et al. (2005) ทำการฝึกเอกเซ็นตริกต่อเนื่องคอนเซ็นตริกเทียบกับกลุ่มที่ทำการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว พบว่า พลังของกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดแนวดิ่ง การวิ่งสปริ๊นท์ และความคล่องแคล่ววองไวทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ McBride et al. (2002) ทำการฝึกด้วยท่าจั้มสควอท (Jump squat) ความหนัก 30%1RM เทียบกับ ความหนัก 80%1RM พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 80%1RM พัฒนาแรงสูงสุดและพลังสูงสุด ในการทดสอบการกระโดด

ร่วมกับความหนัก 55%1RM และ 80%1RM และช่วยเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 30%1RM จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่าการฝึกการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อและกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่นได้ โดยอาศัยการพัฒนาระบบประสาทกล้ามเนื้อได้ และยังแสดงให้อีกว่าการฝึกคอนเซ็นตริกซึ่งเป็นการฝึกเพื่อเน้นในช่วงของคอนเซ็นตริกพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ ได้ดีกว่าการด้วยแรงต้านแบบทั่วไปที่ฝึกเอกเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก (Cormie et al., 2010) ดังนั้นการกระตุ้นกล้ามเนื้อด้วยการฝึกคอนเซ็นตริกที่ความหนัก 80%1RM ช่วยพัฒนาการทำงานระบบประสาทของกล้ามเนื้อ พัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อได้

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา กีฬารักบี้ฟุตบอลเป็นกีฬาที่ต้องการความสามารถของการกระโดดและการสปริ๊นท์ และด้วยการฝึกการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก สามารถการกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น จึงช่วยเพิ่มความสามารถของการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลได้ เพื่อเพิ่มสมรรถภาพของนักกีฬารักบี้ฟุตบอลและโอกาสในการเอาชนะ แต่รูปแบบไหนที่ช่วยกระตุ้นความสามารถของการกระโดดและการสปริ๊นท์ได้เหมาะสมที่สุด และยังไม่มีงานวิจัยที่ทำการเปรียบเทียบทั้ง 3 รูปแบบกับการฝึกส่วนล่างของร่างกาย เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในการกระตุ้นกล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นกับกีฬารักบี้ฟุตบอลที่ต้องการความสามารถของการกระโดดและการสปริ๊นท์ อีกทั้งยังเปรียบเทียบให้เห็นถึงประสิทธิภาพการกระตุ้นทั้ง 3 รูปแบบว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างต่อความสามารถของการกระโดดและการสปริ๊นท์หรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำผลของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ที่มีผลต่อความสามารถในการกระโดด และความสามารถของการสปริ๊นท์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามในการวิจัย

1. การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ส่งผลต่อความสามารถของการกระโดด และความสามารถของการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชายหรือไม่ อย่างไร

2. การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ส่งผลต่อความสามารถของการกระโดด และความสามารถของการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชายแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

สมมุติฐานของการวิจัย

1. การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ส่งผลต่อความสามารถของการกระโดด และความสามารถของการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย

2. การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ส่งผลต่อความสามารถของการกระโดด และความสามารถของการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ที่มีต่อความสามารถของการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย

2. เพื่อเปรียบเทียบผลฉับพลันของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ที่มีต่อความสามารถของการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย

ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย ระดับมหาวิทยาลัย ช่วงอายุ 18-25 ปี

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ช่วงอายุ 18-25 ปี ไม่มีโรคประจำตัวและไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกาย จำนวน 12 คน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตัวแปรต้น : 1. การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว
2. การฝึกด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก
3. การฝึกด้วยการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

ตัวแปรตาม **:** 1. ความสามารถของการกระโดด
- พลังสูงสุด
- ปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด
- ความเร็วของบาร์สูงสุด
- อัตราการพัฒนาแรง

2. ความสามารถของการสปริ๊นท์
- ความเร็วสูงสุด ระยะทาง 10 และ 20 เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอบเขตด้านสถานที่ระยะเวลา

สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยและเก็บข้อมูลคือ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา อาคารจุฬาพัฒน์ 8 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสนามเทนนิส จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอบเขตด้านระยะเวลา

การศึกษาใช้เวลา 5 สัปดาห์ โดยทำการฝึก 1 วันต่อสัปดาห์ ในช่วงเวลา 16.00-18.00น.

คำจำกัดความการวิจัย

นักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย (Male rugby football players) หมายถึง นักกีฬารักบี้ฟุตบอลของชมรมรักบี้ฟุตบอล เพศชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีอายุ 18-25 ปี ที่เคยแข่งขันกีฬารักบี้ฟุตบอลกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย และมีประสบการณ์ในการเล่นรักบี้ฟุตบอลไม่ต่ำกว่า 2 ปี

โพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น (Post activation potentiation) หมายถึง การตอบสนองของกล้ามเนื้อระบบประสาทกล้ามเนื้อจากการกระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อ หลังได้รับรูปแบบการฝึก จากกลไกกระบวนการฟอสโฟรีเลชั่น (Phosphorylation) ในการยกระดับของไมโอซินไลท์เชน (Myosin light chain) ซึ่งทำให้ไมโอซิน(Myosin) และแอคติน (Actin) ไวต่อแคลเซียมไอออนจากซาร์โคพลาสมิกเรกทิคูลัม (Sarcoplasmic reticulum) มากขึ้น เพิ่มจำนวนของหน่วยยนต์ (Motor units) และมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงมุมเพนเนชั่นของกล้ามเนื้อ

การกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (Eccentric-only training) หมายถึง การฝึกการหดตัวกล้ามเนื้อแบบยืดยาว โดยสามารถต้านน้ำหนักที่ใช้ในการฝึกได้ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ท่าแบคสควอทในช่วงเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (Eccentric-only Back squat) ความหนัก 120%1RM ย่อตัวลงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งเข่าทำมุม 90 องศา แล้วดันตัวขึ้นมาอยู่ในท่าตรง (มีน้ำหนักมากระทำเฉพาะตอนย่อตัว) จำนวน 5 ครั้ง โดยใช้เวลาพัก 6 นาที

การกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (Eccentric followed by concentric training) หมายถึง การฝึกที่ใช้ความแข็งแรงและความเร็วในการหดของกล้ามเนื้อพัฒนาวงจรยืดยาวและหดสั้นของกล้ามเนื้อที่รวดเร็ว อาศัยรีเฟร็คซ์ยืด โดยใช้เวลาที่เท้ากระทบพื้น (Contact time) น้อยที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าดรอปจั้ม ความสูง 40 เซนติเมตร จำนวน 5 ครั้ง โดยใช้เวลาพัก 6 นาที

การกระตุ้นด้วยการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (Concentric-only training) หมายถึง การฝึกที่ใช้การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุดตลอดการเคลื่อนไหวในช่วงของคอนเซ็นตริกอย่างเดียว เพื่อเพิ่มปัจจัยการขนส่งกระแสประสาทมาที่กล้ามเนื้อ เพิ่มการระดมหน่วยยนต์ เพิ่มระดับความถี่ของการระดมกระแสประสาท และเพิ่มการทำงานที่สัมพันธ์กันภายในกล้ามเนื้อ โดยในการวิจัยครั้งนี้

ใช้ท่าแบคสควอทในช่วงคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (Concentric-only Back squat) ที่ความหนัก 80%1RM (เน้นช่วงคอนเซ็นตริกทำงานอย่างเดียว) จำนวน 5 ครั้ง โดยใช้เวลาพัก 6 นาที

ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Relative strength) หมายถึง น้ำหนักสูงสุดที่ร่างกายสามารถยกได้เพียงหนึ่งครั้งเทียบกับน้ำหนักตัว โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าแบคสควอท ย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 90 องศา แล้วดันตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง แล้วนำค่าที่ได้มาหารกับน้ำหนักตัว

ความสามารถของการกระโดด (Jumping performance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว ในการวิจัยครั้งนี้ใช้พลังกล้ามเนื้อขาในจากการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม ด้วยเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT700 power system ที่เชื่อมต่อกับการฝึก Ballistic measurement system โดยวัดค่าดังต่อไปนี้

พลังสูงสุด (Peak power) หมายถึง ค่าของผลคูณระหว่างแรงปฏิกิริยาจากพื้นในแนวดิ่งกับความเร็วของบาร์เบล ณ ช่วงเวลาเดียวกันที่ทำให้เกิดค่าสูงสุด มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อน้ำหนักตัว

แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (Peak vertical ground reaction force) หมายถึง แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งจากพื้นที่เกิดขึ้นจากการออกแรงเหยียดสะโพกและขา ลงบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate) มีหน่วยเป็นนิวตันต่อน้ำหนักตัว

ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงสุด มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development : RFD) หมายถึง ค่าของความแข็งแรงระเบิดหรือความเร็วที่นักกีฬาสามารถพัฒนาแรงได้สูงสุด โดยงานวิจัยครั้งนี้หาอัตราการพัฒนาแรงจากความชันของกราฟระหว่างแรงในแนวดิ่งที่เกิดขึ้นเวลาที่เกิดแรงเท่ากับน้ำหนักตัวจนถึงเวลาที่ 100 และ 250 มิลลิวินาที (Aagaard et al., 2002) มีหน่วยเป็นนิวตันต่อวินาที

ความสามารถของการสปริ๊นท์ (Sprint performance) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังที่หนึ่ง ในระยะเวลาสั้นที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้ทดสอบความเร็วที่ระยะทาง 10 และ 20 เมตร โดยใช้เครื่อง Swift Speed Light timing & training systems จับเวลา มีหน่วยเป็นวินาที

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงผลของการฝึกการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ที่มีผลต่อความสามารถการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. เพื่อทราบถึงผลของการเปรียบเทียบการฝึกการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ที่มีผลต่อความสามารถการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากหนังสือ วารสาร เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศโดยนำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการโพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น
2. การทำงานของกล้ามเนื้อ
3. หลักการฝึก
4. การวางแผนระยะยาวของของการฝึกสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ
5. ความสามารถของการกระโดด
    5.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
    5.2 พลังของกล้ามเนื้อ
6. ความสามารถของการสปริ๊นท์
    6.1 ความเร็ว
7. การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว
8. การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก
9. การฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    10.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
    10.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระบวนการโพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น (Post activation potentiation)

Yeow et al. (2020) กล่าวว่า โพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น คือ กระบวณการที่แสดงถึงการเพิ่มขึ้นพลังกล้ามเนื้อหลังได้รับการกระตุ้นจากการฝึกต่าง ๆ เป็นการกระตุ้นกล้ามเนื้อของนักกีฬาแบบทันทีทันใด สามารถนำมาใช้ได้ช่วงระหว่างการแข่งขันของนักกีฬา โพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น คือการกระตุ้นจากการฝึกที่ได้มีช่วงเวลาการพัก ความหนักในการฝึก และจำนวณของการฝึกก่อนการออกกำลัง กลไกของโพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น มาจากการยกระดับไมโอซินไลท์เชน (Myosin light chain) การเพิ่มความถี่ในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit) และมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงมุมเพนเนชั่นของกล้ามเนื้อ (Muscle pennation angle)

โดยโพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่นถูกกระตุ้นโดยการฝึกในรูปแบบการฝึกหลายรูปแบบ

1. การยกฟรีเวท (Free weight) ในความหนักสูงสุดหรือใกล้เคียงสูงที่สุด ในช่วงความหนักที่ 60% และ 90% ของความสามารถที่ยกได้สูงสุดเพียงหนึ่งครั้ง (1 reptition maximum; 1RM) โดยใช้เวลาพัก มากกว่าหรือเท่ากับ 5 นาที
2. รูปแบบการฝึกสปริ๊นท์ด้วยแรงต้าน (Resisted sprint) โดยฝึกร่วมกับการลาก การเลื่อน และการผลัก โดยใช้เวลาพัก 90 วินาที
3. การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistant training) โดยเป็นการฝึกยกน้ำหนักร่วมกับยางยืด (Elastic band) เรียกว่า Variable resistance โดยใช้เวลาพัก 90 วินาที
4. การหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Isometric) กำหนดเวลา 3-10 วินาที โดยใช้เวลาพัก 1-5 นาที
5. การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFCometric training) โดยใช้เวลาพัก 20 วินาที-1 นาที

โดยปัจจัยสำคัญของการกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น ที่ส่งผลไปถึงการพัฒนาประสิทธิภาพด้านพลังของกล้ามเนื้อของนักกีฬา คือ ความแข็งแรงพื้นฐานของนักกีฬา นอกจากนี้ รูปแบบการฝึกแต่ละรูปแบบนั้น มีความหนัก จำนวณ และช่วงเวลาพักที่แตกต่างกัน

Sale (2002) กล่าวว่า โพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น คือ การพัฒนาประสิทธิภาพของการหดตัวของกล้ามเนื้อหลังได้รับการกระตุ้นจากการฝึก โดยผ่านกลไกฟอสโฟรีเลชั่น (Phosphorylation) ของไมโอซินไลท์เชน (Myosin light chain) ในการกระตุ้นแอคติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) ในการไวต่อแคลเซียมไอออน ที่มาจากซาร์โคพลาสมิกแรคติคูลั่ม (Sarcoplasmic reticulum) เพิ่มความต่อการจับตัวกับแคลเซียมไอออน กระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อ

Hodgson et al. (2005) กล่าวว่า การตอบสนองของกล้ามเนื้อหลังจะได้รับการกระตุ้นของกล้ามเนื้อก่อนหน้า ซึ่งช่วยพัฒนาการผลิคแรงได้มากกว่าปกติ ที่เรียกว่ากระบวนการโพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น คือ การช่วยพัฒนาประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อ ที่ส่งผลไปถึงความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อและพลังของกล้ามเนื้อ โดยอาศัยรูปแบบการกระตุ้นที่เหมาะสมที่ไม่ทำให้เกิดความล้า และเกิดการกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่นให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ที่ส่งผลไปถึงการออกกำลังกายหลังได้รับการกระตุ้นอย่างมีประสิทธิภาพและพัฒนาระบบประสาทกล้ามเนื้อได้มากยิ่งขึ้น โดยอาศัยกลไก กระตุ้นการไวต่อแคลเซียมไอออน พัฒนารีเฟล็คซ์ของกล้ามเนื้อในช่วงของเฮชรีเฟล็คซ์ (H-reflex)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การทำงานของกล้ามเนื้อ

ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber types)

Powers and Walker (1982) ได้กล่าวว่าเส้นใยกล้ามเนื้อแบ่งออกได้ 3 ชนิด ซึ่งแตกต่างกันที่ความเร็วในการหดตัว และความอดทนต่อการล้า เนื่องจากกล้ามเนื้อส่วนใหญ่จะผสมไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิด โดยแบ่งออก ดังนี้

1. เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Slow twitch fibers, ST) เป็นเส้นใยที่หดตัวได้ช้า และสร้างแรงขึ้นได้น้อย แต่มีความอดทนต่อการล้าของกล้ามเนื้อได้มาก เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีสีแดง เพราะว่ากล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีเส้นเลือดฝอยจำนวนมาก เพื่อคอยทำหน้าที่ในการลำเลียงออกซิเจนในรูปของไมโอโกลบินมาให้ และยังมีความสามารถในการผลิตสารสร้างพลังงาน ที่เรียกว่า อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (Adenosine Triphosphate) หรือ เอทีพี (ATP) ได้มาก ซึ่งเกิดจากกระบวนการหายใจระดับเซลล์แบบแอโรบิก เส้นใยชนิดนี้จึงเหมาะสมกับการออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นต่ำ และใช้เวลานาน ๆ

2. เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast twitch fibers, FT) เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีความสามารถในการหดตัวได้เร็วและยังสร้างแรงได้มาก แต่มีความอดทนต่อการล้าน้อย เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะมีสีขาวเนื่องจากมีเส้นเลือดฝอยอยู่ไม่มาก และมีการหายใจระดับเซลล์แบบแอโรบิกต่ำ จึงเป็นเส้นใยที่เหมาะในการผลิตสารพลังงาน จากกระบวนการหายใจระดับเซลล์แบบแอนแอโรบิก แต่ความสามารถในการผลิตสารพลังงานได้เพียงช่วงเวลาสั้น ๆ เส้นใยชนิดนี้จึงเหมาะกับกิจกรรมหรือการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้ความเร็วและแรง เช่น การวิ่งเร็ว การกระโดด

3. เส้นใยชนิดผสม (Intermediate fibers) เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างเส้นใยชนิดหดตัวช้าและเส้นใยชนิดหดตัวเร็ว โดยสามารถหดตัวได้เร็วและแรงกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (ST) แต่น้อยกว่าเส้นใยชนิดหดตัวเร็ว (FT) และเส้นใยชนิดนี้มีสีแดงมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (ST) แต่น้อยกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (FT)

เส้นใยกล้ามเนื้อสามารถเปลี่ยนจากชนิดหนึ่งไปยังชนิดหนึ่งได้ ขึ้นอยู่กับการฝึกการฝึก เช่น การฝึกความอดทน (Endurance Training) สามารถทำให้กล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว กับเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดผสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชนิดการทำงานของกล้ามเนื้อ (Type of muscle)

Bompa and Buzzichelli (2019) ได้แบ่งชนิดการทำงานของกล้ามเนื้อเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. การทำงานแบบไอโซโทนิก (Isotonic) คือ การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือเส้นใยกล้ามเนื้อลายชนิดนี้ เป็นการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่าง หรือลายที่มีการเปลี่ยนเปลี่ยนมุมในข้อต่อที่เกี่ยวข้องในลักษณะที่มีน้ำหนักคงที่ ซึ่งน้ำหนักคงที่ ได้แก่ น้ำหนักของผู้ฝึก น้ำหนักของดัมเบลล์ และน้ำหนักของบาร์เบลล์ เป็นต้น

ไอโซโทนิก หมายถึง การตึงตัวที่เท่ากัน (Equal tension) แต่การตึงตัวที่เท่ากันนี้ไม่ได้หมายความถึงการตึงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือเส้นใยกล้ามเนื้อลาย เพราะเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือเส้นใยกล้ามเนื้อลายจะมีการตึงตัวต่างกันที่มุมต่างๆ ของข้อต่อซึ่งมีการเคลื่อนไหวตามน้ำหนักจากภายนอกที่มีค่าคงที่ เพราะฉะนั้นการตึงตัวที่เท่ากัน หมายถึง การตึงตัวที่เท่ากันของน้ำหนักภายนอกที่มีค่าคงที่ตลอดมุมข้อต่อที่เกี่ยวข้องในการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นความตึงตัวของน้ำหนักคงที่ตลอดมุมของการเคลื่อน (Range of motion) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 การทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น (Concentric contraction) คือ การทำงานของกล้ามเนื้อโดยที่ความยาวของกล้ามเนื้อหดสั้นลง ซึ่งจะทำให้มีเกิดงานที่เป็นบวกในฟิสิกส์ เช่น การทำท่างอศอก (Biceps curl) ในจังหวะที่มีการยกน้ำหนักเข้าหาตัว

1.2 การทำงานของกล้ามเนื้อแบบเหยียดออก (Eccentric contraction) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อในทางตรงกันข้ามกับการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น ซึ่งจะทำให้เกิดงานทางลบในทางฟิสิกส์ เช่น การทำท่างอศอก (Biceps curl) ในจังหวะที่มีการยกน้ำหนักออกจากตัว เป็นผลให้ความยาวของกล้ามเนื้อกลับสู่ความยาวตอนเริ่มต้นอีกครั้ง และทำให้มุมของข้อศอกเพิ่มมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. การทำงานแบบไอโซเมตริก (Isometric) คือ การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือกล้ามเนื้อลายชนิดที่ไม่มีการเปลี่ยนมุมของข้อต่อที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความยาว (หรือถ้าเปลี่ยนก็จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย) ของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือเส้นใยกล้ามเนื้อลายที่หดตัว อย่างไรก็ดีการตึงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อลายจะมากขึ้น จากที่กล่าวมาการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือเส้นใยกล้ามเนื้อลายแบบไอโซเมตริก จึงไม่ทำให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหว ซึ่งผลก็คือ ทำให้ไม่มีงานเกิดขึ้นในแง่ของฟิสิกส์ เนื่องจากไม่มีระยะทางจากการเคลื่อนไหวเข้ามาเกี่ยว และไม่มีการเปลี่ยนแปลงของมุมข้อต่อ

3. การทำงานแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic) การหดตัวของกล้ามเนื้อเที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความเท่ากันตลอดการเคลื่อนไหวการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไอโซคิเนติกจะต้องอาศัยเครื่องมือที่สามารถปรับความเร็วของการเคลื่อนไหวได้เท่ากันตลอดมุมของการเคลื่อนไหว โดยในขณะที่เคลื่อนไหวนั้น ทั้งการงานของกล้ามเนื้อโดยการหดสั้นและทำงานแบบเหยียดออก จะเกิด

ต้านที่เท่ากัน นอกจากนี้การฝึกชนิดนี้จะทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้สูงสุดตลอดทั้งการเคลื่อนไหว ซึ่งการฝึกแบบอื่นไม่สามารถทำได้

หลักการฝึก

การฝึกด้วยน้ำหนักเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อโดยสามารถกำหนดความหนัก จำนวนครั้ง จำนวนชุด และจำนวนวันที่ฝึกที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคลได้ โดยกำหนดความหนักสูงสุด คือ 1RM (Repetition maximum) ซึ่งเป็นน้ำหนักสูงสุดที่ทำได้เพียงหนึ่งครั้งและไม่สามารถทำต่อได้อีก การเพิ่มพลังกล้ามเนื้อจากการฝึกด้วยน้ำหนักยังมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความหลากหลายในเรื่องของเร็วในการหดตัว ตามการฝึกและช่วงการฝึก และความหลากหลายในเรื่องของเครื่องมือที่ใช้ในการฝึก ความหลากหลายในระยะฝึกตามแผนการฝึก จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกมากขึ้น

Bompa (1993) ได้กล่าวถึงหลักการฝึกไว้ ดังนี้

1. หลักของความแต่งต่างของบุคคล (Principle of individualization) คือ ความแตกต่างระหว่างบุคลลในการฝึก ที่จะต้องคำนึงถึง คือระดับความสามารถแต่ละบุคคล รวมถึงพื้นฐานของการฝึกในแต่ละบุคคล ดังนั้นการฝึกในแต่ละบุคคลแม้จะเล่นกีฬาชนิดเดียวกัน การฝึกอาจจะไม่เหมือนกัน

2. หลักของความเฉพาะเจาะจง (Principle of Specificity) คือ การฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงที่จะพัฒนาความแข็งแรงในกีฬาชนิดนั้น ๆ จึงต้องเลือกการฝึกการฝึกความแข็งแรงให้เหมาะสมกับการเคลื่อนไหวหรือทักษะกีฬา ซึ่งพิจารณาจากระบบพลังงานหลักที่ต้องใช้ของกีฬานั้น ๆ การเลือกฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ จะต้องให้สอดคล้องตรงการใช้พลังงาน เช่น การเลือกฝึกเพื่อที่ใช้ในกีฬาที่ใช้ความเร็ว เช่น วิ่ง ฟุตบอล รักบี้ฟุตบอล เทนนิส ก็ต้องการฝึกพลังกล้ามเนื้อเป็นหลักให้ตรงกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้งาน

3. หลักของการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก (Principle of progressive increase of load training) คือ ความก้าวหน้าของการเพิ่มน้ำหนักในการฝึก เพื่อทำให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนามากขึ้น เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวางแผนการฝึกของนักกีฬา ซึ่งพิจารณาจากระดับความสามารถของนักกีฬา

4. หลักของความหลากหลายในการฝึก (Principle of variety) คือ ความหลากหลายของรูปแบบของการฝึก ซึ่งมีความจำเป็นเพราะการฝึกซ้ำกันนั้น นักกีฬาจะเกิดความเบื่อหน่ายไม่อยากฝึก การให้ความหลากหลายรูปแบบของการฝึกที่เหมาะสมกับการพัฒนาการเคลื่อนไหวช่วงเวลาก่อนการแข่งขันในช่วงระหว่างการแข่งขัน หรือจบฤดูกาลแข่งขัน ความหลากหลายในการใช้น้ำหนักที่สอดคล้องกับหลักการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในฝึก ความหลากหลายของชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความหลากหลายในเรื่องของความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ตามการฝึกและช่วงของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การฝึก และความหลากหลายในเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึก ความหลากหลายในระยะการฝึกตามแผนการฝึกการฝึก จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกนั้นเพิ่มขึ้น

5. หลักของการย้อนกลับ (Principle of reversibility) คือ หลักของการใช้และไม่ใช้ (Law of use or no use) เมื่อกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกจะเกิดการพัฒนา แต่ในทางกลับกันถ้ากล้ามเนื้อที่เคยฝึก ไม่ได้รับการฝึกต่ออีก หรือไม่ได้รับการพัฒนาขึ้น กล้ามเนื้อจะกลับสู่สภาพเดิม สมรรถภาพทางกายบางประการ เช่น ความแข็งแรง จะลดลงอย่างเร็วเมื่อหยุดฝึกซ้อมเพียง 2 สัปดาห์ ความสามารถในการทำงานลดลงอย่างชัดเจน และการพัฒนาการฝึกซ้อมหลายอย่างสูญเสียไปหลังจากหยุดการออกกำลังกายหรือหยุดฝึกซ้อม

หลักการกำหนดการฝึกการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนัก

ความหนัก (Intensity) ความหนักที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาความแข็งแรง ควรกำหนดความหนักที่ 80-85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ซึ่งระดับความหนักนี้สามารถกระทำหรือยกได้ประมาณ 6-8 ครั้ง ในแต่ละท่า อย่างไรก็ตามหากต้องการฝึกเพื่อพัฒนาความทนทานของกล้ามเนื้อ ควรกำหนดความหนักที่ ≤ 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียวกระทำหรือยกได้ประมาณ 15-20 ครั้ง และสำหรับการฝึกขั้นสูงเพื่อพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อจะต้องเพิ่มปริมาณการฝึกด้วยการเพิ่มจำนวนเซต จำนวนท่าในการฝึกแต่ละกลุ่มกล้ามเนื้อ และเพิ่มความถี่ในแต่ละอาทิตย์

จำนวนชุดของการฝึก (Sets) การฝึกกล้ามเนื้อนั้นส่วนใหญ่มักจะแบ่งเป็นชุด ๆ จากการวิจัยพบว่า แม้ว่าการฝึกชุดเดียวในแต่ละครั้งอาจให้ผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ แต่ก็ได้แนะนำให้ฝึก 3 ชุดหรือมากกว่า ซึ่งจะให้ผลดีกว่าต่อการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการฝึกรวมทั้งเวลาที่จำกัดในการฝึกด้วย ถ้าจะต้องฝึกขั้นสูงและเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อควรจะทำ 5-6 ชุด 2-3 ในแต่ละกลุ่มกล้ามเนื้อที่ฝึก

ความถี่ (Frequency) เพื่อเป็นการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อควรฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ สำหรับการฝึกขั้นสูง ความบ่อย ควรฝึก 5-6 วันต่อสัปดาห์ เพื่อที่จะกระตุ้นให้เกิดความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อต่อไป

ลำดับท่าของการฝึก (Order of exercise) การฝึกการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักอย่างน้อยกล้ามเนื้อหลักต้องประกอบด้วยหนึ่งท่าการฝึก เพื่อเป็นการรักษาสมดุลของกล้ามเนื้อ ลำดับท่าการฝึกให้เริ่มท่าที่ใช้ข้อต่อมากกว่าหนึ่งข้อต่อก่อน (Multi-joint exercise) เช่นเบนช์เพรส (Bench press), เลทพูลดาวน์ (Lat pull down) ซึ่งเป็นท่าที่เป็นการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ หลังจากนั้นก็ตามด้วยท่าที่ใช้ข้อต่อเดียว (Single-Joint exercise) เป็นท่าที่เกี่ยวกับกลุ่มกล้ามเนื้อมัด

เล็ก และเพื่อหลีกเลี่ยงความล้าของกล้ามเนื้อ หรือ เพื่อให้มีเวลามาขึ้นในการฟื้นตัวให้ฝึกสลับกลุ่มกล้ามเนื้อ โดยอย่าฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อส่วนเดียวกันติดต่อกัน

การวางแผนระยะยาวของการฝึกสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ ได้มีผู้สรุปแนวคิดไว้ ดังนี้

Conley and Rozenek (2001) ได้สรุปว่า ในแต่ละครั้งของการฝึกโดยใช้แรงต้าน (Resistance training) จะสังเกตได้ชัดว่าอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่ ความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก และกล้ามเนื้อที่ทำงานเป็นต้น แต่เนื่องจากการฝึกด้วยใช้แรงด้านเป็นการฝึกในลักษณะไม่ต่อเนื่องมีการพักเป็นระยะ ๆ อัตราการเต้นของหัวใจ โดยเฉลี่ยจึงเป็นผลกระทบจากระยะเวลาพักระหว่างชุด และระหว่างท่าฝึกต่างๆ ดังนั้นอัตราชีพจรเฉลี่ยที่วัดได้ในแต่ละครั้งของการฝึกโดยใช้แรงต้าน จึงไม่สามารถแสดงความหนักในการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดได้อย่างแม่นยำ หรืออีกในหนึ่งไม่สามารถที่จะประมาณค่าความหนักของกิจกรรมได้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าการพัฒนาความสามารถที่เกิดจากการฝึกด้วยแรงต้านนั้น อาศัยหลักการฝึกที่เฉพาะเจาะจง (Principle of specificity of training) โดยที่การพัฒนาความสามารถที่เกิดขึ้นอย่างมากนั้นสังเกตได้จากการที่ผู้รับการฝึกแต่ละคนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับกิจกรรมที่ใช้ในการฝึก ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการฝึกที่นำมาใช้รูปแบบของการเคลื่อนที่ลักษณะของการทำงานของกล้ามเนื้อ ความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อ และมุมของข้อต่อ

Katch et al. (1996) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น ได้เกิดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1972 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย ซึ่งนำมาเป็นหลักในการจัดการฝึกการฝึกให้กับนักกีฬาที่เพิ่งจะเริ่มเล่นรวมทั้งนักกีฬาชั้นนำด้วยแนวคิดนี้ได้มีการแบ่งระยะเวลาของการฝึกเป็นสามระยะ คือ แมคโครไซเคิล (Macrocycle) เมโซไซเคิล (Mesocycle) และไมโคไซเคิล (Microcycle) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาของการฝึกที่แบ่งเป็นปี เดือน และสัปดาห์ ตามลำดับวัตถุประสงค์ของการแบ่งระยะเวลาของการฝึกออกเป็นส่วนๆ ก็คือ ให้มีการควบคุมเกี่ยวกับความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก ความถี่ของการฝึก จำนวนชุด จำนวนครั้ง และเวลาพัก เพื่อป้องกันปัญหาการซ้อมเกิน (Overtraining) ตลอดจนความเบื่อหน่ายที่เกิดขึ้นจากการฝึก นอกจากนั้นยังมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการฝึกให้มีความหลากหลาย และทำให้เกิดความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในขณะแข่งขันอีกด้วย

Bompa (1993) ได้เสนอแนะการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรง และพลังของกล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็นระยะต่างๆ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ระยะการปรับตัวทางกายวิภาค (Anatomical adaptation phase)

ระยะในการปรับตัวทางกายภาพจะทำการฝึกในช่วงการเตรียมความพร้อมทั่วไป (General preparation) เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายในช่วงที่ยังไม่มีการแข่งขัน หรือช่วงปิดฤดูกาล (Off-season) โดยใช้รูปแบบการฝึกแบบดั้งเดิม (Traditional training) หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) และการใช้ฝึกแบบสถานี (Circuit training) ซึ่งควรฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของเส้นใหญ่กล้ามเนื้อ ซึ่งมีความหนัก 67-80%1RM (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว) สำหรับนักกีฬาที่เพิ่มเริ่มเล่น โดยปกติจะใช้เวลา 8-10 สัปดาห์ในการฝึก และสำหรับนักกีฬาที่มีประสบการณ์มาแล้ว ใช้เวลา 3-5 สัปดาห์ มีวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงมากมายในปัจจุบัน จากการศึกษาของ Alcaraz et al. (2008) ได้แนะนำการฝึกแบบสถานีด้วยความหนักสูง (Heavy resistance circuit training) ที่ความหนัก 85%1RM สามารถช่วยพัฒนาความแข็งแรงและพัฒนาระบบหัวใจและหลอดเลือดได้ การฝึกในระยะนี้ควรเป็นการฝึกแบบ Functional training เพื่อให้การฝึกสอดคล้องกับท่าทางในกีฬานั้น ๆ โดยคำนึงถึงการออกแรงในหลายทิศทาง เช่น แนวตั้ง แนวนอน และการหมุน ซึ่งท่าฝึกให้สอดคล้องกับประเภทกีฬาของการเคลื่อนไหว เช่น การเคลื่อนไหวแบบอิสระ (Unilateral) เคลื่อนไหวพร้อมกัน (Bilateral) หรือเคลื่อนไหวสลับกัน (Alternating) รวมถึงประเภทการออกแรง เช่น การผลัก (Push) การดึง (Pull) ซึ่งการฝึกแบบ Functional จะสามารถเชื่อมโยงการเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬา และช่วยลดอาการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาด้วย (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงการฝึกระยะการปรับตัวทางกายวิภาค

	นักกีฬาที่เพิ่งเริ่มเล่น		นักกีฬาที่มีประสบการณ์	
ความหนัก	30-40%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม	40-60%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	9-12(15)	ท่า	6-9	ท่า
จำนวนรอบของการฝึก	2-3	รอบ	3-5	รอบ
ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก	20-25	นาที	30-40	นาที
เวลาพักระหว่างท่าฝึก	90	วินาที	60	วินาที
เวลาพักระหว่างรอบ	2-3	นาที	1-2	นาที
ความถี่ของการฝึก	2-3	ครั้ง/สัปดาห์	3-4	ครั้ง/สัปดาห์

ที่มา : (Bompa & Carrera, 2005)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ระยะสร้างความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum strength phase)

เป็นระยะเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นปัจจัยในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความอดทนของกล้ามเนื้อให้ดีขึ้น เริ่มด้วยการฝึกความแข็งแรงโดยใช้น้ำหนักในการฝึก 80-90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ไปจนถึงการฝึกความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อในความหนักที่ 90-100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สามารถยกได้หนักที่สุดเพียงครั้งเดียว ระยะเวลาในการสร้างความแข็งแรงสูงสุดใช้เวลาประมาณ 4-12 สัปดาห์ (Bompa & Carrera, 2005) (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงการฝึกระยะสร้างความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ

ความหนัก	85-100%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	3-5	ท่า
จำนวนครั้ง	1-4	ครั้ง
จำนวนชุด	6-12	ชุด
เวลาพัก	3-6	นาที
จังหวะการยก	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	2-3	ครั้ง/สัปดาห์

ที่มา : (Bompa & Carrera, 2005)

3. ระยะการเปลี่ยนผ่าน (Conversion phase)

เป็นช่วงหลักจากพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้ว ก็จะเป็นช่วงของการฝึกเพื่อเปลี่ยนผ่านความแข็งแรงสูงสุดให้เป็นพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) หรือพลังอดทนกล้ามเนื้อ (Power endurance) ซึ่งเกิดจากการผสมผสานกันของพลังกล้ามเนื้อและความอดทนกล้ามเนื้อ กำหนดความหนักในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อต้องสอดคล้องกับการเคลื่อนไหวในกีฬานั้นๆ เช่น การกระโดด ซึ่งเป็นทักษะที่ต้องอาศัยพลังของแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive power) เพื่อให้นักกีฬามีการกระโดดที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยคำนึงถึงปริมาณการฝึกที่เหมาะสม (ดังตารางที่ 3) ระยะเปลี่ยนผ่านจะเป็นช่วงที่ฝึกก่อนการแข่งขัน (Pre-competition) รวมไปถึงช่วงแข่งขัน (Main competition)

ตารางที่ 3 แสดงการฝึกระยะการเปลี่ยนผ่าน

ความหนัก	30-50%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	2-5	ท่า
จำนวนครั้ง	4-10	ครั้ง
จำนวนชุด	3-6	ชุด
เวลาพัก	2-6	นาที

จังหวะการยก	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	2-3	ครั้ง/สัปดาห์

ที่มา : (Bompa & Carrera, 2005)

4. ระยะคงสภาพกล้ามเนื้อ (Maintenance phase) การฝึกกล้ามเนื้อในระยะนี้เป็นการฝึกในระยะแข่งขัน (Competitive phase) ซึ่งจำเป็นต้องมีการฝึก เพื่อคงสภาพกล้ามเนื้อไว้ไม่ให้ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อลดลง โดยการฝึกกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หลัก (Prime movers) ความถี่ของการฝึก 2 - 4 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของนักกีฬาและใช้เวลาในการฝึกแต่ละครั้งน้อยลง

5. ระยะการหยุดฝึก (Cessation phase) โดยการหยุดฝึกด้วยน้ำหนัก ก่อนการแข่งขันที่สำคัญ 5 - 7 วัน เพื่อใช้พลังงานทั้งหมดไปในการแข่งขัน

ความสามารถของการกระโดด

การกระโดดเป็นการเคลื่อนไหวที่ทำให้ร่างกายลอยตัวขึ้นจากพื้นสู่อากาศ ซึ่งร่างกายต้องออกแรงเพื่อเอาชนะแรงต้านทานของร่างกายและแรงต้านทานของอากาศ รวมถึงแรงดึงดูดของโลก ซึ่งประสิทธิภาพในการกระโดดนั้นขึ้นอยู่กับแรงที่ใช้ในการกระโดดจากพื้นก่อนจะลอยสู่อากาศ ต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ และความเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับ Umberger (1998) ได้กล่าวว่า การกระโดดเป็นการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ในการกระโดดนั้นกล้ามขามัดต่าง ๆ จะทำงานต่อเนื่องกันเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อข้อเท้า ตามลำดับจนกว่าเท้าจะลอยขึ้นพ้นจากพื้น การกระโดดนอกจากจะต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแล้ว ยังเป็นการเอาชนะแรงต้านทานภายในร่างกายด้วยอัตราความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดอีกด้วย ซึ่งการกระโดดขึ้นจากพื้นกล้ามเนื้อต้องทำงานในลักษณะแรงระเบิด (Explosive power) เพื่อให้ประสิทธิภาพในการกระโดดดีที่สุด หากนักกีฬามีการย่อตัวลงมากก็จะพลังกล้ามเนื้อมาก เพื่อที่จะออกแรงยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว แต่หากนักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้าและมีประสิทธิภาพในการกระโดดที่ลดลง

Bobbert et al. (1996) กล่าวว่า การแสดงถึงทักษะการขว้าง (Throwing) และการกระโดด (Jumping) เรียกว่า เคาท์เตอร์มูฟเมนต์ (Counter movement) คือการเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้าม ไปถึงทิศทางเป้าหมาย การแสดงถึงความสามารถของนักกีฬาในการพัฒนาความสูงของการกระโดด เรียกว่า การกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม (Counter movement jump) โดยมือจะจับไว้บริเวณสะโพก (Hip) และกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งให้สูงที่ โดยมือไม่หลุดจะสะโพก

McMahon et al. (2018) กล่าวว่า การทดสอบการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม (Counter movement jump test) คือการแสดงถึงการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ และ

แสดงถึงการใช้แรงที่เพิ่มมากขึ้น และเป็นการแสดงถึงสมรรถภาพของนักกีฬา ในการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่เพิ่มมากขึ้น และมีความสัมพันธ์กับกราฟแรงและเวลา (Force-time curves) จนไปถึงการเคลื่อนแบบเฉพาะเจาะจงของการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม

McClenton et al. (2008) กล่าวว่า การกระโดดนั้นเป็นการเคลื่อนไหวที่ทำให้ร่างกายลอยตัวขึ้นจากพื้นสู่อากาศซึ่งจะต้องออกแรงเพื่อเอาชนะแรงต้านของร่างกาย แรงต้านทานของอากาศ แรงต้านจากน้ำหนักตัวของร่างกาย และแรงดึงดูดของโลก โดยการกระโดดแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือระยะที่กระโดดจากพื้นก่อนลอยขึ้นสู่อากาศ (Take-off) ระยะที่ลอยอยู่ในอากาศ (Flight) และระยะที่ลงสู่พื้น (Landing) ประสิทธิภาพในการกระโดดนั้นขึ้นอยู่กับแรงที่ใช้ในการกระโดดจากพื้นก่อนที่จะลอยขึ้นสู่อากาศ ซึ่งประสิทธิภาพในการกระโดดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบพื้นฐานของร่างกาย ประกอบไปด้วยความเร็ว (speed) พลัง (power) ความแข็งแรง (strength) และความคล่องแคล่วว่องไว (agility) เป็นต้น

Umberger (1998) กล่าวว่าการกระโดดนั้น กล้ามเนื้อขามัดต่างๆจะทำงานต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อที่ใช้เหยียดเข่า และกล้ามที่ใช้เหยียดข้อเท้าตามลำดับจนกว่าเท้าจะพ้นจากพื้น ซึ่งกล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ประกอบด้วย กล้ามเนื้อเรคตัวฟีมอรีส (Rectus femoris) จะถ่ายแรงข้ามข้อสะโพกและเข่าด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดสะโพกและงอเข่า กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส (Gastrocnemius) จะถ่ายแรงข้ามเข่าและข้อเท้าทางด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดข้อเท้าในขณะที่เริ่มต้นออกแรงเพื่อที่จะกระโดด กล้ามเนื้อเรคตัสฟีมอรีส (Rectus femoris) จะออกแรงเพื่อใช้ในการเหยียดเข่า โดยเริ่มจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) จนกระทั่งสุดความยาวของกล้ามเนื้อมีสภาพตึงตัวสูงสุด เกิดภาวะสะสมพลังระเบิดที่มีลักษณะเป็นความแข็งแรงในรูปแบบการเกร็งตัวที่ไม่เปลี่ยนรูปร่างของกล้ามเนื้อ (Isometric contraction) แบบทันทีทันใด กระบวนการเหล่านี้จะใช้เวลาไม่เกิน 0.15 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความสำคัญของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

เจริญ กระบวนรัตน์ (2547) ให้คำแนะนำไว้ว่าการพัฒนาความแข็งแรงกล้ามเนื้อสามารถกระทำได้หลากหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบของการฝึกความแข็งแรงจะส่งผลต่อการพัฒนาหรือกระตุ้นกล้ามเนื้อให้แข็งแรงในระดับที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับกิจกรรมหรือรูปแบบความต้านทานที่นำมาฝึกว่าจะสามารถปรับเพิ่มความต้านทานมากน้อยเพียงใด ซึ่งการฝึกการฝึกความแข็งแรงมิใช่น้อยที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสูง ผู้ฝึกสอนต้องอาศัยความรู้ สติปัญญา ความเข้าใจและเข้าถึงหลักการที่จะนำไปสู่การพัฒนาสมรรถภาพความแข็งแรงอย่างไรให้เกิดกับนักกีฬาได้ในระดับสูงสุด มีข้อพิจาณาการจัดการฝึกการฝึกดังนี้

1. การเลือกท่าในการฝึกยกน้ำหนัก (Exercise selection) ท่ายกน้ำหนักที่เลือกนำมาใช้ในการฝึกแต่ละท่า สามารถพัฒนาควบคุมกลุ่มกล้ามเนื้อสำคัญได้อย่างชัดเจน การฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อบางส่วนจะนำไปสู่ความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อและเพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อได้

2. สำดับท่าในการยกน้ำหนัก (Exercise Sequence) การฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบสถานีระบบหรือลำดับขั้นตอนในการฝึกควรเริ่มจากกล้ามเนื้อมัดใหญ่ของขา สะโพกไปสู่กล้ามเนื้อมัดเล็กตามลำดับ และต่อด้วยกล้ามเนื้อลำตัว แขนและคอ

3. ความเร็วในการยกแต่ละครั้ง (Exercise speed) การยกน้ำหนักด้วยความเร็วมีบทบาทสำคัญต่อการนำไปสู่ความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ และพัฒนาความแข็งแรงการยกน้ำหนักที่ปฏิบัติด้วยความเร็วก่อนให้เกิดแรงกดดันต่อเนื้อเยื่อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน การยกน้ำหนักแต่ละครั้งที่ปฏิบัติด้วยความเร็วต่ำหรือยกช้า ประโยชน์ที่ได้รับกล้ามเนื้อต้องออกแรงตลอดระยะทางการเคลื่อนไหวการคุมจังหวะการเคลื่อนไหวหรือความเร็วในการยกจึงขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายหรือเหตุผลของการฝึก

4. การยกน้ำหนักแต่ละเซต (Exercise sets)จำนวนที่นักกีฬาสามารถยกได้สมบูรณ์ในท่านั้นๆ ติดต่อกันโดยไม่มีการหยุดพัก จำนวนเซต ที่ฝึกในแต่ละท่ายกน้ำหนัก คือ ปริมาณที่ต้องการให้นักกีฬาแต่ละคนได้รับการฝึก

5. ความต้านทานหรือความหนักและจำนวนครั้งในการฝึก (Exercise resistance and repetition) ความต้านทานหรือความหนักในการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะแปรผันหรือมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับจำนวนครั้งที่ยก ความหนักที่ใช้ในการฝึกแต่ระดับมีผลต่อความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อแตกต่างกัน เช่น ความหนักที่ 80%1RM จะยกได้จำนวน 8 ครั้ง และความหนักที่ 85%1RM จะยกได้ 6 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. ระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Exercise range) การปฏิบัติการยกน้ำหนักแต่ละครั้งจะต้องเคลื่อนไหวจนกระทั่งสิ้นสุดระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่ปฏิบัติในการฝึกเพื่อเน้นให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้อย่างสมบูรณ์ในแต่อิริยาบถของการเคลื่อนไหว การปฏิบัติการยกน้ำหนักแต่ละครั้งจนกระทั่งสิ้นสุดระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อจะช่วยให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงเคลื่อนไหวน้ำหนักโดยตรง

7. การเพิ่มความต้านทานหรือความหนักในการฝึก (Exercise progression) การเพิ่มความต้านทานหรือน้ำหนักในการฝึกมากขึ้นตามลำดับ เนื่องจากกล้ามเนื้อจะมีการปรับตัวจากการถูกกระตุ้นด้วยน้ำหนักหรือ ความต้านทานที่เพิ่มขึ้นในการออกกำลังกายหรือการฝึกแต่ละครั้งด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการปรับเพิ่มความต้านทานหรือน้ำหนักมากขึ้นตามลำดับ เพื่อกระตุ้นให้กล้ามเนื้อพัฒนาความแข็งแรงมากขึ้น

8. ความถี่หรือความบ่อยในการฝึก (Exercise Frequency) การฝึกหรือการออกกำลังกายที่มีความหนักระดับค่อนข้างหนักมากอาจมีผลทำให้เกิดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อและการบาดเจ็บ ซึ่งอาจทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงชั่วคราวและเป็นสาเหตุในอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อในระดับต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้จึงต้อง มีการจัดเตรียมหรือแบ่งช่วงเวลาพักไว้อย่างเพียงพอระหว่างที่เสร็จสิ้นการฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง เนื่องจากในระหว่างเวลาของการพักฟื้นของร่างกายจากการฝึกซ้อมแต่ละครั้งกล้ามเนื้อจะทำการสังเคราะห์โปรตีนและ เสริมสร้างระดับความแข็งแรงขึ้นทีละเล็กทีละน้อย ซึ่งกระบวนการในการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนี้โดยทั่วไปจะใช้ระยะเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง ดังนั้น การฝึกการเสริมสร้างจึงควรจัดตารางการฝึกซ้อมวันเว้นวัน

9. การอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกซ้อม (Warm up) การอบอุ่นร่างกายก่อนที่จะเริ่มฝึกความแข็งแรง ด้วยการยกน้ำหนักควรปฏิบัติด้วยความพิถีพิถันโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วยการยกน้ำหนักในขั้นที่เบากว่าน้ำหนักจริงก่อนการฝึก 2-3 นาที จะเป็นการกระตุ้นและเตรียมความพร้อมทางด้านร่างกายและจิตใจของนักกีฬาให้มีความพร้อมและมีความมุ่งมั่น

10. การคลายอุ่น (Cool down) การออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อมอย่างหนักแต่ละครั้งสิ้นสุดลงนักกีฬายุติการเคลื่อนไหวทุกอย่างกะทันหันทันใดและไม่มีการคลายอุ่นร่างกายต่อไปอีกช่วงระยะเวลาหนึ่งเลือดส่วนใหญ่ที่ไหลเวียนตามกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จะถูกสะสมหรือคั่งข้างบริเวณส่วนล่างของร่างกายจะทำให้เลือดไหลเวียนกลับสู่หัวใจน้อยลง เป็นสาเหตุให้นักกีฬาฟื้นตัวข้าและปวดศีรษะ ภายหลักการฝึกซ้อมเสร็จ หากกล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหวเบาๆต่อไปอีกระยะเวลาหนึ่ง 3-5 นาที จะช่วยให้เลือดไหลเวียนกลับสู่หัวใจได้มากขึ้นและช่วยถ่ายทอดของเสียออกจากร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความสำคัญของพลังของกล้ามเนื้อ

พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่สำคัญด้านหนึ่งของกีฬาเกือบทุกประเภท ในกีฬาเกือบทุกประเภทจะต้องมีการเคลื่อนไหวที่อาศัยพลังซึ่งพลังมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ประการคือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ Newton and Kraemer (1994) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อคือ การที่ออกแรงสูงสุดภายในระยะเวลาที่สั้นที่สุดซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

พลัง = แรง x ความเร็ว

พลังสูงสุดของกล้ามเนื้อเป็นผลมาจากการผสมผสานที่เหมาะสมระหว่างแรงสูงสุดที่แสดงออกมาที่ความเร็วสูงสุดของบาร์เบลเท่าที่จะทำได้ การเพิ่มของพลังกล้ามเนื้อนั้นเกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของแรงหรือความเร็วหรือเกิดจากการเพิ่มขึ้นของทั้งแรงและความเร็ว ทั้งนี้นอกจากปัจจัยที่สำคัญอันได้แก่

ความแข็งแรงและความเร็วที่จะส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อแล้วยังมีอีก 3 ปัจจัย คือ การอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกซ้อม การประสานงานที่ดีของระบบประสาท กล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวและประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อ (Ghio et al., 1989) (ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงการฝึกพลังของกล้ามเนื้อ

ความหนัก	ในช่วงการกระตุ้น	80-90% ของ1RM
	ในช่วงออกแรงระเบิด	30-50% ของ1RM
จำนวนท่าที่ฝึก		2-4 ท่า
จำนวนครั้ง		4-8 ครั้ง
จำนวนชุด		3-5 ชุด
เวลาพัก		2-4 นาที
จังหวะในการยก		แรงระเบิด
ความถี่		1-2 ครั้ง/สัปดาห์

ที่มา : (Ghio et al., 1989)

แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

Bompa (1993) ได้สรุปผลการศึกษาของ Häkkinen and Komi (1983) พบว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นจากการฝึกนั้นมีพื้นฐานมาจากมีการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ใช้เวลาน้อยลงในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว

2. เซลล์ประสาทหน่วยยนต์ (Motor neurons) มีความอดทนเพิ่มขึ้นในการเพิ่มความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท

3. มีความสอดคล้องกันมากขึ้นและดีขึ้นของหน่วยยนต์ (Motor units) กับรูปแบบของการปล่อยกระแสประสาท

4. กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นในเวลาสั้น

5. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular Coordination) หรือมีการทำงานประสานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Excitatory reaction) กับปฏิกิริยารั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory Teaction) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงาน (Intermuscular coordination) ระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรง (Agonistic muscles) กับกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงกันข้ามซึ่งทำหน้าที่คลายตัว (Antagonistic muscles) เป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้เร็วขึ้น

ดังนั้นการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขันกีฬานั้น การฝึกการฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับกีฬาแต่ละชนิด โดยใช้ท่าฝึกที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬานั้นๆ ให้มากที่สุด กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกให้ใกล้เคียงกับทักษะกีฬามากเท่าใด ก็จะทำให้เกิดประสิทธิภาพมากเท่านั้น

Newton and Kraemer (1994) กล่าวว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ หมายถึง พลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่ต้องการความเร็วสูงในขณะที่ปล่อยอุปกรณ์กีฬาออกไป หรือต้องการความเร็วสูงที่จุดกระทบ นอกจากนั้น ยังมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ตลอดจนการเร่งความเร็วในระหว่างการแข่งขันกีฬาชนิดต่างๆ ในขณะที่นักกีฬาพยายามที่จะออกแรงเพื่อทำให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อให้มากที่สุดนั้น นักกีฬาจะต้องพยายามใช้เวลาในการออกแรงและเร่งความเร็วของส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยใช้เวลาน้อยลง ทั้งนี้เกิดจากมีการพัฒนากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อที่สำคัญสองประการ คือ

1. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากภายในเวลาสั้น ซึ่งเรียกว่า อัตราการพัฒนาแรง (Rateof force development)

การที่อัตราการพัฒนาแรงดีขึ้น สามารถนำไปสู่ประสิทธิภาพการกีฬาที่ดีขึ้น นักวิ่งสปริ้นท์ระดับมืออาชีพได้แสดงให้เห็นว่าพวกเขามีอัตราการพัฒนาแรงมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าอัตราการพัฒนาแรงอาจเป็นส่วนสำคัญในการเล่นกีฬา ซึ่งกล่าวได้ว่า การมีอัตราการพัฒนาแรงที่ดีนั้นส่งผลดีต่อนักกีฬาหลายๆด้าน ตัวอย่างเช่น

- อัตราการพัฒนาแรงเชื่อมโยงถึงการกระโดด วิ่ง ขี่จักรยาน การยกน้ำหนัก และการสวิงกอล์ฟที่ดีขึ้น
- นักวิ่งสปริ้นท์ระดับหัวกระทิมีอัตราการพัฒนาแรงที่ดีกว่านักวิ่งสปริ้นท์ธรรมดา
- นักกรีฑาที่ได้รับการฝึกฝนกำลังมีอัตราการพัฒนาแรงมากกว่านักกีฬาที่ไม่ได้รับการฝึกฝนกำลัง
- นักกรีฑาที่ได้รับการฝึกฝนกำลังมีอัตราการพัฒนาแรงมากกว่านักกรีฑาที่มีความอดทน

วิธีการคำนวณอัตราพัฒนาแรง

เมื่ออัตราการพัฒนาแรงแสดงออกถึงความแข็งแรงของการระเบิดจะวัดเป็นนิวตันต่อวินาทีที่ยกกำลังสอง (N: 5-1) อัตราการพัฒนาแรงสามารถคำนวณการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีมิติเท่ากัน การหดตัวของกล้ามเนื้อส่วนกลาง และกล้ามเนื้อที่ผิดปกติโดยในระยะหลัง ๆ จะมีการอ้างถึงในงานวิจัยว่าเป็นขั้นตอนการเร่ง “เชิงบวก"และ" เชิงลบ" ของวงจรการยืดออกและหดสั้นลงของกล้ามเนื้อ ในความเป็นจริงงานวิจัยชิ้นหนึ่งชี้ให้เห็นว่าอัตราการพัฒนาแรงที่ผิดปกติ เป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพในการกระโดดได้ดีกว่าอัตราการพัฒนาแรงส่วนกลาง เพราะนั่นได้สรุปถึงคุณสมบัติภายในของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นในช่วงเวลาสำคัญ อย่างไรก็ตามงานวิจัยชิ้นนี้ยังไม่ผ่านการตรวจสอบที่ถูกต้อง

วิธีการวัดอัตราการพัฒนาแรงได้มีการพัฒนา เพื่อวัดองค์ประกอบต่างๆที่หลากหลายของสมรรถนะ
ระหว่างการเคลื่อนไหวทั้งแบบมีมิติและแบบไดนามิก

- ค่าเฉลี่ยอัตราการพัดนนาแรง หรือดัชนีความสามารถในการระเบิด (IES)
- ช่วงเวลาของอัตราการพัฒนาแรง
- อัตราการพัฒนาแรงในชั่วขณะ
- จุดสูงสุดหรือมากสุดของอัตราการพัฒนาแรง
- เวลาสูงสุดของอัตราการพัฒนาแรง

Wilson et al., (1995) ได้กล่าวว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการพัฒนาแรง : ค่านี้เหมือนกับ ดัชนีความสามารถในการระเบิด (IES) คำนวณโดยการหารกำลังสูงสุดตามเวลาเพื่อให้ได้ค่าแรงสูงสุด อย่างไรก็ตามรูปแบบการวัดค่าเฉลี่ยของอัตราการพัฒนาแรงนี้ แสดงให้เห็นว่ามีความเชื่อถือได้ในระดับที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาอัตราการพัฒนาแรง และอัตราการพัฒนาแรงสูงสุด ระดับความเชื่อมั่นที่ต่ำกว่านี้อาจสัมพันธ์กับเวลาของนักกีฬาแต่ละคนเพื่อให้ไปถึงแรงสูงสุด เพราะนักกีฬาทุกคนไม่สามารถไปถึงแรงสูงสุดได้ในกรอบเวลาเดียวกัน ดังนั้นการวัดอัตราการพัฒนาแรง โดยใช้ช่วงเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าสามารถรองรับความแปรปรวนดังกล่าวได้

วิธีคำนวณอัตราการพัฒนาแรงโดยเฉลี่ย

ตัวอย่างการคำนวณอัตราการพัฒนาแรงเฉลี่ย

- ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรง [N .s-1] = แรงสูงสุด [N] / เวลาเพื่อให้ได้แรงสูงสุด [s]
- ช่วงเวลาของอัตราการพัฒนาแรง : แม้ว่าการวัดอัตราการพัฒนาแรงนี้ มีประสิทธิภาพเท่ากับค่าเฉลี่ยของอัตราการพัฒนาแรง ซึ่งมันถูกคำนวณในช่วงเวลาต่าง ๆ (เช่น 0-30, 0-50, 0-90,0-100, 0-150, 0-200 และ 0-250 มิลลิวินาที) คำนี้หมายถึงการเปลี่ยนแปลงในกำลัง หารด้วยการเปลี่ยนแปลงของเวลาการคำนวณโดยการหารกำลังในตอนท้ายของช่วงเวลาโดยช่วงระยะเวลาบันทึกไว้ว่าเมื่อคำนวณอัตราการพัฒนาแรง เวลาควรคำนวณเป็นวินาทีที่ไม่ใช่มิลลิวินาที

วิธีคำนวณ Time-Interval RFD

ตัวอย่างการคำนวณอัตราการพัฒนาแรง ด้วยช่วงเวลา 0 - 30 มิลลิวินาที

- อัตราการพัฒนาแรง [N s-1] = เปลี่ยนกำลัง [N] / เปลี่ยนเวลา [s]
- อัตราการพัฒนาแรง [N s-1] = กำลัง [N] ที่ 30 มิลลิวินาที / 0.03 วินาที
- อัตราการพัฒนาแรง [N s-1] = 50N / 0.03 วินาที
- อัตราการพัฒนาแรง [N s-1] = 1,666

2. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

ซึ่งคุณสมบัติอันสำคัญทั้งสองประการนี้เอง เป็นแนวทางในการหายุทธวิธีของการฝึกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สรุปได้ว่า การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้น จะต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบห้าประการของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1. ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity strength)
2. ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High velocity strength)
3. อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force (development)
4. วงจรเหยียดตัวออก - หดตัวสั้นลง (Stretch - shortening cycle)
5. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานและทักษะของการเคลื่อนไหว (Intra-inter muscular coordination & skill)

องค์ประกอบทั้งห้าประการนี้จะต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไป จึงจะเกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุด ดังนั้น ยุทธวิธีของการฝึกที่เหมาะสมก็คือ ใช้การผสมผสานวิธีการฝึกแบบผสมผสานแบบฝึกต่างๆเข้าด้วยกัน ไม่ใช่การฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสามารถของการสปริ๊นท์ (Sprint performance)

Mero et al. (1992) กล่าวว่า การเคลื่อนที่ระยะสั้น หมายถึง ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นผลสืบเนื่องมาจากความถี่ในการหดตัวของกล้ามเนื้ออันเกิดจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความเข้มข้นของสิ่งเร้าที่มากระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อ ความไวในการตอบสนองของสิ่งเร้าของกล้ามเนื้อและเกิดจากแรงต้านทานที่มากระทำต่อกล้ามเนื้อ

วิธีการเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพราะชนิดกล้ามเนื้อที่ต่างกันจะสามารถหดตัวได้ด้วยความเร็วแตกต่างกันโดยเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวจะมีคุณสมบัติในการทำงานได้สั้นๆมีความไวต่อการกระตุ้นจึงทำให้เคลื่อนไหวได้เร็ว อัตราในการเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อสามารถ

เพิ่มขึ้นได้บ้างแต่อยู่ในขอบเขตที่จำกัดซึ่งถ้าหากทำการฝึกการเคลื่อนไหวเร็วๆซ้ำๆติดต่อกันเป็นเวลานานนอกจากจะเพิ่มประสิทธิภาพของคำสั่งของระบบประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อแล้วยังทำให้ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเนื่องด้วยการเคลื่อนไหวของร่างกายจะเกี่ยวข้องกับการออกแรงทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อต่อสู้กับแรงต้านทาน แม้ว่าแรงต้านทานนั้นจะเป็นเพียงน้ำหนักของร่างกายส่วนต่างๆ ก็ตามแต่เมื่อกล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้นความต้านทานภายนอกจะมีผลต่อความเร็วน้อยลงทำให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้เร็วขึ้น

3. การประสานงานร่วมกันของกล้ามเนื้อเนื่องจากประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยทำให้ความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากกลุ่มที่ทำงาน (Agonists) และกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงข้าม (Antagonists) ประสานการทำงานร่วมกันนั้นคือในขณะที่กลุ่มกล้ามเนื้อทำงานหดตัว กลุ่มกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงข้ามจะคลายตัวพร้อมกันจึงสามารถออกแรงต่อต้านแรงต้านภายนอกได้รวดเร็ว การประสานงานของกล้ามเนื้อยังรวมถึงการทำงานของกล้ามเนื้อหลายๆกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับทักษะในการเคลื่อนไหวนั้น การเสริมสร้างความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อควรมุ่งเน้นประสิทธิภาพในการการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อเป็นสำคัญ ทั้งนี้เพราะการออกแรงทำงานของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวของร่างกายเกิดจากการประสานการทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ ธวัช วีระศิริวัฒน (2538) กล่าวว่า ความเร็วในการเคลื่อนไหวจะถูกควบคุมโดยประสาทเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการฝึกเพื่อเสริมสร้างความเร็วของกล้ามเนื้อจึงควรมุ่งเน้นกิจกรรมเฉพาะอย่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวนั้นและควรทำการฝึกด้วยความเร็วที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้ระบบประสาททำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลักการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว

การฝึกแบบเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เมื่อกล้ามเนื้อได้รับแรงมากกว่าที่กล้ามเนื้อสามารถออกแรงจะส่งผลให้กล้ามเนื้อนั้นยืดยาวออก ซึ่งซาโครเมียร์กล้ามเนื้อจะทำการหดตัวในลักษณะของการยืดออก หรือเรียกว่าการหดตัวแบบเอกเซ็นตริก ในทางสรีรวิทยาการฝึกแบบเอกเซ็นตริกเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกเวทเทรนนิ่งแบบทั่วไป (ที่ประกอบด้วยช่วงเอกเซ็นตริกและคอนเซ็นตริก) จะมีการปรับตัวของกล้ามเนื้อและระบบประสาทกล้ามเนื้อแตกต่างกัน คือ การปรับตัวของกล้ามเนื้อ ในการทำงานของกล้ามเนื้อแบบเอกเซ็นตริก เมื่อกล้ามเนื้อถูกยืดออกโดยแรงตึงตัวที่มากจะทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเสียหายในระดับเซลล์โครงสร้างของกล้ามเนื้อลายที่มากกว่าการฝึกเวทเทรนนิ่งแบบทั่วไป (Coffey & Hawley, 2007) จึงทำให้กล้ามเนื้อเกิดการปรับตัวโดยการสังเคราะห์โปรตีน

มากกว่า (Schoenfeld, 2010) โดยมีข้อมูลยืนยันว่าการฝึกแบบเอกเซนตริกทำให้เกิดการเพิ่มขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Type IIa) และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมาก (Type IIb) มากกว่าการฝึกเวทเทรนนิ่งแบบทั่วไป (Friedmann-Bette et al., 2010) และเกิดการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อมากกว่า (Vandenburgh, 1987) นอกจากนี้การฝึกแบบเอกเซ็นตริกส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดความแข็งตัวของกล้ามเนื้อ (Muscular stiffness) ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อมีความสามารถในการดูดซับพลังงานมากขึ้นขณะทำงานแบบเอกเซ็นตริกอย่างรวดเร็ว (การทำงานเหมือนสปริงที่ยืดออก) หากกล้ามเนื้อมีการทำงานแบบคอนเซ็นตริกอย่างรวดเร็วพลังงานที่ถูกสะสมไว้จะถูกปล่อยออกมาซึ่งเรียกว่าการหดตัวยืดหยุ่น (Elastic recoil) ในทางกลับกันหากไม่มีการทำงานแบบคอนเซ็นตริกอย่างรวดเร็ว (เกิน 1-3 วินาที) พลังงานที่สะสมไว้จะถูกปล่อยออกมาในรูปของพลังงานความร้อน (Lindstedt et al., 2001) โดยความแข็งตัวของกล้ามเนื้อได้ถูกวัดเป็นความแข็งตัวของกล้ามเนื้อขา (Leg stiffness) เนื่องจากมีการศึกษาการเคลื่อนไหวของมนุษย์ในรูปแบบสปริง โดยขาของมนุษย์เปรียบเสมือนสปริง มวลของสปริงคือมวลของร่างกาย ดังนั้นความแข็งตัวของสปริงจึงเปรียบได้กับความแข็งตัวของกล้ามเนื้อขา คืออัตราส่วนระหว่างแรงและการเปลี่ยนแปลงความยาวสูงสุดของสปริง แต่ในมนุษย์ความแข็งตัวของกล้ามเนื้อขาคืออัตราส่วนระหว่างแรงและการเปลี่ยนแปลงสูงสุดของจุดศูนย์กลางมวล ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความแข็งตัวของกล้ามเนื้อขาช่วยเพิ่มความเร็วในการวิ่ง ประหยัดพลังงานขณะวิ่ง และเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมแบบแรงระเบิด (Dalleau et al., 2004) ในปัจจุบันการฝึกแบบเอกเซ็นตริกยังไม่มีการกำหนดรูปแบบความหนัก จำนวนครั้ง จำนวนชุดที่แน่นอนแต่จากการศึกษาที่ผ่านมาใช้วิธีการฝึกที่ความหนักสูงแต่ปริมาณต่ำ (High intensity low volume) โดยใช้ความหนักที่สูงมาก ซึ่งในบางการศึกษามีความหนักสูงกว่าน้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดครั้งเดียว (>1RM) และโดยทั่วไปจำนวนครั้งในหนึ่งชุดการฝึกจะน้อย โดยใช้อุปกรณ์เช่นแมชชีนเวท บาร์เบล และเครื่องไอโซคิเนติก (Vogt & Hoppeler, 2014) ซึ่งจากการศึกษาของ Roig et al., (2009) พบว่าการฝึกแบบเอกเซ็นตริกที่ความหนักสูง (มากกว่าน้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดหนึ่งครั้ง) สามารถพัฒนาความแข็งแรงได้มากกว่าการฝึกเวทเทรนนิ่งแบบทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับ Bompa and Carrera (2005) ที่ได้เสนอรูปแบบการฝึกแบบเอกเซ็นตริกโดยกำหนดให้มีความหนักในช่วง 110-160% ของน้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดหนึ่งครั้ง (1RM) ใช้จำนวนครั้งในการฝึก 1-4 ครั้งต่อชุด ทำการฝึก 3-5 ขุด เวลาพักระหว่างชุด 3-6 นาที ทำการฝึก 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าการฝึกโดยออกแรงต้านอย่างเดียวด้วยความหนัก 120% สามารถพัฒนา ความแข็งแรงและพลังได้ดีกว่าการฝึกรูปแบบอื่น (Cook et al., 2013; Munger et al., 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลักการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก

การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (Eccentric followed by concentric Training) ยกตัวอย่างเช่น การฝึกพลัยโอเมตริก Bompa and Carrera (2005) กล่าวว่าการฝึกพลัยโอเมตริก คือ การฝึกกล้ามเนื้อให้หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric Contraction) อย่างรวดเร็วและตามด้วยการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric Contraction) อย่างรวดเร็วในทันที โดยไม่ใช้น้ำหนักจากภายนอก การทำงานของเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกนั้นอาศัยการทำงานแบบรีเฟล็คซ์ยืด (Stretch-reflex) โดยจุดประสงค์หลักของ รีเฟล็คซ์ยืด คือการตรวจสอบการยืดของกล้ามเนื้อและป้องกันไม่ให้ยืดจนมากเกินไป แรงที่ดีเมื่อนักกีฬามีการกระโดดคือแรงที่สามรถทำให้นักกีฬาเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ ร่างกายจะต้องสามารถมีการยืดและหดของกล้ามเนื้อที่รวดเร็วเพื่อที่จะเคลื่อนที่ออกจากจุดเดิม การออกกำลังกายแบบเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกต้องอาศัยการเคลื่อนที่ของร่างกายที่รวดเร็วเพื่อที่จะได้กำลังที่ใช้ในการเคลื่อนที่ Allerheiligen and Rogers (1995) ได้เสนอแนะการออกแบบการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อเพิ่มพลังกล้ามเนื้อดังนี้

ขั้นที่ 1 ข้อควรพิจารณาก่อนการฝึก

1. อายุเนื่องจากท่าฝึกพลัยโอเมตริกบางท่ามีความหนักอยู่ในระดับสูง และมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในกระดูกที่กำลังเจริญเติบโต จึงมีข้อแนะนำว่า นักกีฬาที่มีอายุต่ำว่า 16 ปี ต้องไม่ฝึกท่าที่มีความหนักอยู่ในระดับช็อค (Shock) ซึ่งเป็นระดับสูงสุด ได้แก่ ท่าเด็พท์จั้ม (Depth Jumps)

2. น้ำหนักตัว ผู้ที่มีน้ำหนักตัวเกิน 220 ปอนด์ ไม่ควรฝึกท่าเด็พท์จั้ม จากความสูงเกินกว่า 18นิ้ว

3. อัตราส่วนของความแข็งแรง หมายถึง น้ำหนักที่ยกท่าแบกน้ำหนักย่อตัวได้มากที่สุด หารด้วยน้ำหนักตัว ควรจะมีค่าความแข็งแรงระหว่าง 1.5 ถึง 2.5 จึงจะเหมาะสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก ทั้งนี้ค่าของการฝึกแต่ละแบบจำเป็นต้องใช้อัตราส่วนของความแข็งแรงแตกต่างกันไป

4. การฝึกฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในปัจจุบัน ถ้าผู้ฝึกไม่ได้ฝึกในการฝึกฝึกความแข็งแรงอยู่ในขณะนั้น จะต้องจัดให้ฝึกอยู่ในการฝึกดังกล่าวเสียก่อน อย่างน้อย 2-4 สัปดาห์ ก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อให้อัตราส่วนของความแข็งแรงอยู่ในระดับที่เหมาะสม

5. การฝึกฝึกความเร็วในปัจจุบันถ้าผู้เข้าฝึกไม่ได้ฝึกในการฝึกความเร็วอยู่ในขณะนั้นจะต้องจัดให้ฝึกการฝึกดังกล่าวเสียก่อนอย่างน้อย 2-4 สัปดาห์ ก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

6. ประสบการณ์ ถ้าผู้ฝึกไม่มีประสบการณ์ในการฝึกมาก่อน จะต้องเริ่มฝึกในปริมาณการฝึกที่มากกว่าปกติ และความหนักของการฝึกที่น้อยกว่าปกติ และจะต้องค่อย ๆ พัฒนาไปเรื่อย

7. การบาดเจ็บ บริเวณที่บาดเจ็บได้ง่าย ได้แก่ ข้อเท้า หน้าแข้งเข่า สะโพก และรยางค์ส่วนล่าง ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินการบาดเจ็บ เพื่อหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นในตอนเริ่มต้นของการฝึกการฝึกพลัยโอเมตริก

8. พื้นผิวของสถานที่ฝึก พื้นผิวในอุดมคติคือ พื้นแบบที่ใช้ในกีฬายิมนาสติกหรือพรมที่มีความยืดหยุ่นที่สามรถรองรับแรงกระแทกได้ดี ส่วนพื้นไม้ของสนามบาสเกตบอลหรือพื้นลู่ยางสังเคราะห์พอจะใช้ในการฝึกได้ และสนามหญ้าอาจเป็นพื้นผิวในอุดมคดีเช่นกัน

9. ข้อควรพิจารณาทางด้านความปลอดภัย ในการฝึกพลัยโอเมตรบนั้นจะต้องเน้นให้ผู้ฝึกปฏิบัติด้านเทคนิคที่ถูกต้อง ซึ่งผู้ฝึกสอนจะต้องแนะนำ และแก้ไขให้ถูกต้องซึ่งถ้าผู้ฝึกสอนละเลยอาจจะทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ง่าย และจะต้องกำหนดการฝึกการฝึกได้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 2 ข้อควรพิจารณาเกี่ยวกับการฝึก

1. การอบอุ่นร่างกาย จะต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนที่จะฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกเสมอ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บและประสิทธิภาพในการฝึกที่จะเพิ่มขึ้น

2. ชนิดของกีฬา จะต้องเลือกท่าในการฝึกให้สัมพันธ์กับทิศทางของการเคลื่อนที่ของกีฬาชนิดนั้น

3. ช่วงเวลาการฝึก จะต้องจัดปริมาณและความหนักของการฝึกให้สอดคล้องกับช่วงเวลาของการฝึกที่มีทั้งนอกฤดูการแข่งขัน ฤดูก่อนการแข่งขัน และฤดูการแข่งขัน

4. ระยะเวลาของการฝึกฝึก จะใช้การฝึกพลัยโอเมตริกอยู่ในการฝึกการฝึกระหว่าง 6-10 สัปดาห์

5. ความถี่ของการฝึก โดยทั่วไปจะฝึก 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์

6. ลำดับขั้นของความหนัก ความหนักของการฝึกขึ้นอยู่กับวงจรเหยียด-สั้น ซึ่งเป็นผลมาจากความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ความเร็วแนวพื้นราบ น้ำหนักตัว ความพยายามของแต่ละคน และความสามารถของกล้ามเนื้อที่เอาชนะแรงต้าน

7. ลำดับขั้นของปริมาณ ตามปกติแล้ว ปริมาณของการฝึกจะนับจากจำนวนครั้งที่เท้าสัมผัสกับพื้น และ/หรือระยะทางในการฝึก ในขณะที่ความหนักของการฝึกเพิ่มขึ้นปริมาณของการฝึกจะต้องลดลง

8. เวลาพัก เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกนั้น จะใช้ความพยายามสูงสุดในแต่ละครั้ง จึงจะต้องมีเวลาพักในการปฏิบัติในแต่ละครั้ง เวลาพักระหว่างชุดให้เหมาะสม เช่น การฝึกท่าเด็พธ์จั้มพ์อาจจะพักระหว่างการปฏิบัติแต่ละครั้ง 15-20 วินาที และพักระหว่างชุด 3-4 นาที

9. ความเมื่อยล้า เป็นสาเหตุที่ทำให้เทคนิค และคุณภาพของการฝึกลดลง อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บได้ ความเมื่อยล้านั้นเป็นผลมาจากการฝึกพลัยโอเมตริกที่ยาวนาน หรือรวมกันระหว่างกับการฝึกการฝึกแบบอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นที่ 3 ลักษณะการเคลื่อนไหว

1. กระโดด (Jump) ขาเดียวหรือสองขา และ จบด้วยขาเดียาหรือสองขาอาจจะเป็นในแนวราบหรือแนวดิ่งหรือไปทางด้านข้าง

2. เขย่ง (Hops) ขาเดียวหรือสองขา และจบด้วยขาเดียาหรือสองขา มีเป้าหมายให้ได้ระยะทางมากที่สุด

3. ช็อค (Shock) เป็นพลัยโอเมตริกที่ระบบประสาทต้องทำงานอย่างหนักและเกิดความเครียดที่กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นอย่างมาก

ขั้นที่ 4 ลำดับของความหนัก

1. กระโดดอยู่กับที่ (Jump in place) เป็นท่าฝึกที่มีความหนักในระดับต่ำ ซึ่งเน้นการกระโดดในแนวดิ่ง โดยกระโดดขึ้นและลงด้วยสองขา ได้แก่

1.1 จั้มสควอท (Squat Jumps)

1.2 กระโดดสองขาเข่าชิดอก (Double-Leg Tuck Jumps)

1.3 ไปก์จั้ม (Pike Jumps)

1.4 สปลิตสควอทจั้ม (Split Squat Jumps)

1.5 ไซเคิลสปลิตสควอทจั้ม (Cycle Split Squat Jumps)

1.6 กระโดดข้ามสิ่งกีดขวาง (Jumps over Cones or Barriers)

1.7 บ็อกซ์จั้ม (Box Jumps)

2. ยืนกระโดด (Standing Jumps) เป็นท่าฝึกเน้นการกระโดดทั้งในแนวตั้งและแนวราบ ในแต่ละชุดของการฝึก จะกระโดด 5-10 ครั้ง ได้แก่

2.1 ยืนกระโดดไกล (Standing Long Jumps)

2.2 ยืนกระโดด (Standing Triple Jumps)

2.3 กระโดดข้ามสิ่งกีดขวาง (Jumps over Cones or Barriers)

3. กระโดดหลายทิศทาง (Multiple Jumps) and ฮ็อบ (Hops) เป็นท่าฝึกที่เน้นกระโดดซ้ำๆกัน คล้ายกับ

การรวมกันระหว่างการกระโดดอยู่กับที่และยืนกระโดดเข้าด้วยกัน ได้แก่

3.1 ฮ็อบสองขา (Double Leg Hops)

3.2 ฮ็อบขาเดียว (Single Leg Hops)

3.3 ฮ็อบข้ามเชือกหรือโคน (Hurdle or Cone Hops)

3.4 ฮ็อบสควอท (Squat Hops)

4. เด็พท์ (Depth) and บ็อกซ์จั้ม (Box Jump) เป็นท่าฝึกที่เน้นการตอบสนองของรีเฟล็กซ์ยืด เนื่องจากต้องยืนอยู่บนกล่องที่สูงจากพื้น ซึ่งเมื่อกระโดดลงมาสู่พื้นจะทำให้ได้รับอิทธิพลจากแรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดึงดูดของโลกมากขึ้น ความสูงของกล่องจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของนักกีฬา และจุดมุ่งหมายของการฝึกในแต่ละช่างของการฝึก ได้แก่

4.1 เด็พท์จั้มขาคู่ (Double Leg Depth Jumps)

4.2 เด็พท์จั้มขาเดียว (Single Leg Depth Jumps)

4.3 บ็อกซ์ดริล (Box Drill) ได้แก่ กระโดดสองขา กระโดดขาเดียว

5. การกระโดดแบบเบาด์ดิ้ง (Bounding) เป็นท่าฝึกที่เน้นการเคลื่อนที่ในแนวราบด้วยความเร็วโดยปกติจะระยะทางมากกว่า 30 เมตร ได้แก่

5.1 การกระโดดเบาด์ดิ้งไขว้ (Alternate Leg Bounds)

5.2 การกระโดดเบาด์ดิ้งแบบร่วม (Combination Leg Bounds)

5.3 การกระโดดเบาด์ดิ้งขาเดียว (Single Leg Bounds)

5.4 การกระโดดเบาด์ดิ้งสองขา (Double Leg Bounds)

ขั้นที่ 5 การออกแบบการฝึกฝึกพลัยเมตริกมี 16 ขั้น ดังนี้

1. สิ่งที่ควรพิจารณาทางร่างกาย ได้แก่

1.1 อายุ

1.2 น้ำหนักตัว

1.3 อัตราส่วนของความแข็งแรง

1.4 การฝึกฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในปัจจุบัน

1.5 การฝึกฝึกความเร็วในปัจจุบัน

1.6 ประสบการณ์

1.7 การบาดเจ็บ

โดยพิจารณาจากรายละเอียดขั้นที่ 1

2. สิ่งที่ควรพิจารณาทางด้านกีฬา ได้แก่

2.1 ชนิดของกีฬา

2.2 ช่วงเวลาของการฝึก

2.3 ความยาวของการฝึกฝึก

2.4 ความต้องการเฉพาะของทีมกีฬานั้น

โดยพิจารณาจากรายละเอียดในวันที่ 2

3. กำหนดการฝึก ได้แก่

3.1 จำนาน ของวันที่ใช้ฝึกใน 1 สัปดาห์

3.1.1 อาจจะเป็น 1 2 3 หรือ 4 วัน

3.2 วันที่ใช้ฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.1 อาจเป็น วันจันทร์ และวันพฤหัสบดี

3.3ปริมาณของการฝึก

3.3.1หมายถึงจำนวนครั้งที่เท่าสัมผัสพื้น

น้อยกว่า 80 ครั้ง ต่ำ

80-120 ครั้ง ปานกลาง

120-160 ครั้ง สูง

มากกว่า 160 ครั้ง สูงมาก

3.4 ความหนักของการฝึก

ต่ำ

ต่ำจนถึงปานกลาง

ปานกลาง

ปานกลางจนถึงสูง

สูง

ช็อค (Shock Intensity)

หลักการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

การฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียวเป็นการฝึกที่เกี่ยวข้องกับการกระโดด การขว้าง การทุ่ม โดยเน้นไปที่การเร่งความเร็วในช่วงการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบสั้นลงให้สุดการเคลื่อนไหว รูปแบบการฝึกนี้สามารถใช้ความหนักได้หลากหลาย ตั้งแต่ระดับต่ำ ระดับกลาง หรือ ระดับสูง เป็นการแสดงถึงการเคลื่อนที่ที่เร็วขึ้นมากกว่าความเร็วของความหนักที่แท้จริง กล่าวคือ แรงในการเคลื่อนที่มาจากการทำงานประสานของระบบประสาทในกล้ามเนื้อ เช่น การเพิ่มระดมหน่วยยนต์ เพิ่มอัตราการพัฒนาแรง และการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อ ในการฝึกแบบคอนเซ็นตริกแม้จะสามารถฝึกได้ในความหนักที่สูง แต่ก็มีความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บ ผู้ฝึกสอนควรสนใจการป้องกันการบาดเจ็บของนักกีฬา ซึ่งควรได้รับการฝึกด้วยแรงต้านก่อนทำการฝึกแบบคอนเซ็นตริก (Moir et al., 2018) การฝึกแบบคอนเซ็นตริกแสดงถึงการฝึกร่างกายนักกีฬาหรือปัจจัยภายนอก คือแรงระเบิดในการลอยกลางอากาศ เพราะฉะนั้นแล้วการเพิ่มความสามารถซึ่งไม่เหมือนกับการยกแบบปกติ (ความหนักมากเพื่อพัฒนาระบบประสาทกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ เพื่อเพิ่มผลผลิตของแรงที่มากขึ้น) (Soriano et al., 2015)

มีงานวิจัยหลายงาน (Berger, 1963; Elliott et al., 1989; Frost et al., 2008; Wilson et al., 1993; Young & Bilby, 1993) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาของการฝึกการยกแบบปกติเกี่ยวกับการพัฒนาพลัง เพราะนักกีฬาจำเป็นต้องเคลื่อนที่ช้าลงเพื่อหยุดเคลื่อนไหวในช่วงของเอกเซ็นตริก ทำให้

ต้องชะลอการเคลื่อนไหวหรือการออกแรงมาอยู่ที่ 24-52% ที่ช่วงของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริก และผลจากการลดการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อตรงข้ามทำให้การงานของกล้ามเนื้อหลักลดลง ส่งผลให้แรงระเบิดลดลง ซึ่งการฝึกคอนเซ็นตริกช่วยหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้ได้โดยการให้นักกีฬาเร่งการเคลื่อนที่เน้นในช่วงคอนเซ็นตริกจนสุดมุมการเคลื่อนไหว ซึ่งส่งผลให้กล้ามเนื้อได้ออกแรงอย่างเต็มที่ และช่วยเพิ่มปัจจัยการขนส่งกระแสประสาทเพิ่มมากขึ้น

การฝึกแบบคอนเซ็นตริกแตกต่างกับการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก มีกลไกการพัฒนาระบบประสาทของกล้ามเนื้อในพลังของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน (Davies et al., 2015) โดยในการฝึกแบบคอนเซ็นตริกนั้นจะฝึกเพื่อเพิ่มปัจจัยด้านกระแสประสาท โดยการเพิ่มการระดมหน่วยยนต์ เพิ่มความถี่ในการขนส่งกระแสประสาท และเพิ่มการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อภายในและกล้ามเนื้อภายนอก โดยทั่วไปแล้วการฝึกแบบคอนเซ็นตริกสามารถเพิ่มความหนักได้สามารถใช้ความหนักได้ตั้งแต่ 0-90% 1RM ดังนั้น ผู้ฝึกสามารถกำหนดความหนักของการฝึกให้เหมาะสมหรือเฉพาะเจาะจงกับนักกีฬา เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในทางทฤษฎีการฝึกแบบคอนเซ็นตริก เป็นการฝึกที่ทำให้อัตราการพัฒนาแรงเพิ่มมากขึ้น ความสำคัญของอัตราการพัฒนาแรง ในงานวิจัย มีการถกเถียงกัว่า ความสามารถของแรงสูงสุดแบบซ้ำๆ สำคัญกว่าความสำคัญของระดับของแรงที่แท้จริง เพราะฉะนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพของกีฬา โดยการพัฒนาความแข็งแรงระเบิด และการเร่งความเร็วของนักกีฬา กล่าวคือ การฝึกการฝึกแบบคอนเซ็นตริก คือ เน้นในช่วงของคอนเซ็นตริกซึ่งเป็นการเพิ่มการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ แสดงให้เห็นว่าช่วยเพิ่มการทำงานประสานสัมพันธ์กันของกล้ามเนื้อภายในและภายนอก ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญ

McDermott et al. (2015) ได้กล่าวว่าการฝึกบอลลลิสติก เป็นรูปแบบการฝึกการฝึกที่มีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุดตลอดการเคลื่อนไหวในช่วงคอนเซ็นตริก การฝึกแบบคอนเซ็นตริกเพิ่มปัจจัยการขนส่งกระแสประสาทมาที่กล้ามเนื้อ เพิ่มการระดมหน่วยยนต์ เพิ่มระดับความถี่ของการระดมกระแสประสาท และเพิ่มการทำงานที่สัมพันธ์กันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular Coordination) รวมถึงมีการระดมหน่วยยนต์ที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบปกติ (Frost et al., 2008; Requena et al., 2011)

การฝึกแบบคอนเซ็นตริก จึงมีวัตถุประสงค์ในการเคลื่อนที่ในช่วงคอนเซ็นตริกด้วยความเร็วสูงสุดตลอดการเคลื่อนไหว ส่งผลให้การเพิ่มอัตราการพัฒนาแรง แรง ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ และพลัง มากยิ่งขึ้น (Turner, 2009)

<u>รูปแบบการฝึกคอนเซ็นตริก</u>

แรงต้านที่ใช้ในการฝึกการฝึกคอนเซ็นตริกนั้นขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างแรงและความเร็ว ที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นให้พลังเกิดการพัฒนาขึ้น Behm and Sale (1993) ได้

กล่าวว่าเป็นการฝึกโดยใช้ความหนักที่ทำให้เกิดพลังมากที่สุด มีประสิทธิภาพในเรื่องของพลังที่มากขึ้น และประสิทธิภาพของนักกีฬาที่มากขึ้น มากกว่าการใช้ความหนักที่เบาหรือหนัก เรียกได้ว่าการฝึกพลังที่มากที่สุด เป็นความหนักที่เหมาะสมที่สุด ในหลายๆกีฬา ต้องการใช้แรงพลังร่วมกับช่วงของความหนัก เช่น การสปริ๊นจักรยาน มักจะมีความหนักที่หนักมากในการปั่นในการออกตัวในจุดเริ่มต้นที่ต้องเอาชนะแรงต้านที่เกิดขึ้น ให้มีความเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เหมือนกับในกีฬารักบี้ฟุตบอล ที่นักกีฬารักบี้ฟุตบอลต้องใช้แรงในการเคลื่อนที่ว่องไว เพื่อแย่งชิงกัน แต่อาจจะต้องผลิตแรงที่ความหนักต่ำๆ เมื่อทำกิจกรรมนั้นๆ เช่น การวิ่งด้วยความเร็วสูง การเตะ การส่ง สำหรับการฝึกคอนเซ็นตริกเป็นไปได้ที่จะไม่มีความหนักที่เหมาะสมหรือแรงต้านทั้งความหนักและเบา ความสัมพันธ์ในการใช้เพื่อฝึกพลังของกล้ามเนื้อ เพราะฉะนั้นแล้ว ความหนักควรเอาไว้ในการจัดการความต้องการในการพัฒนาพลังมากกว่าตามความสัมพันธ์ของแรงและความเร็ว การฝึกคอนเซ็นตริกสนใจเกี่ยวกับความหนักของความเร็ว เน้นพยายามยกน้ำหนักให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเป็นมาจากกลไก ระบบประสาทของกล้ามเนื้อ ระบบร่างกายเกิดการทำงานร่วมกัน เพราะฉะนั้นแล้ว แรงต้านที่หนัก นักกีฬาจำเป็นต้องยกให้ได้เร็วที่สุด ถึงจะช่วยพัฒนาพลังได้ แม้ว่าจริงๆแล้วเป็นการเคลื่อนที่ต่ำ ยกตัวอย่างในการฝึกคอนเซ็นตริกที่ ใช้ท่าสแนช (Snatch) ท่าคลีนแอนด์เจิร์ค (Clean and Jerk) และอื่นๆ เป็นการยกที่ต้องการในการผลิตแรงออกมาเยอะและอัตราการพัฒนาแรง สำคัญใช้ในการยกแสดงให้เห็นว่าจะต้องใช้การระดมหน่วยยนต์มากกว่าปกติ ฉะนั้นแล้วจึงมีการแสดงถึงความสามารถของพลังที่เพิ่มมากขึ้น

วิธีในการคำนวณความหนักที่จะใช้มานานหลายปี คือ การฝึกโดยอาศัยความเร็วเป็นพื้นฐานจะแสดงให้เห็นถึงจุดสูงสุด ค่าเฉลี่ย ความเร็วที่สามารถวัดได้ ให้ผลในเวลาจริง ในนักกีฬาขณะแข่งขันที่ต้องการความเร็วสูงสุดและมีแรงระเบิดสูงสุด อีกวิธีที่ใช้คือการเพิ่มขึ้นระดับความหนัก แม้การใช้ความหนักเกือบมากที่สุดเป็นการทำให้ความเร็วลดลง วิธีนี้จะช่วยให้รู้ถึงประสิทธิภาพของนักกีฬา ยกตัวอย่างเช่น นักกีฬาทำท่าสควอทจั้ม ด้วยความเร็ว 1.0 m/s และต่อเนื่องมาจนแสดงถึง ความเร็วลดลงมาที่ 0.9 m/s การลดลงนิดหน่อย (10-15%) จะถูกแนะนำในการฝึกคอนเซ็นตริก เพื่อแสดงให้เห็นว่าความเคลียดการออกกำลังกายที่บริเวณระบบประสาทส่วนกลาง และความเหนื่อยล้าช่วงปลายน้อยลง สรุปได้ว่า การลดความเร็วลงมานิดหน่อย ช่วยให้พัฒนาพลังได้ดีขึ้น เพราะความล้าในช่วงปลายลดลง

ความปลอดภัยในการฝึกการฝึกคอนเซ็นตริกเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักกีฬา แม้ว่าการฝึกการฝึกคอนเซ็นตริก จะเพิ่มความสามารถของนักกีฬาจะมีประสิทธิภาพมาก แต่ผู้ฝึกสอนต้องคำนึงถึงความปลอดภัยหากใช้ความหนักที่มาก ต้องคำนึงถึงความพร้อมของนักกีฬาในการฝึกการฝึกคอนเซ็นตริกที่ต้องมีความแข็งแรงก่อนหน้าก่อนทำการฝึก (Newton, 2011) อีกทั้งในการฝึกการฝึกคอนเซ็น

ตริกนั้น ต้องมีอุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น อุปกรณ์ที่ช่วยแรงต้านในช่วงของการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออก

สรุปกล่าวได้คือ การฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว คือ การเน้นความตั้งใจที่ความเร็วและความต่อเนื่องของการเร่งความเร็วในช่วงการหดตัวของคอนเซ็นตริก มากกว่าการจัดเก็บพลังงานการยืดหยุ่นในการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก เพื่อพัฒนาความสามารถของนักกีฬา โดยการฝึกที่เน้นในช่วงคอนเซ็นตริก เป็นการพัฒนาระบบประสาทกล้ามเนื้อ ให้กล้ามเนื้อได้ทำงานจนสุดมุมเคลื่อนไหว ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการทำงานอย่างเต็มที่ ดังนั้นช่วงของการใช้น้ำหนักเพื่อพัฒนาพลังจะเป็นการพัฒนาแรง และระดมหน่วยยนต์ การทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อภายในและภายนอกจะมีการพัฒนากราฟความสัมพันธ์ของแรงและความเร็วที่มากกว่าการแบกรับน้ำหนักมากๆนั้นทำให้เกิดความเสี่ยง ดังนั้น ผู้ปฏิบัติควรตรวจสอบให้แน่ชัดว่าทำท่าได้ถูกต้องตั้งแต่การยกที่ไม่มีน้ำหนักจนมีน้ำหนัก และการฝึกคอนเซ็นตริกควรดำเนินการหลังการฝึกความแข็งแรงมาอย่างเพียงพอแล้วเท่านั้น

งานวิจัยในประเทศ

สุทธิกร อาภานุกูล และ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2552) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาเทนนิสเพศชาย จำนวน 20 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกเอกเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก ด้วยท่าแบคสควอท ความหนัก 90%1RM ร่วมกับการฝึกเทนนิส กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกเอกเซ็นตริก อย่างเดียว ด้วยท่าแบคสควอท ความหนัก 120%1RM ร่วมกับการฝึกเทนนิส ทำการทดสอบความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อขา พลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็วในระยะทาง 10 เมตร และความคล่องแคล่วว่องไว พบว่า กลุ่มที่ฝึกแบบเอกเซ็นตริก มีการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ และความคล่องแคล่วว่องไวได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกแบบเอกเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก และความเร็วในระยะ 10 เมตร ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

งานวิจัยต่างประเทศ

Abade et al. (2017) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาฟุตบอลเพศชายอายุไม่เกิน 19 ปี จำนวน 22 คน ศึกษาการกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ด้วยการฝึกกระโดดข้ามสิ่งกีดขวาง ความสูง 40 เซนติเมตร ร่วมกับการฝึกวิ่งขาเดียวที่บันไดลิง จำนวน 5 ครั้ง 4 เซต พบว่า ช่วยพัฒนาความสามารถของการสปริ๊นท์ระยะทาง 10 และ 20 เมตร 2.9% และ 3.4% ตามลำดับ

Bomfim (2011) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาวิ่งปริ๊นท์เพศชาย จำนวน 10 คน ทำการฝึกการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ด้วยท่าดรอปจั้ม ความสูง 75 เซนติเมตร จำนวน 5 ครั้ง 2 เซต ใช้เวลาพัก 5 10 และ 15 นาที พบว่าเมื่อผ่านไป 10 และ 15 นาที เวลาใน

การสปริ๊นท์ระยะทาง 50 เมตร ลดลง 2.4% และ 2.7% ตามลำดับ และเมื่อใช้เวลาพัก 5 นาที ไม่พบการพัฒนาการสปริ๊นท์ในระยะ 10 และ 20 เมตร

Chatzopoulos et al. (2007) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ชายสุขภาพแข็งแรงดี จำนวน 15 คน ทำการฝึกด้วยการฝึกการฝึกด้วยแรงต้านด้วยความหนักสูง ด้วยความหนัก 90%1RM โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ทำการทดสอบก่อนได้รับการฝึก 3 นาที กลุ่มที่ 2 ทำการทดสอบหลังได้รับการฝึก 3 นาที และกลุ่มที่ 3 ทำการทดสอบหลังได้รับการฝึก 5 นาที พบว่าหลังใช้เวลาพัก 5 นาที ความสามารถของการสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 30 เมตร พัฒนามากขึ้น และหากใช้เวลาพัก 3 นาที ความสามารถของการสปริ๊นท์จะไม่เกิดการพัฒนา

Chen et al. (2013) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาวอลเล่ย์บอล เพศชาย จำนวน 10 คน ทำการทดสอบหาความสูงที่เหมาะสมในการฝึกดรอปจั้ม (20 40 และ 60 เซนติเมตร) ที่ให้พลังสูงสุด เพื่อนำมากำหนดความสูงในการฝึกดรอปจั้ม ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน โดยทำการฝึกจำนวน 5 ครั้ง 1 เซต เทียบกับ กลุ่มที่ทำการฝึกจำนวน 5 ครั้ง 2 เซต หลังใช้เวลาพัก 2 นาที พบว่าทั้งสองกลุ่มช่วยเพิ่มความสูงของการกระโดดได้ โดยกลุ่มที่ทำการฝึกจำนวน 5 ครั้ง 2 เซต พัฒนาความสูงของการกระโดดได้มากกว่ากลุ่มที่ฝึก จำนวน 5 ครั้ง 1 เซต

Colliander and Tesch (1990) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ชายสุขภาพแข็งแรงดี จำนวน 22 คน ได้ทำการฝึกคอนเซ็นตริก เทียบกับ กลุ่มที่ทำการฝึกเอกเซ็นตริกควบคู่กับคอนเซ็นตริก ทำการทดสอบความสูงของการกระโดดในแนวดิ่งและท่าฮาล์ฟสควอท 3RM พบว่า กลุ่มที่ทำการฝึกเอกเซ็นตริกควบคู่กับคอนเซ็นตริกพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าได้ดีกว่ากลุ่มที่ทำการฝึกคอนเซ็นตริกเพียงอย่างเดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Crum et al. (2012) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ชายสุขภาพแข็งแรงดี จำนวน 22 คน ทำการฝึกช่วงคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ด้วยท่าควอเตอร์แบคสควอท ความหนัก 50%1RM เทียบกับกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 65%1RM พบว่า เมื่อใช้เวลาพัก 30 วินาที กลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 65%1RM สามารถเพิ่มความสามารถของการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้มมากกว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 50%1RM

Gert and Parstorfer (2017) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ชาย จำนวน 16 คน ทำการเปรียบเทียบการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ด้วยท่าดันพื้น จำนวน 10 ครั้ง การฝึกเอกเซ็นตริก ความหนัก 120%1RM และคอนเซ็นตริก ความหนัก 80%1RM จำนวน 3 ครั้ง โดยทดสอบหลังใช้เวลาพัก 1 4 8 12 16 นาที พบว่า หลังจากใช้เวลาพัก 8 นาที ทำการทดสอบด้วยท่าเบนช์เพรส 3RM พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการฝึกคอนเซ็นตริกและเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกสามารถ

พัฒนาพลังได้ และกลุ่มที่ฝึกเอกเซ็นตริกไม่พบการพัฒนา เนื่องจากอาจเกิดความล้าจากการฝึกที่หนักเกินไปสำหรับช่วงบน

Hilliard-Robertson et al. (2003) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ชาย จำนวน 31 คน ทำการฝึกไอโซไคเนติก โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มที่ 1 ทำการฝึก 75% คอนเซ็นตริก และ 25% เอกเซ็นตริก กลุ่มที่ 2 ทำการฝึก 75% เอกเซ็นตริก และ 25% คอนเซ็นตริก และกลุ่มที่ 3 ทำการฝึก 100% คอนเซ็นตริก จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ 5 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ทำการฝึกเอกเซ็นตริกควบคู่กับคอนเซ็นตริก พัฒนาความแข็งแรง และมวลกล้ามเนื้อมากกว่ากลุ่มที่ฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

Hoffman et al. (2005) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาฟุตบอลเพศชาย จำนวน 47 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกด้วยท่าจั้มสควอท โดยใช้รูปแบบเอกเซ็นตริกต่อเนื่องคอนเซ็นตริก จำนวน 15 คน กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกด้วยท่าจั้มสควอท โดยใช้รูปแบบการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว จำนวน 16 คน และกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มควบคุม ที่ไม่ได้รับการฝึกด้วยท่าจั้มสควอท พบว่า พลังของกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดแนวดิ่ง การวิ่งสปริ๊นท์ และความคล่องแคล่วว่องไว ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน

Kilduff et al. (2007) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬารักบี้ฟุตบอลเพศชาย จำนวน 23 คน ทำการฝึกด้วยท่าการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม 7 ครั้ง และทำการฝึกคอนเซ็นตริก ด้วยท่าเบนช์เพลสโทร์ว 3RM โดยใช้เวลาพัก 15 วินาที และทุกๆ 4 นาที จนครบ 20 นาที พบว่า การกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ด้วยการฝึกด้วยแรงต้านที่ให้กล้ามเนื้อออกแรงทำงานแบบเอกเซ็นตริก (Eccentric muscle action) ตามด้วยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริก (Concentric muscle action) ด้วยความหนัก 85%1RM โดยใช้วลาพัก 8-12 นาที สามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อได้หลังจากถูกกระตุ้น และส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถการกระโดด

Król and Mynarski (2010) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกายกรรมระดับมืออาชีพชายและหญิง จำนวน 10 คน โดยเป็นผู้ชาย จำนวน 4 คน และผู้หญิง 6 คน ทำการฝึกด้วยท่าดรอปจั้ม ความสูง 40 เซนติเมตร จำนวน 5 ครั้ง พบว่า ช่วยพัฒนาความสูงของการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม ค่าเฉลี่ยของพลัง และพลังสูงสุด ได้

Krzysztofik et al. (2020) การทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ชายสุขภาพแข็งแรงดี จำนวน 32 คน ทำการฝึกเอกเซ็นตริก ความหนัก 90%1RM 110%1RM และ 130%1RM เทียบกับการฝึกคอนเซ็นตริก 90%1RM จำนวน 2 ครั้ง 2 เซต ทำการทดสอบหาค่าพลังสูงสุด ค่าเฉลี่ยพลัง ค่าเฉลี่ยความเร็วของบาร์ และความเร็วของบาร์สูงสุดในท่าเบนช์เพลสโทร์ว พบว่า การฝึกเอกเซ็นตริก ด้วย

ความหนัก 130%1RM สามารถพัฒนาพลังในท่าเบนช์เพลสโทร์วได้ดีที่สุด และในกลุ่มที่ทำการฝึกเอกเซ็นตริก ความหนัก 90%1RM และกลุ่มที่ทำการฝึกคอนเซ็นตริก 90%1RM ไม่พบการพัฒนาพลัง

McBride et al. (2002) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาฟุตบอลชาย จำนวน 15 คน ทำการฝึกด้วยท่าจั้มสควอท ความหนัก 30%1RM เทียบกับ ความหนัก 80%1RM พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 80%1RM พัฒนาแรงสูงสุดและพลังสูงสุด ในการทดสอบการกระโดดร่วมกับความหนัก 55%1RM และ 80%1RM และช่วยเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 30%1RM

McCann and Flanagan (2010) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาวอลเล่ย์บอล จำนวน 16 คน โดยเป็นผู้ชาย 8 คน และผู้หญิง 8 คน ทำการฝึกด้วยท่าแบคสควอท ที่ความหนัก 5RM เทียบกับกลุ่มที่ทำการฝึกด้วยท่าแฮงค์คลีน (Hang clean) 5RM ใช้เวลาพัก 4 หรือ 5 นาที ทำการทดสอบการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม โดยนำค่าที่ได้จากแผ่นรับแรง (Force platform) และความสูงของการกระโดดมาคำนวน พบว่าระเวลา 4 หรือ 5 นาที ให้ผลได้แตกต่างกัน และพบว่ากลุ่มที่ทำการฝึกด้วยท่าแบคสควอท ที่ความหนัก 5RM สามารถเพิ่มความสูงของการกระโดดได้ดีกว่ากลุ่มที่ทำการฝึกด้วยท่าแฮงค์คลีน 5RM

Mitchell and Sale (2011) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย จำนวน 11 คน ทำการฝึกด้วยท่าสควอท ที่ความหนัก 5RM ใช้เวลาพัก 4 นาที พบว่าช่วยเพิ่มความสูงของการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมต์จั้มและพัฒนาแรงได้

Peng (2011) ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง คือ คนสุขภาพดี จำนวน 16 คน ทำการทดสอบด้วยท่าดรอปจั้ม ที่ความสูง 20 30 40 50 และ 60 เซนติเมตร พบว่าท่าดรอปจั้ม ความสูง 40 50 และ 60 เซนติเมตร พัฒนาพลังของกล้ามเนื้อได้ดีกว่า ความสูง 20 และ 30 เซนติเมตร ซึ่งการฝึกด้วยท่าดรอปจั้ม ด้วยความสูง 50 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างของพลังกล้ามเนื้อในความสูง 40 เซนติเมตร และยังพบอีกว่า การฝึกด้วยท่าดรอปจั้ม ที่ความสูง 60 เซนติเมตรหรือมากกว่า เสี่ยงให้เกิดการบาดเจ็บต่อหัวเข่า

Rodriguez-Lopez et al. (2020) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ชายผู้ใหญ่ จำนวน 15 คน ทำการฝึกด้วยท่าเลคเพรสในแนวราบ ที่ความหนัก 80%1RM เทียบกับ ความหนัก 40%1RM ทำการทดสอบพบว่าในกลุ่มฝึกด้วยความหนัก 80%1RM พัฒนาค่าเฉลี่ยของการทำงานของกล้ามเนื้อและแรงในช่วงคอนเซ็นตริกได้ดีกว่าในกลุ่มของความหนัก 40%1RM และในกลุ่มของความหนัก 40%1RM พบว่า ช่วยพัฒนาความเร็วและพลังในช่วงคอนเซ็นตริกได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

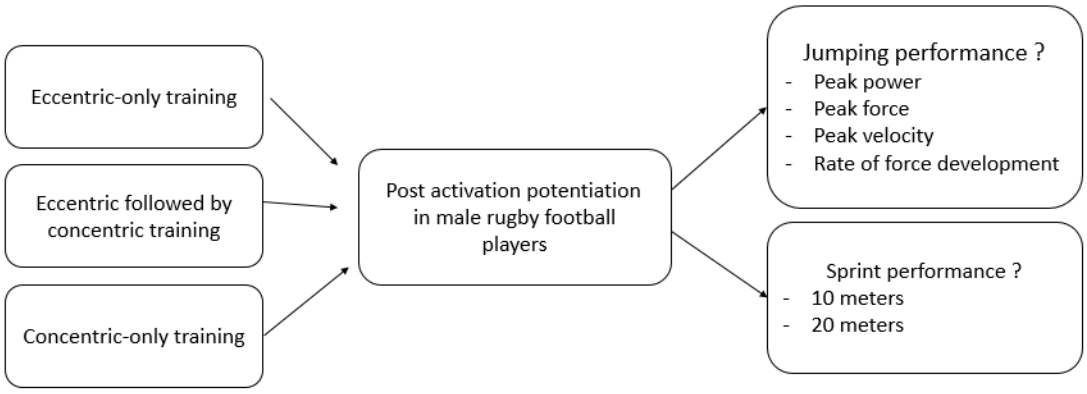
Sharma et al. (2018) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาฟุตบอลชาย จำนวน 14 คน ทำการฝึกด้วยแรงต้าน ด้วยความหนัก 90%1RM เทียบกับการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ด้วยท่ากระโดด ทำการทดสอบการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้มและการสปริ๊นท์ 20 เมตร พบว่า กลุ่มที่ทำการฝึกด้วยเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกพัฒนาการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้มและการสปริ๊นท์ 20 เมตร ได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านความหนัก 90%1RM

Till and Cooke (2009) ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ชายสุขภาพดี จำนวน 23 คน ทำการฝึกด้วยท่าเดดลิฟต์ ที่ความหนัก 5RM การฝึกกระโดดเข่าชิดอก จำนวน 5 ครั้ง และการฝึกไอโซเมตริก ด้วยท่างอเข่า ใช้เวลา 3 วินาที จำนวน 3 ครั้ง หลังจากได้รับการฝึก 4-6 นาที ทำการทดสอบความสามารถสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 20 เมตร และหลังจากได้รับการฝึก 7-9 นาที ทำการทดสอบความสามารถของการกระโดดแนวดิ่ง พบว่า การฝึก เดดลิฟต์ และการฝึกท่ากระโดดเข่าชิดอก พัฒนาความสามารถสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 20 เมตร และความสามารถของการกระโดดแนวดิ่ง และการฝึกไอโซเมตริก ด้วยท่างอเข่า ช่วยพัฒนา พัฒนาความสามารถสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 20 เมตร และความสามารถของการกระโดดแนวดิ่ง ดังนั้น ความหนักที่ควรใช้อยู่ที่ 85%1RM สามารถพัฒนาความสามารถการกระโดด และความความสามารถสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 20 เมตร ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวความคิดในงานวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังนี้ การฝึกเพื่อกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ที่ส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อ มีความสำคัญในการปรับใช้ของผู้ฝึกสอนต่อนักกีฬา ในการพัฒนาประสิทธิของนักกีฬาได้ดีที่สุด จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันรูปแบบการฝึกเอกเซ็นตริกสามารถพัฒนาไปถึงการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริกได้ โดยในงานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว โดยใช้ความหนักมากกว่าความหนักสูงสุด การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ที่สามารถพัฒนาได้ทั้งช่วงเอกเซ็นตริก และคอนเซ็นตริก และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ที่พัฒนาในช่วงคอนเซ็นตริก เพื่อกระตุ้นโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ที่ส่งผลต่อความสามารถในการกระโดด และความสามารถการสปริ๊นท์ ระยะทาง 10 และ 20 เมตร ดังรูปที่ 1



รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิดผลแบบฉับพลันของการกระตุ้นด้วยการฝึกการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียวที่มีต่อความสามารถของการกระโดด และการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

นักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย ระดับมหาวิทยาลัย ช่วงอายุ 18-25 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี ที่ไม่มีโรคประจำตัว จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยผ่านการทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าแบคสควอท ย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา แล้วเหยียดตัวขึ้นมาอยู่ในท่าตรงได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว จำนวน 10 คน จากการกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อำนาจการทดสอบ (Power of test) = .80 และขนาดของผลที่จะเกิดขึ้น (Effect size) = .4034733 ด้วยโปรแกรม G*Power (ภาคผนวก ก) ทำการเพิ่มเพื่อกันออก (Drop out) อีก 2 คน รวมเป็นทั้งสิ้น 12 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple random sampling) ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และให้แต่ละกลุ่มหมุนเวียนเข้ารับการทดลอง (Counter balanced design)

รูปแบบที่ 1 การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว

รูปแบบที่ 2 การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก

รูปแบบที่ 3 การฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

ตารางที่ 5 แสดงการกำหนดกลุ่มแบบของกลุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3
สัปดาห์ที่ 3	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 2
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 3
สัปดาห์ที่ 5	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับวัคซีนไม่ต่ำกว่า สองเข็ม ในระยะไม่เกินสามเดือน

2. เป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี ที่เคยแข่งกีฬามหาวิทยาลัย มีประสบการณ์การเล่นกีฬารักบี้ฟุตบอลมาไม่ต่ำกว่า 2 ปี และมีการฝึกซ้อมกับชมรมรักบี้ฟุตบอลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นประจำ

3. ผ่านเกณฑ์การตอบแบบสอบประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (ภาคผนวก ข)

4. ไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกาย เช่น อาการกล้ามเนื้อหลัง สะโพก เข่า หรือข้อเท้า

5. ผ่านเกณฑ์การทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าแบคสควอท 90 องศา แล้วเหยียดขาขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว

6. จะต้องไม่เข้าร่วมงานวิจัยโครงการอื่นก่อนเข้าร่วมวิจัย 2 เดือน

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

1. ระหว่างการทดลองหากเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บปวดบริเวณกล้ามเนื้อหลัง สะโพก เข่า หรือข้อเท้า เป็นต้น

2. ไม่ได้เข้าร่วมการเรียนรู้ 1 ครั้ง จากการเรียนรู้ทั้งหมด 3 ครั้ง หรือไม่ได้เข้าร่วมการฝึกทั้ง 3 รูปแบบ

14.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างโปรแกรมการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

2. ทำการสร้างการฝึกให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้องเรียบร้อย

3. นำการฝึกให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านกีฬารักบี้ฟุตบอล 2 ท่าน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการฝึก โดยวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แล้วประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบการฝึก (Item Objective Congruence; IOC)

4. นำการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และการฝึกคอนเซ็นตริกกอย่างเดียว เสนอเพื่อพิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

5. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อกำหนดวัน เวลา ในการเก็บข้อมูล ขออนุญาตใช้สถานที่และอุปกรณ์

6. ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเชิญชวนผู้เข้าร่วมวิจัยด้วยตนเอง โดยประสานงานกับผู้ฝึกสอนกีฬารักบี้ฟุตบอล อาจารย์ที่ปรึกษาชมรมกีฬารักบี้ฟุตบอล และประธานชมรมกีฬารักบี้ฟุตบอล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อชี้แจงและทำหนังสืออธิบายวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับ

จากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการวิจัยต่อกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอม และกลุ่มตัวอย่างต้องผ่านแบบสอบถามสุขภาพทุกข้อ (ภาคผนวก ข)

7. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึก และสถานที่ในการทดสอบ (ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา อาคารจุฬาพัฒน์ 8 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสนามเทนนิส จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) เพื่อนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

8. ในสัปดาห์ที่ 1 ทำการคัดลือกกลุ่มตัวอย่าง ในวันที่ 1 และ 2 ของสัปดาห์ที่ 1 โดยแบ่งเป็นช่วงเวลาเช้าและบ่าย โดยเก็บข้อมูลทางสรีรวิทยา เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง มวลกล้ามเนื้อด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย (Body composition analyzer) โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยถอดรองเท้า ยืนตัวตรงบนเครื่องสำหรับวัดองค์ประกอบของร่างกาย หน้ามองตรง โดยหน่วยชั่งน้ำหนักเป็นกิโลกรัม (Kilogram; Kg) และส่วนสูงหน่วยเป็นเซนติเมตร (Centimeter; cm) ดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI) (ภาคผนวก ค) จากนั้นทดสอบหาความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าแบคสควอท ให้เข่าทำมุม 90 องศา ได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว (ภาคผนวก ง) โดยผู้ทดสอบจะปฏิบัติจนไม่สามารถยกน้ำหนักในครั้งที่ 4 ได้ ถ้าหากผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถทำได้เกิน 4 ครั้ง ให้ทำการหยุดพักประมาณ 3-5 นาที ต่อเซต และพร้อมที่จะทำการยกน้ำหนักในครั้งต่อไปด้วยความหนักที่หนักขึ้น และนำน้ำหนักที่ทำได้มากที่สุดไม่เกิน 4 ครั้ง ไปเปรียบเทียบตารางของ Baechle and Earle, 2000 เพื่อหาค่าความแข็งแรงสูงสุด (ภาคผนวก ง) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์คือ มีความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าแบคสควอท ให้เข่าทำมุม 90 องศา ได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว โดยผู้วิจัยเป็นผู้คัดกรองกลุ่มตัวอย่าง และคอยควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดการทดสอบ ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องแต่งการชุดกีฬา ที่มีความพร้อมต่อการคัดกรองและการฝึก และสวมรองเท้าผ้าใบกีฬา

9. เมื่อกลุ่มตัวอย่างผ่านตามเกณฑ์การคัดเข้า ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอม และกลุ่มตัวอย่างต้องผ่านแบบสอบถามสุขภาพทุกข้อ (ภาคผนวก ข)

10. โดยกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ผ่านการคัดกรองจะได้รับพวงกุญแจ แทนคำขอบคุณ

11. เรียนรู้การฝึกเอกเซ็นตริกกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกกอย่างเดียว ด้วยท่าแบคสควอท และเรียนรู้การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ด้วยท่าดรอปจั้ม โดยทำการเรียนรู้ทั้งหมด 3 ครั้ง

11.1. เรียนรู้การฝึกเอกเซ็นตริกกอย่างเดียว ด้วยท่าแบคสควอทในช่วงเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (Eccentric-only Back squat)

11.1.1. ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนตรงแบกบาร์เบลไว้ด้านหลัง ร่วมกับความหนัก 80%1RM โดยมีผู้ช่วยถือบาร์เบลไว้ทั้งสองข้าง

11.1.2. ผู้ช่วยปล่อยบาร์เบล ผู้เข้าร่วมวิจัยย่อตัวลงมาช้า ๆ จนกระทั่งเข่าทำมุม 90 องศา โดยใช้เวลาตั้งแต่เริ่มย่อ ขนเข่าทำมุม 90 องศา ทั้งหมด 3 วินาที (Krzysztofik, Wilk, Lockie, et al., 2020)

11.1.3. ผู้ช่วยถือบาร์เบล ผู้เข้าร่วมวิจัยกลับมายืนในท่าตรงดังเดิม โดยใช้ความหนัก 80%1RM เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ

11.1.4. หากผู้เข้าร่วมวิจัยทำท่าไม่ถูกต้อง ให้ทำใหม่จนถูกต้อง

11.2. เรียนรู้วิธีการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ด้วยท่าดรอปจั้ม ความสูง 30 เซนติเมตร

11.2.1. ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนบริเวณบนกล่อง มือจับบริเวณสะโพก

11.2.2. ทำการยื่นขาข้างที่ถนัดออกไปด้านหน้า ปล่อยตัวลงพื้น โดยขาทั้งสองข้างกระทบพื้นพร้อมกัน และให้สั้นที่สุด และเหยียดตัวกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งให้มากที่สุด โดยมือจับสะโพกตลอดเวลา เพื่อป้องกันผลกระทบจากการใช้แขนเหวี่ยงขณะกระโดด โดยใช้ช่วงล่างเพียงอย่างเดียว (Heishman et al., 2020)

11.2.3. หากผู้เข้าร่วมวิจัยทำท่าไม่ถูกต้อง ให้ทำใหม่จนถูกต้อง

11.3. เรียนรู้วิธีการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ด้วยท่าแบคสควอทในช่วงคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (Concentric-only Back squat)

11.3.1. ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนตรงแบกบาร์เบลไว้ด้านหลัง ร่วมกับความหนัก 60%1RM

11.3.2. ผู้เข้าร่วมวิจัยย่อเข่าให้ได้มุม 90 องศา ทำการค้างไว้ 3 วินาที เพื่อตัดช่วงเอกเซ็นตริกออกไป และให้ออกแรงเพียงช่วงคอนเซ็นตริกเท่านั้น (Hansen et al., 2011)

Chulalongkorn University

11.3.3. ดันตัวขึ้นไปในแนวดิ่งกลับมาในท่ายืนตรงให้ไวที่สุด โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัย ยืดหน้าอกขึ้น และแบกบาร์เบลไว้ไม่ยกขึ้น ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว

11.3.4. หากผู้เข้าร่วมวิจัยทำท่าไม่ถูกต้อง ให้ทำใหม่จนถูกต้อง

12. ในสัปดาห์ที่ 2 ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการกระตุ้น เพื่อหาค่าเริ่มต้น (Base line) โดยการทดสอบมีขั้นตอน ดังนี้

12.1. อบอุ่นร่างกายโดยการวิ่งเหยาะรอบสนามเทนนิส 4 นาที

12.2. ทำการยืดเหยียดแบบเคลื่อนไหว 6 นาที (ภาคผนวก ด)

12.3. หลังนั่งพัก 3 นาที ทำการทดสอบพลังกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT700 power system) (ภาคผนวก ฉ) วัดตัวแปรพลังสูดสุด แรง

ปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรง ทำการทดสอบด้วยท่ากระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม จำนวน 1 ครั้ง ด้วยความพยายามสูงสุด ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 2 นาที (Turner & Delahunt, 2015) แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพพลังของกล้ามเนื้อในการกระโดดที่ดีที่สุด (ภาคผนวก ฉ)

12.4. หลังพักจากการทดสอบพลังกล้ามเนื้อขา 3 นาที ทำการทดสอบความเร็ว ทำการทดสอบ Sprint tests ในระยะ 10 และ 20 เมตร โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด จับเวลาด้วยเครื่อง Swift Speed Light timing & training systems (Australia) (ภาคผนวก ซ) บันทึกหน่วยเป็นวินาที จำนวน 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที (Turner & Delahunt, 2015) แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล มีหน่วยเป็นวินาที

13. สัปดาห์ที่ 3-5 ทำการทดสอบก่อนการฝึกเช่นเดียวกับขั้นตอนการทดสอบหาค่าเริ่มต้น (Base line) หลังจากนั้นทำการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกกอย่างเดียว โดยทำการฝึก 1 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยทำการทดสอบก่อนและหลังการกระตุ้นทุกครั้ง (ภาคผนวก ณ) ได้แก่

13.1 รูปแบบที่ 1 การฝึกเอกเซ็นตริกกอย่างเดียว

13.2 รูปแบบที่ 2 การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก

13.3 รูปแบบที่ 3 การฝึกคอนเซ็นตริกกอย่างเดียว

โดยทั้ง 3 กลุ่มจะได้รับการฝึกทั้ง 3 รูปแบบ โดยกลุ่มที่ 1 ทำการฝึกทุกวันจันทร์ กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกทุกวันอังคาร และกลุ่มที่ 3 ทำการฝึกทุกวันพุธ ในการฝึกแต่ละครั้ง ช่วงเวลาการฝึก 17.00-18.00 ระยะการฝึกทั้งหมด 5 สัปดาห์ โดยทำการฝึกที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา อาคารจุฬาพัฒน์ 8 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและสนามเทนนิส จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการควบคุมการฝึกด้วยตนเองตลอดการวิจัย และมีผู้ช่วยวิจัย 2 คน เป็นนิสิตชายปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีหน้าที่ช่วยในถือบาร์เบล ป้องกันการเกิดการบาดเจ็บ และช่วยเก็บข้อมูลในการทำวิจัย

14. ทำการทดสอบหลังได้รับการฝึกจนครบจำนวน โดยการฝึกเอกเซ็นตริกกอย่างเดียว การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และการฝึกคอนเซ็นตริกกอย่างเดียว จำนวน 5 ครั้ง ใช้เวลาพัก 6 นาที

14.1. ทำการทดสอบพลังกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT700 power system) (ภาคผนวก ฉ) วัดตัวแปรพลังสูดสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรง ทำการทดสอบด้วยท่ากระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม จำนวน 1 ครั้ง ด้วยความพยายามสูงสุด ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 2

นาที โดย แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพพลังของกล้ามเนื้อในการกระโดดที่ดีที่สุด (ภาคผนวก ฉ)

14.2. หลังพักจากการทดสอบพลังกล้ามเนื้อขา 3 นาที ทำการทดสอบความเร็ว ทำการทดสอบ Sprint tests ในระยะ 10 และ 20 เมตร โดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด จับเวลาด้วยเครื่อง Swift Speed Light timing & training systems (Australia) (ภาคผนวก ซ) บันทึกหน่วยเป็นวินาที จำนวน 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที แล้วเลือกครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล มีหน่วยเป็นวินาที

ในการวิจัยนี้ครั้งนี้ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องเตรียมขวดน้ำส่วนตัว ต้องสวมใส่หน้ากากอนามัย ล้างมือก่อนและหลังการทดสอบหรือการฝึกทุกครั้ง และมีการเว้นระยะห่างอย่างน้อย 2 เมตร ขณะทำการทดสอบและการกระตุ้น เพื่อป้องกันตามมาตรการการแพร่ระบาดของโควิด-19 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจะต้องสวมใส่หน้ากากอนามัยตลอดเวลา และจะทำความสะอาดอุปกรณ์ก่อนและหลังการทำทดสอบและการกระตุ้น

15. นำผลการทดสอบที่ได้ คือ ข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยา ความแข็งแรงสัมพัทธ์ พลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วสูงสุด อัตราการพัฒนาแรง และความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

16. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

14.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูงดัชนีมวลกาย ยี่ห้อ ioi 353 ของบริษัท JAWON (ภาคผนวก ค)

2. เครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT 700 power system (Fittect, Australia) ที่เชื่อมกับโปรแกรม Ballistic measurement system (ภาคผนวก จ) ประกอบไปด้วย

2.1 Concentric measurement system software เวอร์ชั่น 2011 2.0 ของบริษัท Innervations ผลิตที่เมือง Perth ประเทศออสเตรเลีย

2.2 แผ่นตรวจรับแรงกระแทก Force plate รุ่น 400S (400 series performance force plate) ขนาด 795 mm x 795 mm x 60 mm ของบริษัท Fitness Technology ผลิตที่เมือง Adelaide ประเทศออสเตรเลีย บันทึกในงานวิจัยครั้งนี้ที่ความถี่ 200 Hz

2.3 ตัวแปลงสัญญาณตำแหน่ง (Position transducer) ยี่ห้อ IDM ประเทศออสเตรเลีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. เครื่องวัดความเร็ว ความสามารถในการเร่งความเร็ว Swift Speed Light timing & training systems (Australia) ใช้สำหรับทดสอบความเร็วระยะ 10 เมตร (ภาคผนวก ซ)

4. โอลิมปิค บาร์เบลล์ (Olympics barbell) ยี่ห้อ ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, IL ประเทศสหรัฐอเมริกา (ภาคผนวก ฌ)

5. แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, IL ประเทศสหรัฐอเมริกา (ภาคผนวก ญ)

6. เครื่องวัดองศา Goniometer (ภาคผนวก ฎ)

7. กล่องกระโดด (EFCo box) ความสูง 40 เซนติเมตร (ภาคผนวก ฏ)

8. เครื่องควบคุมจังหวะ (Metronome) ยี่ห้อ Parksons รุ่น IMT-300 (ภาคผนวก ฐ)

14.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการทดสอบและดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง และมีผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน เป็นนิสิตชายปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 2 คน

2. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลการวิจัยโดยใช้สถานที่ คือ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา อาคารจุฬาพัฒน์ 8 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสนามเทนนิส จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบันทึกผลลงในแบบบันทึกผล (ภาคผนวก ฑ)

3. หากผู้เข้าร่วมการทดลองเกิดการบาดเจ็บจากการทดลอง ให้แจ้งผู้วิจัยและหยุดการทดลองโดยทันที เพื่อทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น และทำการส่งต่อสถานพยาบาล โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่ารักษาพยาบาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนดำเนินการขั้นตอนการวิจัย

นักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

↓

เลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว

↓

เรียนรู้วิธีการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

↓

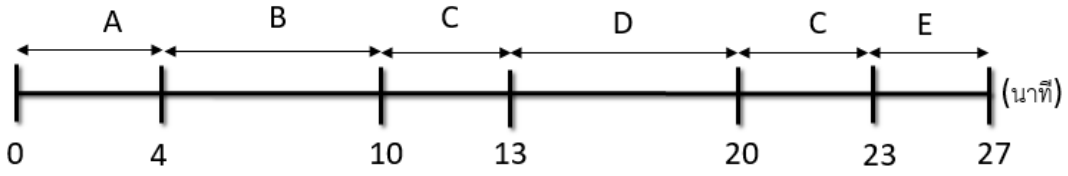
การทดสอบก่อนการกระตุ้น หาค่า Base line

แบ่งกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีแบ่งกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย

	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3
สัปดาห์ที่ 3	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 2
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 3
สัปดาห์ที่ 5	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ใช้วิธีให้แต่ละกลุ่มหมุนเวียนเข้ารับการทดลอง (Counter balanced design)



รูปภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทดสอบ

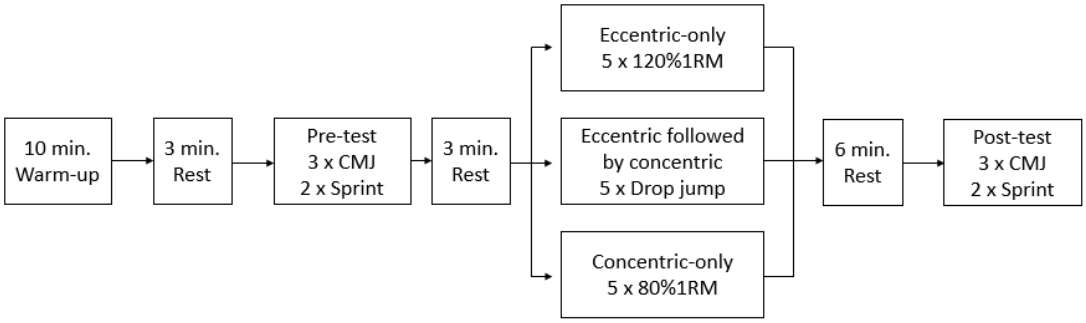
A : วิ่งเหยาะรอบสนาม 4 นาที

B : อบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว 6 นาที

C : พัก 3 นาที

D : ทดสอบพลัง 3 ครั้ง ใช้เวลา 7 นาที โดยพักระหว่างครั้ง 2 นาที

E : ทำการทดสอบความเร็ว 2 ครั้ง ใช้เวลา 4 นาที โดยพักระหว่างครั้ง 3 นาที



รูปภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงขั้นตอนในสัปดาห์ของการฝึก

14.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติการฝึก SPSS Statistics ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรตามในแต่ละการทดสอบ ได้แก่ แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด พลังสูงสุด อัตราการพัฒนาแรง เวลาการสปริ๊นท์ระยะทาง 10 และ 20 เมตร

2. ทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ การกระจายตัว โดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk test (ภาคผนวก ต)

3. ถ้าหากข้อมูลมีการกระจายตัวเป็นแบบโค้งปกติ วิเคราะห์ความสามารถของการกระโดดและการสปริ๊นท์ ระหว่าง 3 กลุ่มด้วยสถิติ ANOVA repeated measures และทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี Bonforoni

4. ถ้าหากข้อมูลมีการกระจายตัวแบบโค้งไม่ปกติ วิเคราะห์ความสามารถของการกระโดดและ การสปริ๊นท์ ระหว่าง 3 กลุ่มด้วยสถิตินอนพาราเมติก Friedman Test และทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี Jonckheera trend test

5. กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

15. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงผลฉับพลันของการฝึกเอกเซ็นตริกกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกกอย่างเดียว ที่มีผลต่อความสามารถการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย

2. เพื่อทราบถึงผลฉับพลันของการเปรียบเทียบการฝึกเอกเซ็นตริกกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกกอย่างเดียว ที่มีผลต่อความสามารถการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์มูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาผลแบบฉับพลันจากการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริก (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริก (CON) ที่มีต่อความสามารถในการกระโดด และการสปริ๊นในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยการฝึกคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS แล้วนำผลการวิเคราะห์มานำเสนอในรูปของตารางข้อมูลประกอบความเรียงและแผนภูมิ โดยแบ่งการนำเสนอเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และความแข็งแรงสัมพัทธ์

ตอนที่ 2 ทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์การกระจายตัว Shapiro-Wilk test ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (ภาคผนวก ต)

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way repeated measures ANOVA) และความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำโดยการจัดคอลัมน์ (Friedman Test) ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

ตอนที่ 5 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และความแข็งแรงสัมพัทธ์

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และความแข็งแรงสัมพัทธ์ (n=10)

	$\bar{X}$	S.D.
อายุ (ปี)	22.10	3.17
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	85.09	15.93
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	173.70	5.59
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าต่อน้ำหนักตัว)	1.79	0.14

จากตารางที่ 6 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุเท่ากับ 22.10 ± 3.17 ปี น้ำหนักเท่ากับ 85.09 ± 15.93 กิโลกรัม ส่วนสูงเท่ากับ 173.70 ± 5.59 เซนติเมตร และความแข็งแรงสัมพัทธ์ 1.79 ± 0.14 เท่าต่อน้ำหนักตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way repeated measures ANOVA) และความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำโดยการจัดคอลัมน์ (Friedman Test) ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา100และ250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ10และ20 เมตรของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way repeated measures ANOVA) และความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำโดยการจัดคอลัมน์ (Friedman Test) ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น $\bar{X}$±S.D.	ECC $\bar{X}$±S.D.	EFC $\bar{X}$±S.D.	CON $\bar{X}$±S.D.	Friedman test (P)	One-way (P)
พลังสูงสุด (วัตต์)	4262.10±1070.23	4973.40±1195.01 (17.44%±11.08%)	5207.10±1110.88 (23.46%±11.48%)	4864.50±1144.740 (13.91%±12.87%)	0.001* (0.020*)	
แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (นิวตัน)	3140.60±891.49	3400.00±930.70 (8.69%±7.10%)	3182.20±904.80 (1.87%±10.78%)	3375.00±937.93 (7.82%7.09%)	0.001* (0.045*)	
ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (เมตร/วินาที)	2.34±0.23	2.67±0.28 (14.00%±5.24%)	2.84±0.29 (21.76%±6.28%)	2.64±0.24 (12.87%±5.18%)		0.001* (0.004*)
อัตราการพัฒนาแรง ที่เวลา 100 มิลลิวินาที (นิวตัน/วินาที)	6297.60±1670.25	6643.60±1661.18 (6.06%±7.26%)	7039.10±1920.16 (12.07%±10.86%)	6532.90±1670.77 (4.02%±6.25%)		0.003* (0.001*)
อัตราการพัฒนาแรง ที่เวลา 250 มิลลิวินาที (นิวตัน/วินาที)	6458.80±1389.58	6620.50±1401.10 (2.69%±7.29%)	7423.30±1224.62 (16.46%±11.16%)	5851.40±2100.99 (5.40%±8.42%)		0.001* (0.001*)
ความเร็ว 10 เมตร (วินาที)	2.01±0.13	1.92±0.12 (-3.85%±7.08%)	1.92±0.12 (-4.19%±6.96%)	1.94±0.16 (-3.01%±6.95%)		0.201 (0.704)
ความเร็ว 20 เมตร (วินาที)	3.54±0.32	3.44±0.27 (-2.57%±5.99%)	3.43±0.28 (-2.92%±6.90%)	3.52±0.26 (-0.38%±5.90)		0.247 (0.238)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

*p < 0.05

หมายเหตุ เลขในวงเล็บคือ เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้น

จากตารางที่ 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนเวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ของของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเป็นรายคู่ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

การฝึกการกระตุ้น	วัตต์	ค่าเริ่มต้น	ECC	EFC	CON
ค่าเริ่มต้น	4262.10	-	0.005*	0.001*	0.041*
ECC	4973.40		-	0.029*	0.997
EFC	5207.10			-	0.048*
CON	4864.50				-

*p < 0.05

จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดของการกระตุ้นทั้ง 3 การฝึก แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก แตกต่างจากการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงปฏิกริยาแนวดิ่งสูงสุดเป็นรายคู่ของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

การฝึกการกระตุ้น	นิวตัน	ค่าเริ่มต้น	ECC	EFC	CON
ค่าเริ่มต้น	3140.60	-	0.021*	1.00	0.036*
ECC	3400.00		-	0.023*	0.527
EFC	3182.20			-	0.023*
CON	3375.00				-

*p < 0.05

จากตารางที่ 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกริยาแนวดิ่งสูงสุดของการกระตุ้นทั้ง 3 การฝึกแตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกริยาแนวดิ่งสูงสุดของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว แตกต่างจากการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าเฉลี่ยแรงปฏิกริยาแนวดิ่งสูงสุดของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุดเป็นรายคู่จากการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

การฝึกการกระตุ้น	เปอร์เซ็นต์	ECC	EFC	CON
ECC	12.8	-	0.001*	1.00
EFC	20.68		-	0.007*
CON	12.51			-

*p < 0.05

จากตารางที่ 10 พบว่า เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุดของการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก แตกต่างจากการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 มิลลิวินาที เป็นรายคู่จากการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

การฝึกการกระตุ้น	นิวตัน/วินาที	ค่าเริ่มต้น	ECC	EFC	CON
ค่าเริ่มต้น	6297.60	-	0.14	0.03*	0.37
ECC	6883.60		-	0.02*	0.39
EFC	7039.10			-	0.016*
CON	6532.90				-

*p < 0.05

จากตารางที่ 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 มิลลิวินาทีของการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก แตกต่างจากค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 มิลลิวินาทีของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว การฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว และค่าเริ่มต้น ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 มิลลิวินาที เป็นรายคู่จากการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

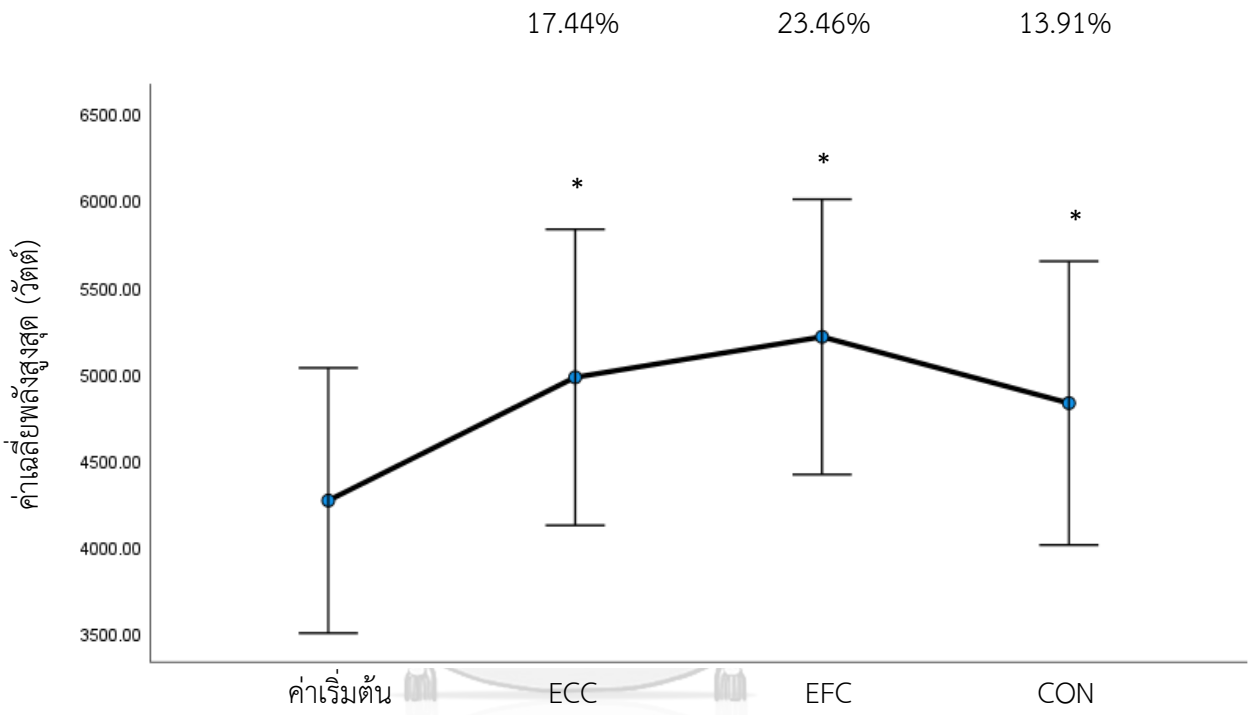
การฝึกการกระตุ้น	นิวตัน/วินาที	ค่าเริ่มต้น	ECC	EFC	CON
ค่าเริ่มต้น	6458.80	-	1.00	0.00*	0.81
ECC	6620.50		-	0.006*	0.815
EFC	7423.30			-	0.023*
CON	5851.40				-

*p < 0.05

จากตารางที่ 12 พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 มิลลิวินาทีของการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก แตกต่างจากค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 มิลลิวินาทีของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และค่าเริ่มต้น ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

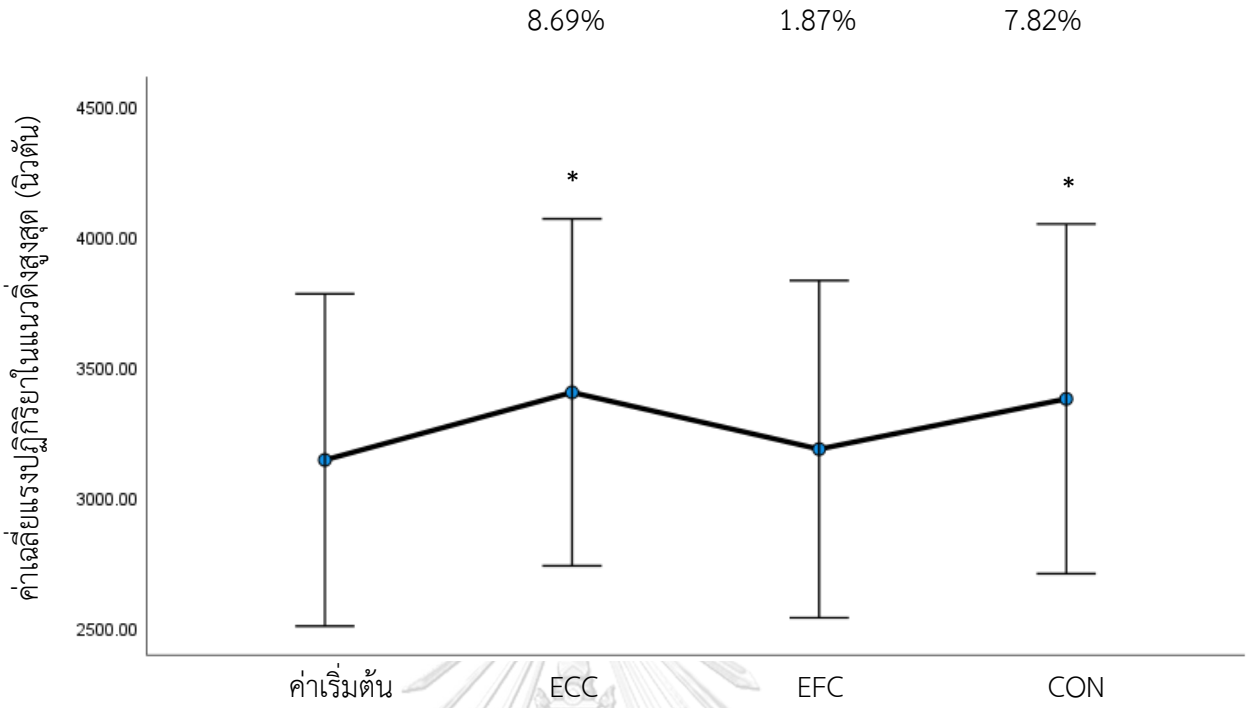
ตอนที่ 4 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้น ของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

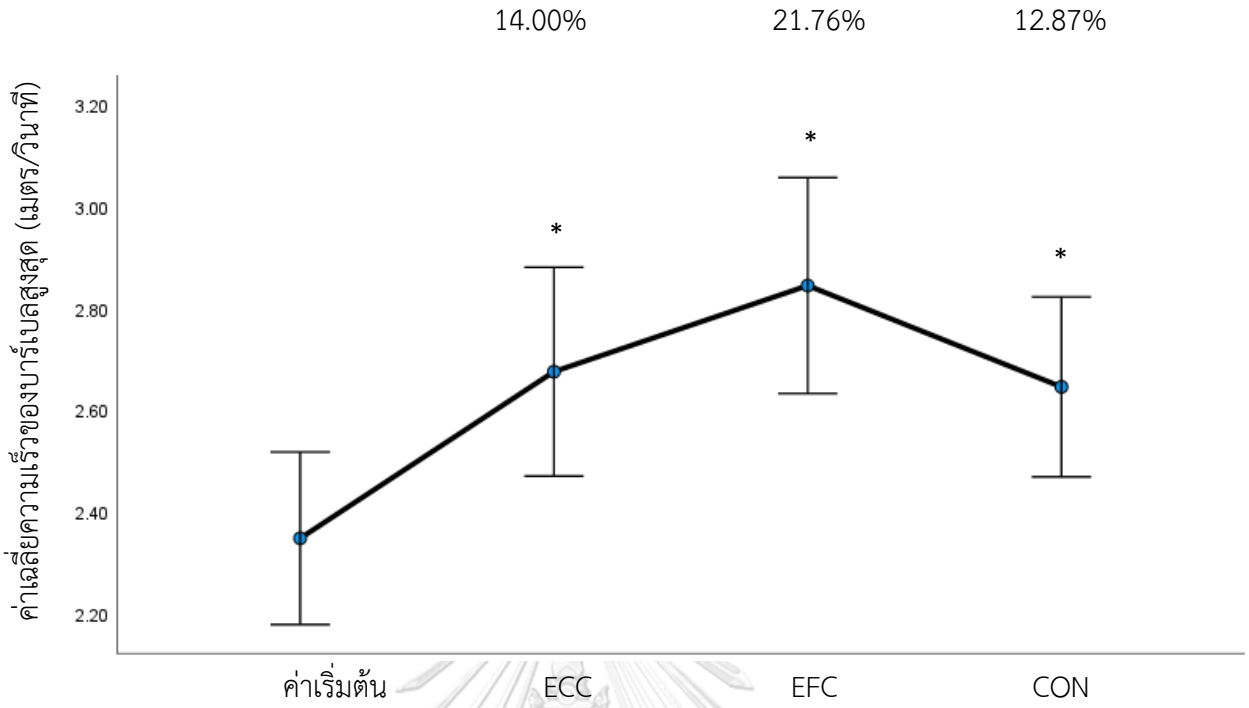
*ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุดและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้น ของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

*****ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

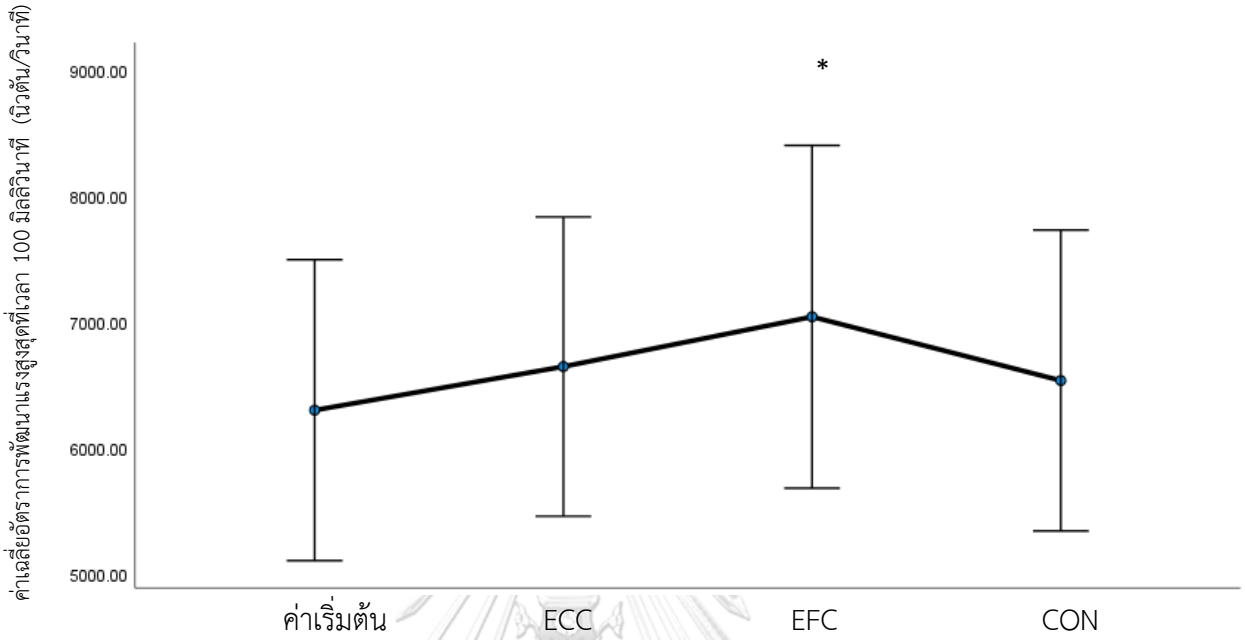


แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยความเร็วของบาร์เบลสูงสุดและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้น ของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

*****ค่าเฉลี่ยความเร็วของบาร์เบลสูงสุด แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

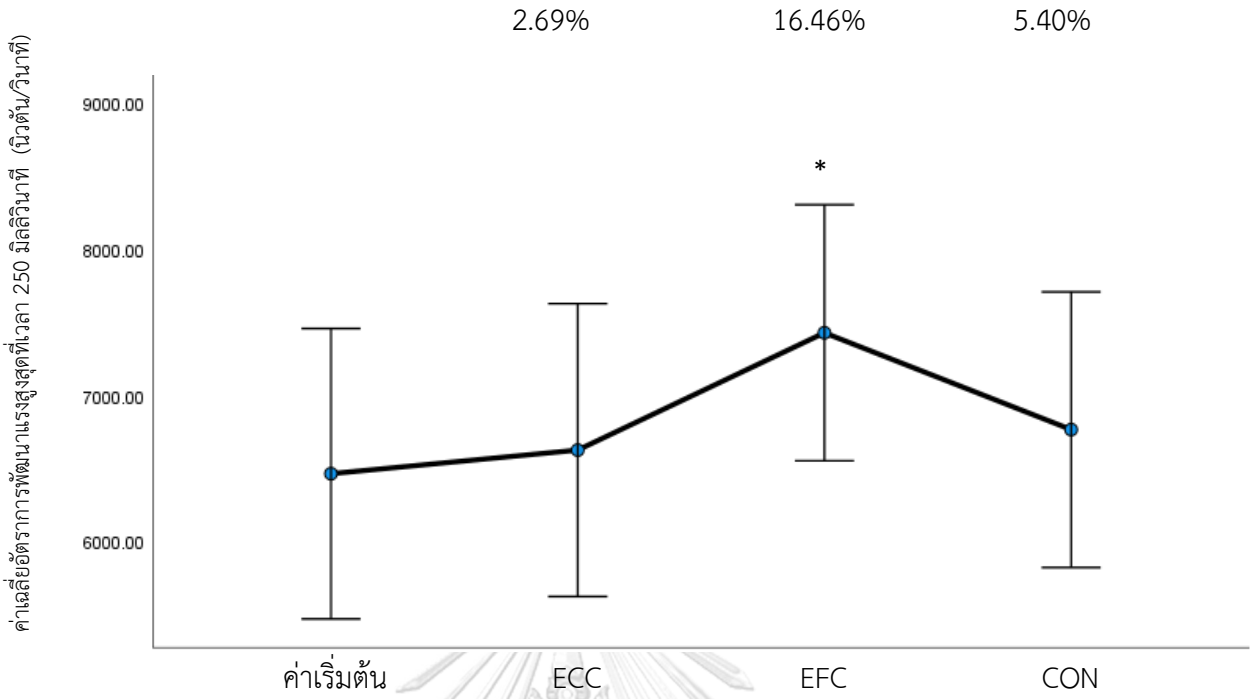
6.06% 12.07% 4.02%



แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 มิลลิวินาทีและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้น ของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

*****ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 มิลลิวินาที แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

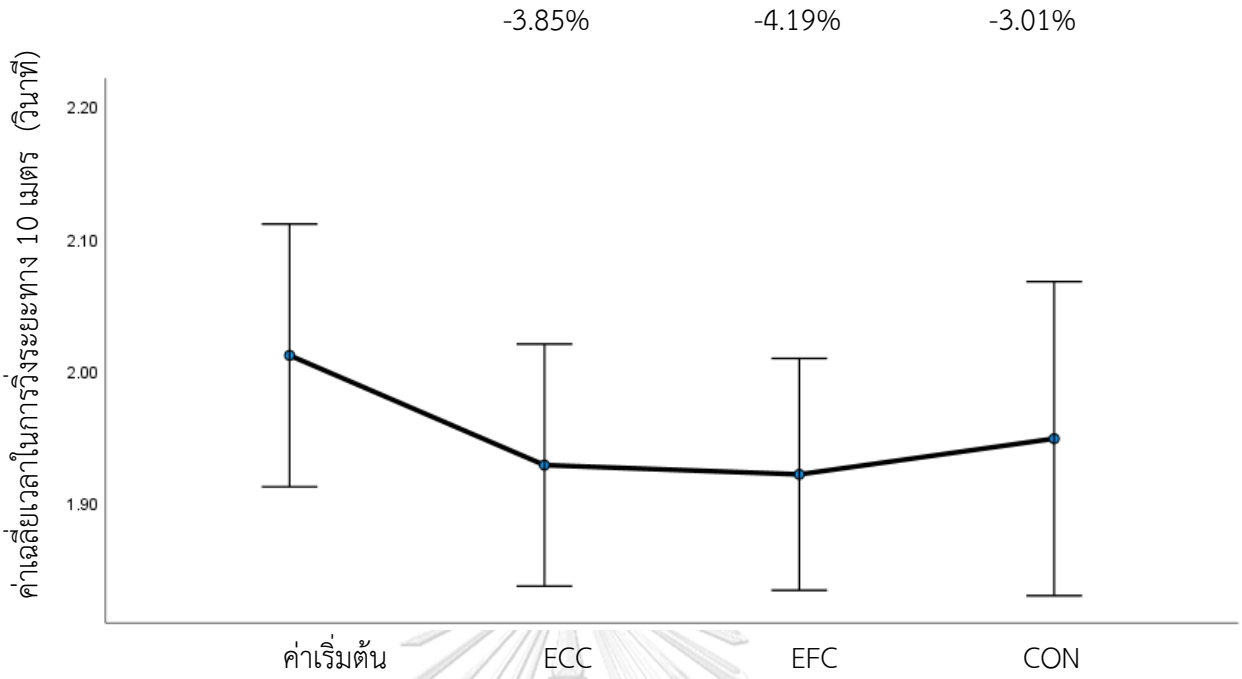
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 มิลลิวินาทีและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้น ของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

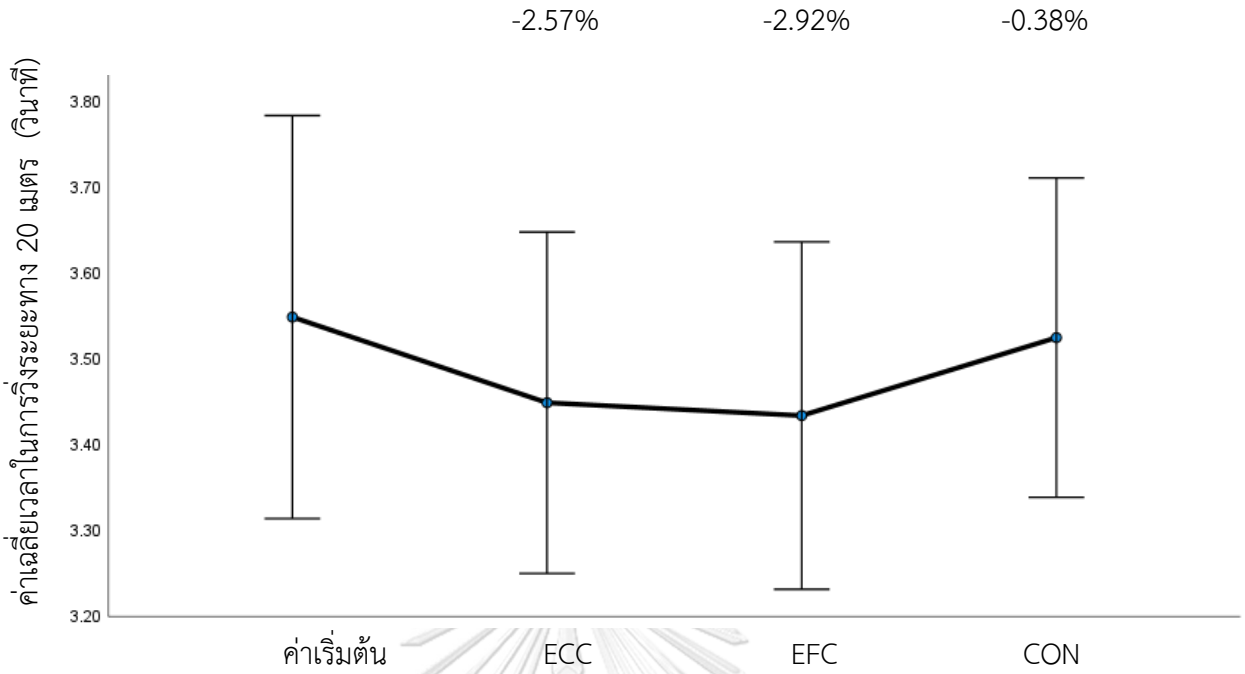
*****ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 มิลลิวินาที แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยเวลาในการวิ่งระยะทาง 10 เมตรและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้น ของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยเวลาในการวิ่งระยะทาง 20 เมตรและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้น ของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (ECC) เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (CON)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ที่มีต่อความสามารถในการกระโดด และการสปริ๊นในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็น นักกีฬารักบี้ฟุตบอลชายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18-25 ปี จำนวน 12 คน จากการเลือกแบบเจาะจง โดยผู้เข้าร่วมวิจัยต้องผ่านการแข่งขันรายการกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย มีความแข็งแรงสัมพัทธ์ท่าสควอทได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว มีสุขภาพดี ไม่มีอาการบาดเจ็บ และได้ใช้การถ่วงดุลลำดับ (Counter balancing) ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple random sampling) จับฉลากเข้ากลุ่ม แต่ขณะดำเนินการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างหายไป 2 คน เกิดจากกลุ่มตัวอย่างไม่สะดวกเข้าร่วมโครงการวิจัยต่อ ทำให้เหลือ 10 คน โดยการฝึกการกระตุ้นทั้ง 3 รูปแบบคือ การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ใช้ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 5 สัปดาห์ โดยสัปดาห์แรกกลุ่มตัวอย่างได้รับการเรียนรู้ท่าฝึก จำนวน 3 ครั้ง และโดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ฝึกสอนที่สนามเทนนิส คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้เวลา 30 นาที จากนั้น 1 สัปดาห์ต่อมาทำการทดสอบก่อนการทดลองหาค่าเริ่มต้น (Baseline) และสัปดาห์ที่ 3 - 5 ทำการทดลอง โดยทำการทดลองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยกลุ่มที่หนึ่งทำการทดลองวันจันทร์ เวลา 16.00 – 18.00 น. กลุ่มที่สองทำการทดลองวันอังคาร เวลา 16.00 – 18.00 น. และกลุ่มที่สามทำการทดลองวันพุธ เวลา 16.00 – 18.00 น. ทดสอบตัวแปรพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที และเวลาในการวิ่งระยะ 10 และ 20 เมตร

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบหาค่าเริ่มต้นและหลังการกระตุ้นของแต่ละการฝึก มาวิเคราะห์โดยใช้การฝึกคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ การกระจายตัว Shapiro-Wilk test (ภาคผนวก ต) หากข้อมูลมีการกระจายตัวปกติ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทุกรายการของแต่ละการทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบ One-way repeated measures ANOVA หากข้อมูลมีการกระจายตัวไม่ปกติ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทุกรายการของแต่ละการทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบ Friedman Test หากพบว่ามีความแตกต่างกันจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Bonferroni โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดของการกระตุ้นทั้ง 3 การฝึก แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าพลังสูงสุดของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก แตกต่างจากการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าพลังสูงสุดของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ไม่แตกต่างกัน

2. ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกริยาแนวดิ่งสูงสุดของการกระตุ้นทั้ง 3 การฝึก แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกริยาแนวดิ่งสูงสุดของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว แตกต่างจากการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าเฉลี่ยแรงปฏิกริยาแนวดิ่งสูงสุดของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ไม่แตกต่างกัน

3. เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุดของการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก แตกต่างจากการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุดของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ไม่แตกต่างจากค่าเริ่มต้น

4. ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 มิลลิวินาทีของการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก แตกต่างจากค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 มิลลิวินาทีของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และค่าเริ่มต้น ไม่แตกต่างกัน

5. ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 มิลลิวินาทีของการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก แตกต่างจากค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 มิลลิวินาทีของการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว คอนเซ็นตริกอย่างเดียว และค่าเริ่มต้น ไม่แตกต่างกัน

6. ค่าเฉลี่ยเวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 เมตร ของค่าเริ่มต้น การกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ไม่แตกต่างกัน

7. ค่าเฉลี่ยเวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 20 เมตร ของค่าเริ่มต้น การกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลฉับพลันของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ที่มีต่อความสามารถการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย หลังจากได้รับการกระตุ้นทั้ง 3 รูปแบบ และพักเป็นเวลา 6 นาที ก่อนเริ่มทำการทดสอบ ผลวิจัยพบว่า สามารถพัฒนาพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที ได้แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการเพิ่มขึ้นของพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที อาจเป็นเพราะการฝึกทั้ง 3 รูปแบบสามารถกระตุ้นให้กล้ามเนื้อทำงานได้ดีขึ้น ตามหลักการโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น (Post activation potentiation : PAP) คือ ปรากฏการณ์ที่กล้ามเนื้อทำงานได้ดีขึ้นหลังจากการถูกกระตุ้นด้วยการฝึกที่ไม่ทำให้เกิดความล้ากับกล้ามเนื้อ โดยการเพิ่มอัตราการจับตัวของแอคตินและไมโอซิน ทำให้ไวต่อแคลเซียมมากขึ้นที่บริเวณเส้นใยกล้ามเนื้อหดเร็ว (Type II) ซึ่งการฝึกกระตุ้นให้เกิดPAPได้ โดยเกิดที่การฝึกจากกลไกการกระตุ้นทำให้เกิดการระดมหน่วยยนต์ กระแสประสาทส่งผลให้กระบวนการฟอสโฟรีเลชั่น ของไมโอซินไลท์เชน ซึ่งเพิ่มอัตราการจับตัวของแอคตินและไมโอซิน อีกทั้งการฝึกยังช่วยพัฒนาการผลิตแรงจากล้ามเนื้อ จากกลไกการกระตุ้นให้มีการจับไวต่อแคลเซียมมากขึ้น (Blazevich & Babault, 2019) ส่งเสริมการตอบสนองของหน่วยประสาทสั่งการ เกิดการระดม (Recruitment) เพิ่มความสามารถในการซิงโครไนซ์ (Synchronization) ของระบบประสาท เพิ่มศักยภาพจากการตอบสนองที่ไวของแอลฟ่าโมโตนิวรอน ซึ่งสะท้อนโดยการเปลี่ยนแปลงของเฮ็ทช์ รีเฟล็ค (Ulrich & Parstorfer, 2017) อีกทั้งการกระตุ้น PAP จะก่อให้เกิดการตึงตัวของกล้ามเนื้อขา (Leg stiffness) ซึ่งช่วยให้เกิดการผลิตพลังได้มากขึ้น เกิดมาจากการเพิ่มความเร็ววงจรยืดหดของกล้ามเนื้อ (Byrne et al., 2020) จึงส่งผลให้เกิดการพัฒนาของพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด หลังจากได้รับการกระตุ้นทั้ง 3 การรูปแบบการฝึก พบว่าค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดของของการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก แตกต่างจากการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดของการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้น (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 23.46% การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 17.44% และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 13.91%) พบว่า การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกพัฒนาพลังสูงสุดได้ดีกว่าการฝึกเอกเซนตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Król and

Mynarski (2010) ทำการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ด้วยท่าดรอปจั้ม ความสูง 40 เซนติเมตร จำนวน 5 ครั้ง พบว่า ช่วยพัฒนาความสูงของการกระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม ค่าเฉลี่ยของพลัง และพลังสูงสุดได้ ซึ่งการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกสามารถเพิ่มค่าพลังสูงสุดได้ดี อาจเป็นเพราะการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกสามารถกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อหดตัวเร็ว (Type II) ซึ่งการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก ช่วยพัฒนาในช่วงการเปลี่ยนถ่ายระหว่างช่วงเอกเซ็นตริกและคอนเซ็นตริก ที่เรียกว่าช่วงอะมอไทเซชั่น (Amortization phase) ให้รวดเร็วที่สุด ส่งผลให้ช่วยพัฒนาการหดตัวของกล้ามเนื้อได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเห็นได้จากค่าเฉลี่ยความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 2.84±0.29 การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 2.67±0.28 และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 2.64±0.24) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยความเร็วของบาร์เบลสูงสุดจากค่าเริ่มต้น (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 21.76%±6.28% การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 14.00%±5.24% และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 12.87%±5.18%) ได้ดีกว่าการฝึกด้วยแรงต้านที่ใช้ความหนักสูง กระตุ้นให้การหดตัวของกล้ามเนื้อทำได้รวดเร็ว จากการพัฒนาวงจรการยืดยาวและหดสั้นของกล้ามเนื้อ (Stretch shortening cycle : SSC) ที่กระตุ้นให้เกิดรีเฟล็คซ์ยืด (Stretch-reflex) (Huang et al., 2021) อีกทั้งยังกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท ในการกักเก็บพลังงานยืดหยุ่น (Elastic energy) ได้ดี (Lowery et al., 2012) ซึ่งการหดตัวที่เร็วขึ้นส่งผลให้การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกช่วยพัฒนาอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 7039.10±1920 การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 6643.60±1661 และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 6532.90±1670) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 จากค่าเริ่มต้น (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 12.07%±10.86% การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 6.06%±7.26% และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 4.02%±6.25%) และอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 มิลลิวินาที (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 7423.30±1224 การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 6620.50±1401 และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 5851.40±2100) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 จากค่าเริ่มต้น (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 16.46%±11.16% การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 2.69%±7.29% และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 5.40%±8.42%) ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jensen (2008) ที่กล่าวว่าการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกช่วยกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อหดตัวเร็ว โดยอาศัยกลไกพลังงานยืดหยุ่น ทำให้อัตราการพัฒนาแรงในช่วงเริ่มต้น (Early phase) คือ ที่เวลาน้อยกว่า 100 มิลลิวินาที เกิดการพัฒนาจากการที่กล้ามเนื้อหดตัวอย่างรวดเร็วส่งผลต่อการผลิตแรงช่วงเริ่มต้นออกมาได้เพิ่มขึ้น (Andersen et al., 2010) จากผลการวิจัย พบว่า การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว สามารถพัฒนาพลังสูงสุดได้น้อยกว่าการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก เช่นเดียวกับ Chakshuraksha

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

and Apanukul (2021) กล่าวว่า การฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกพัฒนาพลังสูงสุดได้ดีกว่าการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เนื่องมาจากการฝึกเน้นความหนักเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกช่วยพัฒนาระบบประสาทกล้ามเนื้อได้ดีกว่า อาจเป็นเพราะการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียวเป็นการฝึกที่มีความหนักค่อนข้างมาก ทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้ในรูปแบบช้า เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ช้าลง ทำให้การกลไก SSC ทำงานได้ช้ากว่าการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก จึงส่งผลให้ผลิตแรงออกมาได้ช้าลง จึงไม่ช่วยพัฒนาอัตราการพัฒนาแรง อย่างไรก็ตามการฝึกด้วยแรงต้านความหนักมากจะช่วยผลิตแรงออกมาได้ดีขึ้นเนื่องจากความหนักในการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ ทำให้ผลิตแรงออกมาได้มาก (Henneman et al., 1965) และช่วยกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อจากการออกแรงต้าน ซึ่งส่งผลให้กล้ามเนื้อสามารถออกแรงได้มากขึ้น ซึ่งเห็นได้จากค่าเฉลี่ยปฏิกิริยาสูงสุด (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 3182.20±904 การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 3400.00±930 และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 3375.00±937) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยปฏิกิริยาสูงสุดจากค่าเริ่มต้น (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 1.87%±10.78% การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 8.69%±7.10% และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 7.82%±1.09%) ของการฝึกเอกเซนตริกอย่างเดียว มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกรูปแบบอื่น จากผลการวิจัยจะเห็นว่า การฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว สามารถเพิ่มพลังสูงสุดได้น้อยที่สุด และไม่สามารถเพิ่มอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที อาจเกิดจากความหนักที่ใช้น้อยเกินเมื่อเทียบกับรูปแบบการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้ความหนักน้อยเกินไป (80%1RM) ทำให้การกระตุ้นกล้ามเนื้อ การหดตัวของกล้ามเนื้อ อัตราการพัฒนาแรงและการขนส่งกระแสประสาท ทำได้ไม่ดี (Newton et al., 1996) ทำให้กล้ามเนื้ออาจได้รับการระดมหน่วยยนต์อย่างไม่เต็มที่ ส่งผลให้การสร้างแรงด้วยความเร็วทำได้ไม่ดี ทำให้อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที ไม่พัฒนา (Bodden et al., 2019) จากงานวิจัยของ Krzysztofik et al., (2020) ที่แสดงให้เห็นว่าการฝึกคอนเซ็นตริกที่ฝึกในช่วงของคอนเซ็นตริกอย่างเดียวนั้น ใช้พลังงานในการฝึกน้อยกว่าการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว ทำให้ผลิตแรงออกมาได้น้อยกว่า จึงเป็นเหตุผลให้การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว มีพลังสูงสุดที่มากกว่าการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว และการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียวสามารถพัฒนาและถ่ายโยงแรงทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริกเพิ่มขึ้นได้

งานวิจัยนี้ยังพบอีกว่า ค่าเฉลี่ยเวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 เมตร ของค่าเริ่มต้น การกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน จากผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ DA SILVA et al., (2011) ที่ทำการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกด้วยท่าดรอปจั้ม โดยใช้เวลาพัก 6 นาที พบว่าไม่สามารถพัฒนาความสามารถใน

การสปริ๊นท์ในระยะ 10 และ 20 เมตรได้ อาจเกิดมาจากการกระตุ้นให้ถึงจุดที่กระตุ้นให้เกิด PAP ควรเหมาะสมต่อรูปแบบการฝึก และใช้เวลาในการคืนค่าคลีเอตินฟอสเฟส อีกทั้งระยะเวลาการพักหลังได้รับการกระตุ้นคือ 16 นาที ซึ่งอาจมากเกินไปสำหรับการคงอยู่ของปรากฏการณ์โพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น ทำให้ประสิทธิภาพการกระตุ้นกล้ามเนื้อลดลง อีกทั้งกลไกในการวิ่งเป็นการเคลื่อนที่ทั้งต้องอาศัยการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งและแนวราบ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ทำการฝึกในแนวดิ่งอย่างเดียว จึงอาจเป็นเหตุผลให้ความสามารถในการสปริ๊นท์ไม่พัฒนา อย่างไรก็ตามการกระตุ้นทั้ง 3 รูปแบบการฝึก มีแนวโน้มช่วยพัฒนาการสปริ๊นท์ได้เมื่อดูจากเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากค่าเริ่มต้น โดยที่ระยะ 10 เมตร (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 4.19% การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 3.85% และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 3.01%) และระยะ 20 เมตร (การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก 2.92% การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว 2.57% และการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว 0.38%) โดยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกช่วยลดเวลาการวิ่งได้ เกิดมาจากกลไกการพัฒนาวงจรการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับการวิ่งที่ต้องอาศัยแรงในการถีบเท้า เกิดการรีเฟล็คซ์ยืดที่มีประสิทธิภาพ (Rimmer & Sleivert, 2000) อีกทั้งวงจรการยืด-หดเป็นการทำให้เกิดการพัฒนาช่วงกล้ามเนื้อหดตัว (Concentric) จากพลังงานสะสมของกล้ามเนื้อแบบอิลาสติก (Flanagan & Comyns, 2008) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการกระตุ้นกระบวนการ PAP มีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถในการวิ่งได้ (DA SILVA et al., 2011; Matthews et al., 2004; Rahimi, 2007; Smith et al., 2001) ซึ่งการสปริ๊นท์ต้องอาศัยพลังของกล้ามเนื้อ แรงถีบเท้า และการหดตัวอย่างรวดเร็ว โดยการฝึกทั้ง 3 รูปแบบไม่แตกต่างกัน อาจเกิดมาจาก การฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ช่วยพัฒนาในส่วนแรงปฏิกริยาได้ แต่การฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกช่วยพัฒนาในส่วนความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Flanagan & Comyns, 2008; Vogt & Hoppeler, 2014)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลจากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การกระตุ้นด้วยการฝึกทั้ง 3 รูปแบบช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อได้ ช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดดได้ เมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น โดยใช้เวลาพัก 6 นาที ซึ่งการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกช่วยพัฒนาได้ดีที่สุด เกิดมาจากการพัฒนาวงจรSSC ทำให้ช่วยเพิ่มความเร็วสูงสุดได้ โดยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว และคอนเซ็นตริกอย่างเดียว ใช้ความหนักค่อนข้างสูง จึงสามารถช่วยพัฒนาแรงปฏิกริยาสูงสุดได้ แต่การฝึกทั้ง 3 รูปแบบแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 20 เมตร ไม่แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่แตกต่างกันทั้ง 3 การฝึก อาจเกิดมาจากใช้เวลาพักนานเกินไป (ใช้เวลาพัก 16 นาที) อย่างไรก็ตามการฝึกทั้ง 3 รูปแบบมีแนวโน้มพัฒนา ความสามารถในการสปริ๊นท์ระยะ 10 และ 20 เมตร ได้ อาจต้องปรับใช้เป็นการฝึกการฝึกแทนการฝึกการกระตุ้น

ข้อจำกัดในงานวิจัยครั้งนี้

เนื่องจากงานวิจัยนี้เก็บข้อมูลในช่วงที่มีสถานการณ์โควิด-19 ระบาด ทำให้ผู้วิจัยต้องควบคุมและใช้ความพยายามมากกว่าปกติ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้

การฝึกด้วยการฝึกเอกเซ็นตริก เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกเป็นการฝึกที่มีแรงกระแทกสูง ร่วมกับน้ำหนักที่ใช้ในการฝึกเอกเซ็นตริก และคอนเซ็นตริก ซึ่งนักกีฬาจะต้องมีความแข็งของกล้ามเนื้อพื้นฐานก่อนและต้องทำการฝึกปฏิบัติในท่าที่ถูกต้อง โดยมีผู้ดูแล และควบคุมตลอดการฝึกอย่างใกล้ชิด

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลแบบฉับพลันของการฝึกเอกเซ็นตริก เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริก ในกีฬาชนิดอื่น

2. ควรมีการศึกษาความหนักและเวลาที่เหมาะสมของการฝึกแต่ละการฝึกที่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของกีฬาชนิดอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาษาไทย

เจริญ กระบวนรัตน์. (2547). ผลของการนวดแบบไทยประยุกต์ การพักแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชูศักดิ์ เวชแพศย และกันยา ปาละวิวัธน. (2536). สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (พิมพครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ธรรกมลการพิมพ.

ธวัช วีระศิริวัฒน. (2538). หลักและการฝกกีฬา.กรุงเทพฯ:โอเดียนสโตร.

สุทธิกร อาภานุกูล และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2552). ผลของการฝึกแบบเอกเซ็นตริกที่มีต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาเทนนิสชาย. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, ปีที่ 10(พฤษภาคม – สิงหาคม 2552), 93-104

ภาษาอังกฤษ

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318-1326.

Abade, E., Sampaio, J., Gonçalves, B., Baptista, J., Alves, A., & Viana, J. (2017). Effects of different re-warm up activities in footCONl players' performance. *PLoS One*, 12(6), e0180152.

Alcaraz, P. E., Sánchez-Lorente, J., & Blazevich, A. J. (2008). Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 667-671.

Allerheiligen, B., & Rogers, R. (1995). Plyometrics program design. *Strength and Conditioning*, 17, 26-26.

Andersen, L. L., Andersen, J. L., Zebis, M. K., & Aagaard, P. (2010). Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(1), e162-e169.

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Berger, R. A. (1963). Effects of dynamic and static training on vertical jumping ability. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 34(4), 419-424.

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.

Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and science in sports and exercise*, 28, 1402-1412.

Bodden, D., Suchomel, T. J., Lates, A., Anagnost, N., Moran, M. F., & Taber, C. B. (2019). Acute effects of Concentric and non-Concentric bench press on EFCometric push-up performance. *Sports*, 7(2), 47.

Bomfim, L., JC. (2011). Acute effects of drop jump potentiation protocol o.

Bompa, & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization-: theory and methodology of training*. Human kinetics.

Bompa, T. (1993). The Annual Plan-Periodization. Periodization of Strength. Kap 10, s 98-111. In: Veritas Publishing Inc.

Bompa, T. O., & Carrera, M. (2005). *Periodization training for sports* (Vol. 3). Human Kinetics Champaign.

Burkett, L. N., Phillips, W. T., & Ziuraitis, J. (2005). The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 673-676.

Byrne, P. J., Moody, J. A., Cooper, S.-M., Callanan, D., & Kinsella, S. (2020). Potentiating response to drop-jump protocols on sprint acceleration: drop-jump volume and intrarepetition recovery duration. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(3), 717-727.

Chakshuraksha, P., & Apanukul, S. (2021). Effects of Accentuated Eccentric Loading Combined with plyometric Training on Strength, Power, Speed, and Agility in Male Rugby Players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 24(3).

Chatzopoulos, D. E., Michailidis, C. J., Giannakos, A. K., Alexiou, K. C., Patikas, D. A., Antonopoulos, C. B., & Kotzamanidis, C. M. (2007). Postactivation potentiation

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

effects after heavy resistance exercise on running speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1278-1281.

Chen, Z.-R., Wang, Y.-H., Peng, H.-T., Yu, C.-F., & Wang, M.-H. (2013). The acute effect of drop jump protocols with different volumes and recovery time on countermovement jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 154-158.

Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2007). The molecular bases of training adaptation. *Sports medicine*, 37(9), 737-763.

Colliander, E., & Tesch, P. (1990). Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. *Acta physiologica scandinavica*, 140(1), 31-39.

Conley, M. S., & Rozenek, R. (2001). Health aspects of resistance exercise and training. *Strength & Conditioning Journal*, 23(6), 9-23.

Cook, C. J., Beaven, C. M., & Kilduff, L. P. (2013). Three weeks of eccentric training combined with overspeed exercises enhances power and running speed performance gains in trained athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(5), 1280-1286.

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Adaptations in athletic performance after Concentric power versus strength training. *Med Sci Sports Exerc*, 42(8), 1582-1598.

Crum, A. J., Kawamori, N., Stone, M. H., & Haff, G. G. (2012). The acute effects of moderately loaded concentric-only quarter squats on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 914-925.

DA SILVA, L. O., PUggINA, E. F., PITHON-CURI, T. C., & HIRABARA, S. M. (2011). Acute effects of drop jump potentiation protocol on sprint and countermovement vertical jump performance. *University School of Physical Education in Wrocław University School of Physical Education in Poznań University School of Physical Education in Kraków*, 324.

Dalleau, G., Belli, A., Viale, F., Lacour, J.-R., & Bourdin, M. (2004). A simple method for field measurements of leg stiffness in hopping. *International journal of sports medicine*, 25(03), 170-176.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current concepts of plyometric exercise. *International journal of sports physical therapy*, 10(6), 760.

Duthie, G., Pyne, D., & Hooper, S. (2003). Applied physiology and game analysis of rugby union. *Sports medicine*, 33(13), 973-991.

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

Farthing, J. P., & Chilibeck, P. D. (2003). The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *European journal of applied physiology*, 89(6), 578-586.

Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*, 30(5), 32-38.

Friedmann-Bette, B., Bauer, T., Kinscherf, R., Vorwald, S., Klute, K., Bischoff, D., Müller, H., Weber, M.-A., Metz, J., & Kauczor, H.-U. (2010). Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. *European journal of applied physiology*, 108(4), 821-836.

Frost, D. M., Cronin, J. B., & Newton, R. U. (2008). Have we underestimated the kinematic and kinetic benefits of non-Concentric motion? *Sports biomechanics*, 7(3), 372-385.

Gabbett, T. J., Kelly, J. N., & Sheppard, J. M. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 174-181.

Gert, U., & Parstorfer, M. (2017). Effects of Plyometric Versus Concentric and Eccentric Conditioning Contractions on Upper-Body Postactivation Potentiation. *International journal of sports physiology and performance*. https://doi.org/10.1123

Ghio, A. J., Crapo, R. O., Elliott, C. G., Adams, T. D., Hunt, S. C., Jensen, R. L., Fisher, A. G., & Afman, G. H. (1989). Heritability estimates of pulmonary function. *Chest*, 96(4), 743-746.

Häkkinen, K., & Komi, P. V. (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Medicine and science in sports and exercise*, 15(6), 455-460.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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

Healy, R., & Comyns, T. M. (2017). The application of postactivation potentiation methods to improve sprint speed. *Strength and Conditioning Journal*, 39(1), 1-9.

Heishman, A. D., Daub, B. D., Miller, R. M., Freitas, E. D., Frantz, B. A., & Bemben, M. G. (2020). Countermovement jump reliability performed with and without an arm swing in NCAA Division 1 intercollegiate basketCONl players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(2), 546-558.

Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D. O. (1965). Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *Journal of neurophysiology*, 28(3), 560-580.

Higham, D. G., Pyne, D. B., Anson, J. M., & Eddy, A. (2013). Physiological, anthropometric, and performance characteristics of rugby sevens players. *International journal of sports physiology and performance*, 8(1), 19-27.

Hilfiker, R., Hübner, K., Lorenz, T., & Marti, B. (2007). Effects of drop jumps added to the warm-up of elite sport athletes with a high capacity for explosive force development. *Journal of strength and conditioning research*, 21(2), 550.

Hilliard-Robertson, P., Schneider, S., Bishop, S. L., & Guilliams, M. (2003). Strength gains following different combined concentric and eccentric exercise regimens. *Aviation, space, and environmental medicine*, 74(4), 342-347.

Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation. *Sports medicine*, 35(7), 585-595.

Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Cooper, J. J., & Kang, J. (2005). Comparison of loaded and unloaded jump squat training on strength/power performance in college footCONl players. *Journal of strength and conditioning research*, 19(4), 810.

Huang, C.-C., Lee, M.-C., Ho, C.-S., Hsu, Y.-J., Ho, C.-C., & Kan, N.-W. (2021). Protective and recovery effects of resveratrol supplementation on exercise performance and muscle damage following acute plyometric exercise. *Nutrients*, 13(9), 3217.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Jensen, R. L. (2008). Rate of force development and time to peak force during plyometric exercises.

Karampatsos, G. P., Korfiatis, P. G., Zaras, N. D., Georgiadis, G. V., & Terzis, G. D. (2017). Acute effect of countermovement jumping on throwing performance in track and field athletes during competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 359-364.

Katch, V. L., Katch, F. I., & McArdle, W. D. (1996). *Exercise physiology: study guide*. Williams & Wilkins.

Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. I., Owen, N. J., Bennett, M. A., Bunce, P. J., Hore, A. M., Maw, J. R., & Cunningham, D. J. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *Journal of strength and conditioning research*, 21(4), 1134.

Król, H., & Mynarski, W. (2010). Effect of increased load on vertical jump mechanical characteristics in acrobats. *benefits*, *3*, 5.

Krzysztofik, M., Wilk, M., Golas, A., Lockie, R. G., Maszczyk, A., & Zajac, A. (2020). Does eccentric-only and concentric-only activation increase power output? *Medicine and science in sports and exercise*, 52(2), 484-489.

Krzysztofik, M., Wilk, M., Lockie, R. G., Golas, A., Zajac, A., & Bogdanis, G. C. (2020). Postactivation performance enhancement of concentric bench press throw after eccentric-only conditioning exercise. *Journal of strength and conditioning research*.

Lindstedt, S. L., LaStayo, P., & Reich, T. (2001). When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. *Physiology*, 16(6), 256-261.

Lowery, R. P., Duncan, N. M., Loenneke, J. P., Sikorski, E. M., Naimo, M. A., Brown, L. E., Wilson, F. G., & Wilson, J. M. (2012). The effects of potentiating stimuli intensity under varying rest periods on vertical jump performance and power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3320-3325.

Maloney, S. J., Turner, A. N., & Fletcher, I. M. (2014). Concentric exercise as a pre-activation stimulus: a review of the literature and practical applications. *Sports medicine*, 44(10), 1347-1359.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Matic, M. S., Pazin, N. R., Mrdakovic, V. D., Jankovic, N. N., Ilic, D. B., & Stefanovic, D. L. (2015). Optimum drop height for maximizing power output in drop jump: the effect of maximal muscle strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(12), 3300-3310.

Matthews, M. J., Matthews, H. P., & Snook, B. (2004). The acute effects of a resistance training warmup on sprint performance. *Research in Sports Medicine*, 12(2), 151-159.

McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy-vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 75-82.

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

McClenton, L. S., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Kersey, R. D. (2008). The effect of short-term VertiMax vs. depth jump training on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 321-325.

McDermott, G., Burnett, A. F., & Robertson, S. J. (2015). Reliability and validity of the loughborough soccer passing test in adolescent males: Implications for talent identification. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(2-3), 515-527.

McMahon, J. J., Suchomel, T. J., Lake, J. P., & Comfort, P. (2018). Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. *Strength & Conditioning Journal*, 40(4), 96-106.

Mero, A., Komi, P., & Gregor, R. (1992). Biomechanics of sprint running. *Sports medicine*, 13(6), 376-392.

Mitchell, C. J., & Sale, D. G. (2011). Enhancement of jump performance after a 5-RM squat is associated with postactivation potentiation. *European journal of applied physiology*, 111(8), 1957-1963.

Moir, G. L., Munford, S. N., Moroski, L. L., & Davis, S. E. (2018). The effects of Concentric and nonConcentric bench press on mechanical variables. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(12), 3333-3339.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Munger, C. N., Archer, D. C., Leyva, W. D., Wong, M. A., Coburn, J. W., Costa, P. B., & Brown, L. E. (2017). Acute effects of eccentric overload on concentric front squat performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(5), 1192-1197.

Newton, R. (2011). Developing maximal neu romuscular power: Part 2—Training considerations for improving maximal power production. *Sports Med*, 41(2), 125-146.

Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20-31.

Newton, R. U., Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Humphries, B. J., & Murphy, A. J. (1996). Kinematics, kinetics, and muscle activation during explosive upper body movements. *Journal of applied biomechanics*, 12(1), 31-43.

Peng, H.-T. (2011). Changes in biomechanical properties during drop jumps of incremental height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2510-2518.

Pérez-Castilla, A., Jiménez-Alonso, A., Cepero, M., Miras-Moreno, S., Rojas, F. J., & García-Ramos, A. (2020). Velocity Performance Feedback During Concentric Training: Which Is the Optimal Frequency of Feedback Administration? *Motor Control*, 1(aop), 1-14.

Powers, S. K., & Walker, R. (1982). Physiological and anatomical characteristics of outstanding female junior tennis players. *Research Quarterly for exercise and sport*, 53(2), 172-175.

Rahimi, R. (2007). The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. *Facta Universitatis-Series: Physical Education and Sport*, 5(2), 163-169.

Requena, B., García, I., Requena, F., de Villarreal, E. S.-S., & Cronin, J. B. (2011). Relationship between traditional and Concentric squat exercise with vertical jumping and maximal sprinting. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2193-2204.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Rimmer, E., & Sleivert, G. (2000). Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 295-301.

Rodriguez-Lopez, C., Alcazar, J., Sánchez-Martín, C., Ara, I., Csapo, R., & Alegre, L. M. (2020). Mechanical Characteristics of Heavy vs. Light Load Concentric Resistance Training in Older Adults. *Journal of strength and conditioning research*.

Roig, M., O'Brien, K., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B., & Reid, W. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 43(8), 556-568.

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

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

Seger, J. Y., Arvidsson, B., Thorstensson, A., & Seger, J. Y. (1998). Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 79(1), 49-57.

Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body Concentric performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports medicine*, 46(2), 231-240.

Sharma, S. K., Raza, S., Moiz, J. A., Verma, S., Naqvi, I. H., Anwer, S., & Alghadir, A. H. (2018). Postactivation potentiation following acute bouts of plyometric versus heavy-resistance exercise in collegiate soccer players. *BioMed research international*, 2018.

Smith, J. C., FRY, A. C., WEISS, L. W., LI, Y., & KINZEY, S. J. (2001). The effects of high-intensity exercise on a 10-second sprint cycle test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 344-348.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Soriano, M. A., Jiménez-Reyes, P., Rhea, M. R., & Marín, P. J. (2015). The optimal load for maximal power production during lower-body resistance exercises: a meta-analysis. *Sports medicine*, 45(8), 1191-1205.

Till, K. A., & Cooke, C. (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1960-1967.

Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports medicine*, 39(2), 147-166.

Turner, A. N. (2009). Training for power: Principles and practice. *Professional Strength & Conditioning*(14), 20-32.

Turner, T., Daniel P, & Delahunt, E. (2015). Peak power in the hexagonal barbell jump squat and its relationship to jump performance and acceleration in elite rugby union players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1234-1239.

Ulrich, G., & Parstorfer, M. (2017). Effects of plyometric versus concentric and eccentric conditioning contractions on upper-body postactivation potentiation. *International journal of sports physiology and performance*, 12(6), 736-741.

Umberger, B. R. (1998). Mechanics of the vertical jump and two-joint muscles: Implications for training. *Strength and Conditioning*, 20, 70-74.

Vandenburgh, H. H. (1987). Motion into mass: how does tension stimulate muscle growth? *Medicine and science in sports and exercise*, 19(5 Suppl), S142-149.

Vogt, M., & Hoppeler, H. H. (2014). Eccentric exercise: mechanisms and effects when used as training regime or training adjunct. *Journal of Applied Physiology*.

Wickiewicz, T. L., Roy, R. R., Powell, P. L., & Edgerton, V. R. (1983). Muscle architecture of the human lower limb. *Clinical orthopaedics and related research*(179), 275-283.

Wilson, G. J., Lyttle, A. D., Ostrowski, K. J., & Murphy, A. J. (1995). Assessing dynamic performance: A comparison of rate of force development tests. *J Strength Cond Res*, 9(3), 176-181.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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

Yeow, C., Chen, S. E., & Lum, D. (2020). Inducing postactivation potentiation with different modes of exercise. *Strength & Conditioning Journal*, 42(2), 63-81.

Young, W. B., & Bilby, G. E. (1993). The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular power, and hypertrophy development. *J Strength Cond Res*, 7(3), 172-178.

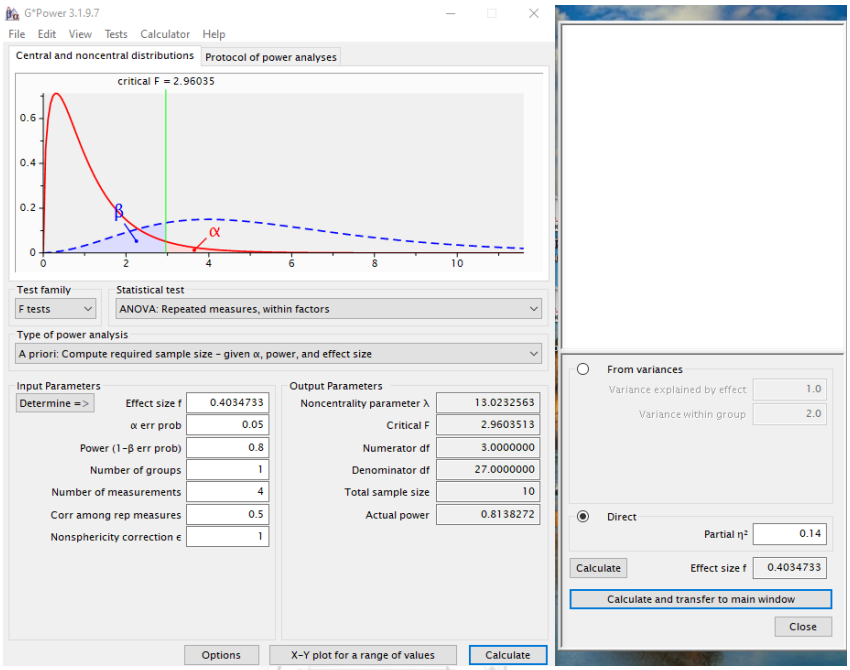
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คำนวณกลุ่มตัวอย่างผ่านโปรแกรมG*Power



รูปภาพที่ 4 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรมG*Power

หมายเหตุ: งานวิจัยครั้งนี้กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05, Power of test = 0.8 และ effect size = 0.4034733 ได้จำนวน 10 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

แบบสอบประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย PAR-Q

แบบสอบประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย PAR-Q

รหัส.....

โปรดอ่านคำถาม 7 ข้อด้านล่างอย่างถี่ถ้วนและตอบด้วยความสัตย์จริงว่า ใช่ หรือไม่	**ใช่**	**ไม่**
1. คุณเคยได้รับทราบจากแพทย์ว่าเป็นโรคเกี่ยวกับ ☐ โรคหัวใจ ☐ ความดันโลหิตสูง		
2. คุณรู้สึกเจ็บที่หน้าอกในขณะพัก หรือระหว่างมีกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือระหว่างออกกำลังกาย		
3. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยวิงเวียนศีรษะจนเสียการทรงตัว หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัว หรือไม่ (ในกรณที่ออกกำลังกายอย่างหนักจนทำให้หายใจเร็ว แล้วตามด้วยการเวียนศีรษะ ให้ตอบว่าไม่ใช่)		
4. คุณเคยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเรื้อรังนอกเหนือจากโรคหัวใจหรือโรคความดันโลหิตสูง หรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ ให้ระบุว่าเป็นโรคเรื้อรังอะไร.....		
5. ปัจจุบันคุณได้รับประทานยาเพื่อรักษาโรคเรื้อรัง หรือไม่ โปรดระบุเงื่อนไขและยาที่ได้รับ.....		
6. ปัจจุบัน หรือ ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาเรื่องกระดูกและข้อหรือกล้ามเนื้อเส้นเอ็น ซึ่งอาการจะแย่ลงเมื่อมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น (ในกรณีที่คุณมีปัญหาโรคกระดูก ข้อ กล้ามเนื้อหรือเส้นเอ็นในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันภาวะดังกล่าวได้หายไปแล้วและไม่มีผลต่อความสามารถต่อการออกกำลังกายหรือกิจกรรมทางกายในปัจจุบัน ให้ตอบไม่ใช่)		
7. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณควรได้รับคำแนะนำก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือออกกำลังกาย		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

.....

.....

ที่มา: (American college of sports medicine, 2019)

ภาคผนวก ค

เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูงดัชนีมวลกาย ยี่ห้อ ioi 353 ของบริษัท JAWON

รูปภาพที่ 5 เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

วิธีการหาความแข็งแรงสัมพัทธ์

ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยปฏิบัติ ดังนี้

1. ทำการอบอุ่นร่างกายโดยการวิ่ง 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic)

2. ทำการอบอุ่นร่างกายโดยการทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือ 10-15 ครั้งด้วยความหนักที่เบา

3. เมื่อเริ่มการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการยกน้ำหนักในท่าแบคสควอท ที่มุมเข่า 90 องศา จนไม่สามารถยกน้ำหนักในครั้งที่ 4 ได้ ถ้าหากผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถทำได้เกิน 4 ครั้ง ให้ทำการหยุดพักประมาณ 5 นาที ต่อเซท และพร้อมที่จะทำการยกน้ำหนักในครั้งต่อไปด้วยความหนักที่หนักขึ้น

4. นำความหนักที่ได้มาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบหาค่า 1RM โดยใช้ตารางเปรียบเทียบของ Baechle and Earle, 2000

5. จากนั้นนำน้ำหนัก1RM ไปหารน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย ออกมาเป็นค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์

ตารางที่ 13 ตารางเปรียบเทียบหาค่าความแข็งแรงพื้นฐาน Baechle and Earle, 2000

จำนวนครั้งที่สามารถยกได้มากที่สุด (Repetition maximum)	1	2	3	4
เปอร์เซ็นต์ของค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้สูงสุดเพียงครั้งเดียว (1RM)	100	95	93	90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ

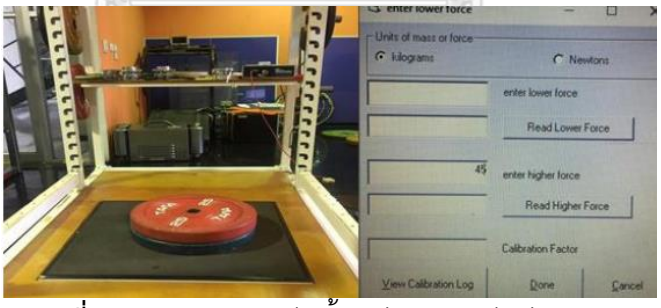
การสอบเทียบ(Calibration)แผ่นตรวจรับแรงกระแทก และตัวแปลงสัญญาตำแหน่งของเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT700 power system ที่เชื่อมกับโปรแกรม Ballistic Measurement system

วิธีการสอบเทียบเครื่องมือแผ่นตรวจรับแรงกระแทก

1. วางแผ่นน้ำหนักจำนวนหนึ่งลงบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก ดังรูปที่ 4 พร้อมป้อนค่าลงในซอฟท์แวร์หน่วยเป็นนิวตัน

รูปภาพที่ 6 แสดงการวางแผนน้ำหนักลงบนแผ่นรับแรงกระแทก

2. วางแผ่นน้ำหนักเพิ่มลงไปบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก ดังรูปที่ 5 พร้อมทั้งป้อนค่าลงในซอฟท์แวร์หน่วยเป็นนิวตัน



รูปภาพที่ 7 แสดงการวางแผ่นน้ำหนักลงบนแผ่นรับแรงกระแทก

3. ซอฟท์แวร์จะทำการวิเคราะห์ และบันทึกข้อมูลการสอบเทียบ

หมายเหตุ: ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, ILประเทศสหรัฐอเมริกา ดังรูปที่ 6

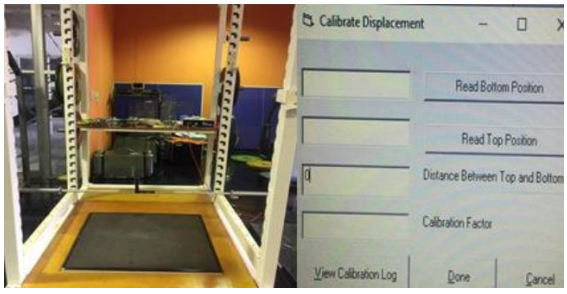
รูปภาพที่ 8 แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, ILประเทศสหรัฐอเมริกา

<u>วิธีการสอบเทียบเครื่องมือตัวแปลงสัญญาณตำแหน่ง</u>

1. ทำการวัดระยะของตำแหน่งบาร์เบลล์ระหว่างจุด 2 จุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

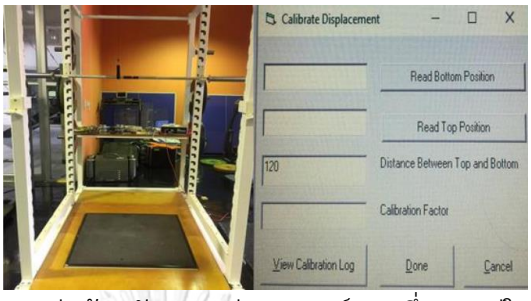
รูปภาพที่ 9 แสดงการวัดระยะระหว่างหมายเลข 1 และ 16 ได้ 120 เซนติเมตร

2. นำบาร์เบลวางบนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล (Safety bar) ซึ่งอยู่ในระดับความสูงหมายเลข 1และป้อนค่าลงในซอฟท์แวร์



รูปภาพที่ 10 แสดงบาร์เบลอยู่บนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล ซึ่งวางอยู่ในช่องหมายเลข 1

3. ยกบาร์เบลขึ้นวางบนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล (Safety bar) ในระดับความสูงหมายเลข 16 พร้อมป้อนค่าลงในซอฟต์แวร์ และบันทึกผล



รูปภาพที่ 11 แสดงบาร์เบลอยู่บนแท่นป้องกันการหล่นของบาร์เบล ซึ่งวางอยู่ในช่องหมายเลข 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ

วิธีการทดสอบค่าพลังสูงสุด ค่าแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรง

รูปภาพที่ 12 เครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด FT 700 power system

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือ : เครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT700 Power system)

วิธีการทดสอบ

1. อบอุ่นร่างกายโดยการวิ่งรอบสนามเทนนิส 3 นาที
2. ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยพร้อมให้ผู้เข้าร่วมวิจัยขึ้นไปยืนเตรียมตัวทดสอบบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate)
3. เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่มให้ผู้ทดสอบทำการกระโดดในท่ากระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม ย่อตัวเข่าเป็นมุม 90 องศา โดยกระโดด 1 ครั้ง โดยใช้ความพยายามสูงสุด
4. ทำทั้งหมด 3 ครั้ง พักระหว่างการทดสอบ 2 นาที และนำครั้งที่กระโดดแล้วได้ค่าพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาสูงสุด ความเร็วสูงสุด อัตราการพัฒนาแรง มาเป็นข้อมูล

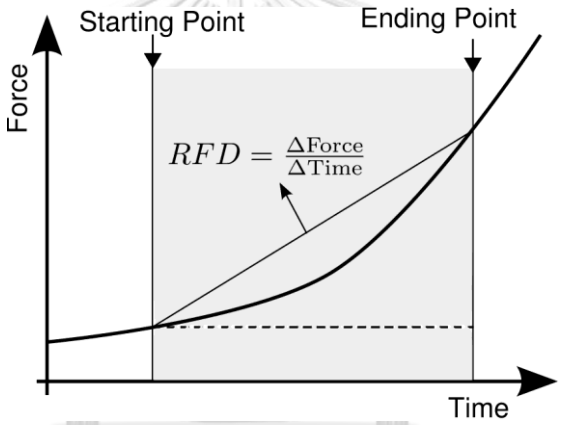
ภาคผนวก ช

วิธีการคำนวณค่าอัตราการพัฒนาแรง

เครื่องมือ : เครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT700 Power system)

วิธีการทดสอบ

1. นำข้อมูลที่ได้เป็นกราฟ ในการกระโดดบนเครื่อง FT700 Power system มาเป็นข้อมูล
2. กำหนดช่วงตั้งต้น คือ แรงที่เท่ากับน้ำหนักของผู้เข้าร่วมวิจัย เป็นค่าแรงตั้งต้น (N=0)
3. นำค่าแรงตั้งต้น จนถึงแรงที่เวลา 100 มิลลิวินาที และ 250 มิลลิวินาที มาเป็นข้อมูลเพื่อคำนวณ
4. คำนวณโดยใช้สูตรความชันใต้กราฟ $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ คือ เส้นตั้งแต่แรงตั้งต้นจนถึงแรงที่เวลา100 มิลลิวินาที และ 250 มิลลิวินาที มีหน่วยเป็นนิวตันต่อวินาที



รูปภาพที่ 13 กราฟแสดงการคำนวณอัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที โดยใช้สูตรความชันใต้กราฟ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ซ

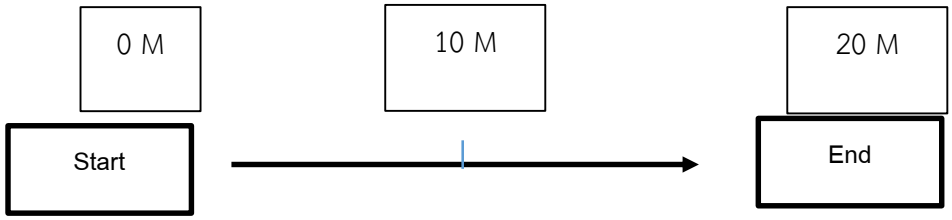
แบบทดสอบ Sprint test

รูปภาพที่ 14 เครื่องวัดความสามารถในการวิ่ง ยี่ห้อ Swift Speed Light timing & training systems (Australia) และโคน

เครื่องมือ : Swift Speed Light timing & training systems (Australia) และ โคน

วิธีการทดสอบ

1. ผู้วิจัยติดตั้งอุปกรณ์ Swift Speed Light timing & training systems (Australia) 2 จุด ดังนี้ จุดที่ 1 ติดตั้งไว้ที่จุดเริ่มต้น (Start line) จุดที่ 2 ติดตั้งไว้ห่างจากจุดเริ่มต้น 10 เมตร และจุดที่ 3 ติดตั้งไว้ห่างจากจุดเริ่มต้น 20 เมตร และทำการอธิบายขั้นตอนการทดสอบให้กับผู้เข้าร่วมฟังโดยละเอียด
2. ให้ผู้เข้าร่วมอบอุ่นร่างกาย โดยการวิ่งรอบเหยาะสนามเทนนิส 3 นาที
3. ให้ผู้เข้าร่วมรอยังจุดเริ่มต้น (start line) โดยห่างจากจุดเริ่มต้น 0.7 เมตร (Turner & Delahunt, 2015) เพื่อให้ได้ค่าความเร็วไม่ใช่ความเร่ง อยู่ในท่าเตรียมพร้อมวิ่ง ในลักษณะการยืนโดยมีเท้านำและเท้าตาม โน้มตัวไปข้างหน้าเล็กน้อย รอฟังสัญญาณ
4. เมื่อได้ยินสัญญาณ ให้ผู้เข้าร่วมวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดไปยังจุดสิ้นสุด (End line)
5. ทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง พักแต่ละครั้ง 3 นาที โดยเลือกครั้งที่เวลาดีที่สุดมาเป็นข้อมูล



รูปภาพที่ 15 แผนภูมิแสดงการทดสอบความสามารถในการสปิ๊นท์

ภาคผนวก ฌ

โอลิมปิค บาร์เบลล์ (Olympics barbell) ยี่ห้อ ELEIKO Sport AB

รูปภาพที่ 16 โอลิมปิค บาร์เบลล์ (Olympics barbell) ยี่ห้อ ELEIKO Sport AB น้ำหนัก 20 กิโลกรัม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ญ

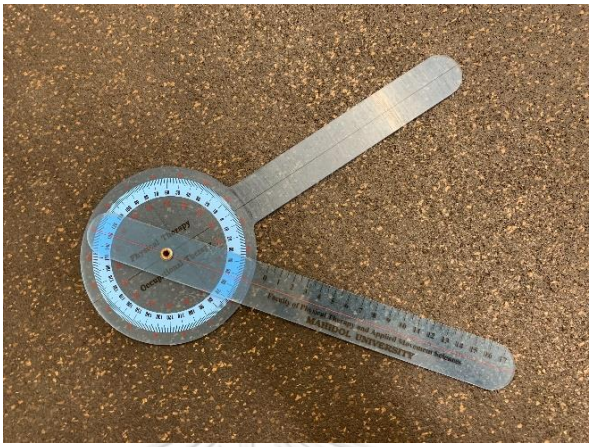
แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐ Chicago, ILประเทศสหรัฐอเมริกา

รูปภาพที่ 17 แผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฎ

เครื่องวัดองศา (Goniometer)



รูปภาพที่ 18 เครื่องวัดองศา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฏ

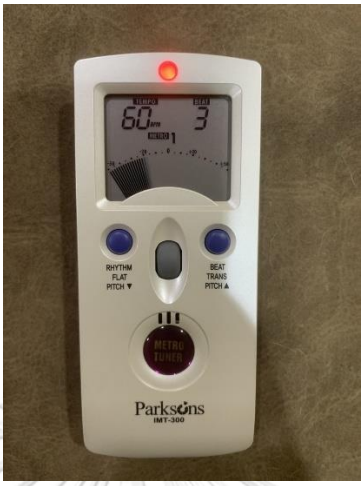
กล่องกระโดด (EFCo box)

รูปภาพที่ 19 กล่องกระโดด ความสูง 40 เซนติเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฐ

เครื่องควบคุมจังหวะ (Metronome)



รูปภาพที่ 20 เครื่องควบคุมจังหวะ ยี่ห้อ Parksons รุ่น IMT-300

ขั้นตอนการใช้ ดังนี้

1. เปิดเครื่องใช้งาน โดยกำหนดจังหวะที่ 60 ครั้งต่อนาที
2. กำหนดบีท (Beat) ที่ 3 เพื่อให้เกิดเสียงติ๊ด ทุกๆ 3 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฑ

แบบบันทึกข้อมูล

แบบบันทึกความสามารถของการกระโดด

รหัส.....กลุ่มทดลองที่..... รูปแบบที่ .....

ก่อนได้รับการกระตุ้น

วันที่.....

กระโดดครั้งที่	Power	Force	Velocity
1			
2			
3			

หลังได้รับการกระตุ้น

วันที่.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กระโดดครั้งที่	Power	Force	Velocity
1			
2			
3			

แบบบันทึกอัตราการพัฒนาแรง

รหัส.....กลุ่มทดลองที่..... รูปแบบที่ .....

ก่อนได้รับการกระตุ้น

วันที่.....

ครั้งที่	Force (N)	Change in force (N)	Time (s)	Rate of force development (N/s)
1			0.1	
2			0.1	
3			0.1	

ครั้งที่	Force (N)	Change in force (N)	Time (s)	Rate of force development (N/s)
1			0.25	
2			0.25	
3			0.25	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังได้รับการกระตุ้น

วันที่.....

ครั้งที่	Force (N)	Change in force (N)	Time (s)	Rate of force development (N/s)
1			0.1	
2			0.1	
3			0.1	

ครั้งที่	Force (N)	Change in force (N)	Time (s)	Rate of force development (N/s)
1			0.25	
2			0.25	
3			0.25	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบบันทึกความสามารถของการสปริ๊นท์ระยะ 10 เมตร และ 20 เมตร

รหัส.....กลุ่มทดลองที่..... รูปแบบที่ .....

ก่อนได้รับการกระตุ้น

วันที่.....

ครั้งที่	ระยะ 10 เมตร	ระยะ 20 เมตร
1		
2		

หลังได้รับการกระตุ้น

วันที่.....

ครั้งที่	ระยะ 10 เมตร	ระยะ 20 เมตร
1		
2		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฒ

ขั้นตอนการวัดมุมเข่า 90 องศา และขึงเชือก

รูปภาพที่ 21 การวัดมุมองศาเข่าและขึงเชือก

ขั้นตอนการวัด ดังนี้

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนย่อท่าสควอท
2. ทำการวัดมุมเข่าให้ได้ 90 องศา
3. ทำการปรับระดับเชือกให้พอดีกับจังหวะย่อให้ได้มุมเข่า 90 องศา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ณ

การฝึกการกระตุ้น

การฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว

ฝึกด้วยท่าแบคสควอทในช่วงเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (Eccentric-only Back squat) โดยย่อขาให้ได้มุม 90 องศา โดยใช้เครื่องวัดองศา (Goniometer) เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยย่อขาได้มุม 90 องศา ให้ดันตัวกลับไปยืนแบบไม่มีน้ำหนักจากบาร์เบล โดยมีผู้ช่วยถือบาร์เบลไว้ทั้งสองข้าง ที่ความหนัก 120%1RM จำนวน 5 ครั้ง โดยใช้เวลาพัก 6 นาที และทำการทดสอบความสามารถของการกระโดดและความสามารถของการสปริ๊นท์ ระยะ 10 และ 20 เมตร

รูปภาพที่ 22 การฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกอย่างเดียว

วิธีการฝึกการฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกด้วยท่าแบคสควอทในช่วงเอกเซ็นตริกอย่างเดียว

Chulalongkorn University

อุปกรณ์ บาร์เบล แผ่นน้ำหนัก

ขั้นตอนการฝึก ดังนี้

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนแบกบาร์เบลเพื่อเป็นการเตรียมพร้อมที่จะเริ่มต้นการฝึก โดยมีผู้ช่วยถือบาร์เบลไว้ทั้งสองข้าง

2. เมื่อได้ยินเสียงติ๊ด ผู้ช่วยวิจัยปล่อยบาร์เบล ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการย่อขาลงไปช้าๆ จนเข่าทำมุมที่ 90 องศา โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 3 วินาที จะมีเสียงดังติ๊ดอีกครั้ง ควบคุมด้วยเครื่องควบคุมจังหวะ

3. ในจังหวะดันตัวกลับมายืนอยู่ในท่าเดิมผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ได้แบกน้ำหนัก โดยมีผู้ช่วยถือบาร์เบลไว้ทั้งสองข้างยกขึ้นไป กลับไปอยู่ในท่าเดิม

4. ปฏิบัติซ้ำจนครบจำนวนที่กำหนด

การฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก

ฝึกท่าดรอปจั้ม กล่องสูง 40 เซนติเมตร ในจังหวะเร็วที่สุด โดยอาศัยจังหวะที่เท้ากระทบพื้นน้อยที่สุด จำนวน 5 ครั้ง โดยใช้เวลาพัก 6 นาที และทำการทดสอบความสามารถของการกระโดดและความสามารถของการสปริ๊นท์ ระยะ 10 และ 20 เมตร

รูปภาพที่ 23 การฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก

วิธีการฝึกการฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริกด้วยท่าดรอปจั้ม

อุปกรณ์ กล่องสูง 40 เซนติเมตร

ขั้นตอนการฝึก ดังนี้

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนบนกล่อง มือจับบริเวณเอว เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมที่จะเริ่มต้นการฝึก

2. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการยื่นขาข้างที่ถนัดออกไปด้านหน้า แขนข้างลำตัว มือจับไว้ที่เอว เมื่อได้ยินเสียงตี๊ด ให้ปล่อยตัวลง ขาทั้งสองข้างกระทบพื้นและกระโดดขึ้นให้ได้มากที่สุด โดยใช้เวลาที่เท้ากระทบพื้นน้อยที่สุด โดยมือจับไว้ที่เอวตลอด

3. ปฏิบัติซ้ำจนครบจำนวนที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

ฝึกด้วยท่าแบคสควอทในช่วงคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (Concentric-only Back squat) โดยย่อขาให้ได้มุม 90 องศา โดยใช้เครื่องวัดองศา (Goniometer) เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยย่อขาได้มุม 90 องศา ทำการค้างไว้ 3 วินาที เพื่อตัดช่วงเอกเซ็นตริกออกไป และออกแรงเพียงช่วงคอนเซ็นตริกอย่างเดียวให้ดันตัวขึ้นไปในแนวดิ่งในจังหวะเร็วที่สุด ที่ความหนัก 80%1RM จำนวน 5 ครั้ง โดยใช้เวลาพัก 6 นาที และทำการทดสอบความสามารถของการกระโดด และความสามารถของการสปริ๊นท์ ระยะ 10 และ 20 เมตร

รูปภาพที่ 24 การฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการฝึกการฝึกการกระตุ้นด้วยการฝึกคอนเซ็นตริกด้วยท่าแบคสควอทในช่วงคอนเซ็นตริกอย่างเดียว

อุปกรณ์ บาร์เบล แผ่นน้ำหนัก

ขั้นตอนการฝึก ดังนี้

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืนแบกบาร์เบลเพื่อเป็นการเตรียมพร้อมที่จะเริ่มต้นการฝึก

2. เมื่อได้ยินเสียงตี๊ด ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการย่อตัวลงทำมุม 90 องศา ค้าง 3 วินาที ควบคุมด้วยเครื่องคุมจังหวะ และเมื่อได้ยินเสียงตี๊ดอีกครั้งให้ดันตัวกลับยืนไปในแนวดิ่งให้ไวที่สุด (Pérez-Castilla et al., 2020)

3. ปฏิบัติซ้ำจนครบจำนวนที่กำหนด

ภาคผนวก ด

การอบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching)

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 60 วินาที ต่อการยืดในแต่ละท่า ดังนี้

1.1 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาทางด้านหน้าในท่าวอล์กกิ้ง ควอดไดรเซพพ์ สเตรทช์ (Walking quadriceps stretch)

รูปภาพที่ 25 วิจัยทำการยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาทางด้านหน้าในท่าวอล์กกิ้ง ควอดไดรเซพพ์ สเตรทช์

1.2 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อน่องและต้นขาด้านหลังด้วยท่าแสตนดิ้ง คาล์ฟ แอนด์ แฮม สตริง สเตรทช์ (Standing calf and hamstring stretch)

รูปภาพที่ 26 ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อน่องและต้นขาด้านหลัง ด้วยท่าแสตนดิ้ง คาล์ฟ แอนด์ แฮมสตริง สเตรทช์

1.3 ยืดเหยียดกลุ่มเนื้อสะโพกในท่าดึงเข่า (Knee to chest walking)

รูปภาพที่ 27 ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณสะโพกด้วยท่าดึงเข่า

1.4 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อขาและสะโพกในท่าก้าวย่อด้านข้าง (Side lunge)

รูปภาพที่ 28 ผู้วิจัยยืดเหยียดในท่าก้าวย่อด้านข้าง

1.5 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อขาและสะโพกในท่าก้าวย่อด้านหน้า (Forward lunge)

รูปภาพที่ 29 ผู้วิจัยยืดเหยียดในท่าก้าวย่อด้านหน้า

1.6 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อขาและสะโพกในท่าบอดี้เวท สควอท (Bodyweight Squat)

รูปภาพที่ 30 ผู้วิจัยยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณขาและสะโพกในท่าบอดี้เวท สควอท

ภาคผนวก ต

ผลการทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์การกระจายตัว Shapiro-Wilk test

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์การกระจายตัว Shapiro-Wilk test ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร ของค่าเริ่มต้น การฝึกเอกเซ็นตริก (ECC) การฝึก เอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (EFC) และการฝึกคอนเซ็นตริก (CON)

ตัวแปร	ค่าเริ่มต้น (N=10)	ECC (N=10)	EFC (N=10)	CON (N=10)
	P	p	p	p
พลังสูงสุด (วัตต์)	0.011	0.004*	0.011*	0.116*
แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด (นิวตัน)	0.010	0.019*	0.013*	0.014*
ความเร็วของบาร์เบลสูงสุด (เมตร/วินาที)	0.484	0.370	0.794	0.285
อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 มว. (นิวตัน/วินาที)	0.110	0.123	0.173	0.356
อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 250 มว. (นิวตัน/วินาที)	0.388	0.192	0.475	0.561
เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 ม. (วินาที)	0.323	0.800	0.850	0.482
เวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 20 ม. (วินาที)	0.119	0.320	0.127	0.088

*p < 0.05

จากตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุด แรงปฏิกริยาแนวดิ่งสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงใช้สถิติใช้สถิติ Friedman test ในการทดสอบ ความเร็วบาร์ของเบลสูงสุด และเวลาในการทดสอบความเร็วระยะ 10 และ 20 เมตร ไม่แตกต่างกัน จึงใช้สถิติ One-way repeated measures ANOVA ในการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ถ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบการฝึกการทดสอบ

1.	ผศ.ดร.เบญจพล เบญจพลากร	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2.	ผศ.ดร.วันชัย บุญรอด	อาจารย์ภายนอกมหาวิทยาลัย
3.	อาจารย์ ว่าที่ ร.ต ดร.ชนวัฒน์ สรรพสิทธิ์	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4.	ผศ.ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติวิทยาเขตสมุทรสาคร
5.	ผศ.ถาวร กมุทศรี	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence; IOC)

<u>คำชี้แจง</u> ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญกรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อการฝึกการฝึกและการทดสอบ จากโครงการวิจัยเรื่อง ผลแบบฉับพลันของการกระตุ้นด้วยการฝึกการฝึกเอกเซ็นตริกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก และคอนเซ็นตริกที่มีต่อความสามารถในการกระโดดและการสปริ๊นท์ในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชาย

โดยใส่เครื่องหมาย (√) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

เนื้อหาการฝึก	**ผลพิจารณา**		
	เห็นด้วย +1	**ไม่แน่ใจ 0**	**ไม่เห็นด้วย -1**
1.1 การฝึกด้วยท่าแบคสควอทในช่วงเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (Eccentric-only back squat)			
1.2 จากท่ายืนเริ่มต้น ย่อตัวลงต้านแรงต้านจากการฝึกจนเข่าทำมุม 90 องศา ใช้เวลา 3 วินาที และเหยียดตัวขึ้นโดยปราศจากแรงต้านจากการฝึกโดยผู้ช่วยฝึกเป็นผู้ยกบาร์เบลขึ้น			
1.3 ความหนักในการฝึก 120%1RM			
1.4 จำนวนครั้งในการฝึก 5 ครั้ง			
1.5 จำนวนเซตในการฝึก 1 เซต			
1.6 ช่วงเวลาพักก่อนทำการทดสอบ 6 นาที			

2.1 การฝึกด้วยท่าดรอปจั้ม (Drop jump) 			
2.2 จากท่าเริ่มต้นยืนบนกล่องตามความสูงที่กำหนด ใช้มือทั้งสองข้างจับที่เอว ก้าวขาข้างใดข้างหนึ่งลงจากกล่อง เมื่อเท้าทั้งสองข้างสัมผัสพื้น พยายามกระโดดขึ้นในแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด โดยให้เท้าสัมผัสพื้นน้อยที่สุด			
2.3 ความสูงในการฝึก 40 เซนติเมตร			
2.4 จำนวนครั้งในการฝึก 5 ครั้ง			
2.5 จำนวนเซตในการฝึก 1 เซต			
2.6 ช่วงเวลาพักก่อนทำการทดสอบ 6 นาที			
3.1 การฝึกด้วยท่าแบคสควอทในช่วงคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (Concentric-only back squat) 			
3.2 จากท่าเริ่มต้น ย่อตัวลงจนเข่าทำมุม 90 องศา ค้างไว้ 3 วินาที และออกแรงเหยียดตัวขึ้นด้วยความพยายามสูงสุดอย่างรวดเร็ว			
3.3 ความหนักในการฝึก 80%1RM			
3.4 จำนวนครั้งในการฝึก 5 ครั้ง			
3.5 จำนวนเซตในการฝึก 1 เซต			
3.6 เวลาพักก่อนทำการทดสอบ 6 นาที			

4.1 การทดสอบความสามารถของการกระโดด ด้วยท่ากระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม (Countermovment jump) ย่อเข่าทำมุม 90 องศา			
4.2 ทดสอบด้วยเครื่อง FT700 Power system			
4.3 จำนวน 3 ครั้ง			
4.4 พักระหว่างครั้ง 2 นาที			
4.5 พลังสูงสุด			
4.6 แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด			
4.7 ความเร็วสูงสุด			
4.8 อัตราการพัฒนาแรง ที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที			
5.1 การทดสอบความสามารถของการสปริ๊นท์ ระยะ 10 และ 20 เมตร			
5.2 ทดสอบด้วยเครื่อง Swift Speed Light timing & training systems (Australia)			
5.3 จำนวน 2 ครั้ง			
5.4 พักระหว่างครั้ง 3 นาที			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

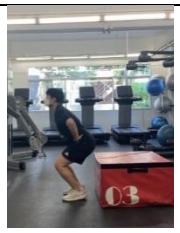
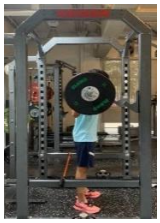
ลงนาม.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของการฝึกการฝึก

ความตรงเชิงเนื้อหาของการฝึกการฝึก **การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruenece; IOC**						
เนื้อหาการฝึกการฝึก	**ผลการพิจารณา**					**เฉลี่ย**
	ผู้ทรงฯ ท่านที่ 1	**ผู้ทรงฯ ท่านที่ 2**	**ผู้ทรงฯ ท่านที่ 3**	**ผู้ทรงฯ ท่านที่ 4**	**ผู้ทรงฯ ท่านที่ 5**	
รูปแบบที่ 1 การกระตุ้นด้วยการฝึกการฝึกเอกเซ็นตริก (Eccentrict training)						
1.1 การฝึกด้วยท่าแบคสควอทในช่วงเอกเซ็นตริกอย่างเดียว (Eccentric-only back squat)	1	1	1	1	1	**1**
1.2 จากท่ายืนเริ่มต้น ย่อตัวลงต้านแรงต้านจากการฝึกจนเข่าทำมุม 90 องศา ใช้เวลา 3 วินาที และเหยียดตัวขึ้นโดยปราศจากแรงต้านจากการฝึกโดยผู้ช่วยฝึกเป็นผู้ยกบาร์เบลขึ้น	1	1	1	1	1	**1**
1.3 ความหนักในการฝึก 120%1RM	1	1	1	1	0	**0.8**
1.4 จำนวนครั้งในการฝึก 5 ครั้ง	1	1	1	1	0	**0.8**
1.5 จำนวนเซตในการฝึก 1 เซต	1	1	1	1	0	**0.8**
1.6 ช่วงเวลาพักก่อนทำการทดสอบ 6 นาที	1	1	0	1	1	**0.8**
รูปแบบที่ 2 การกระตุ้นด้วยการฝึกการฝึกเอกเซ็นตริกตามด้วยคอนเซ็นตริก (Eccentric followed by concentric training)						
2.1 การฝึกด้วยท่าดรอปจั้ม (Drop jump)	1	1	1	1	1	**1**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

						
2.2 จากท่าเริ่มต้นยืนบนกล่องตามความสูงที่กำหนด ใช้มือทั้งสองข้างจับที่เอว ก้าวขาข้างใดข้างหนึ่งลงจากกล่อง เมื่อเท้าทั้งสองข้างสัมผัสพื้น พยายามกระโดดขึ้นในแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด โดยให้เท้าสัมผัสพื้นน้อยที่สุด	1	1	1	1	1	**1**
2.3 ความสูงในการฝึก 40 เซนติเมตร	1	1	1	1	1	**1**
2.4 จำนวนครั้งในการฝึก 5 ครั้ง	1	1	1	1	1	**1**
2.5 จำนวนเซตในการฝึก 1 เซต	1	1	1	1	0	**0.8**
2.6 ช่วงเวลาพักก่อนทำการทดสอบ 6 นาที	1	1	0	1	1	**0.8**
รูปแบบที่ 3 การกระตุ้นด้วยการฝึกการฝึกคอนเซ็นตริก (Concentric training)						
3.1 การฝึกด้วยท่าแบคสควอทในช่วงคอนเซ็นตริกอย่างเดียว (Concentric-only back squat) 	1	1	1	1	1	**1**
3.2 จากท่าเริ่มต้น ย่อตัวลงจนเข่าทำมุม 90 องศา ค้างไว้ 3 วินาที และออกแรงเหยียดตัวขึ้นด้วยความพยายามสูงสุดอย่างรวดเร็ว	0	1	1	1	1	**0.8**
3.3 ความหนักในการฝึก 80%1RM	1	1	1	1	1	**1**
3.4 จำนวนครั้งในการฝึก 5 ครั้ง	1	1	1	1	0	**0.8**
3.5 จำนวนเซตในการฝึก 1 เซต	1	1	1	1	0	**0.8**
3.6 ช่วงเวลาพักก่อนทำการทดสอบ 6 นาที	1	1	0	1	1	**0.8**

การณ์มหาวิทยาลัย
NGKORN UNIVERSITY

4.1 การทดสอบความสามารถของการกระโดด ด้วยท่ากระโดดแบบเคาท์เตอร์มูฟเมนต์จั้ม (Countermovment jump) ย่อเข่าทำมุม 90 องศา	1	1	1	1	1	**1**
4.2 ทดสอบด้วยเครื่อง FT700 Power system	1	1	1	1	1	**1**
4.3 จำนวน 3 ครั้ง	1	1	1	1	1	**1**
4.4 พักระหว่างครั้ง 2 นาที	1	1	1	1	1	**1**
4.5 พลังสูงสุด	1	1	1	1	1	**1**
4.6 แรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งสูงสุด	1	1	1	1	1	**1**
4.7 ความเร็วสูงสุด	1	1	1	1	0	**0.8**
4.8 อัตราการพัฒนาแรง ที่เวลา 100 และ 250 มิลลิวินาที	1	1	1	1	1	**1**
5.1 การทดสอบความสามารถของการสปริ๊นท์ ระยะ 10 และ 20 เมตร	1	1	1	1	0	**0.8**
5.2 ทดสอบด้วยเครื่อง Swift Speed Light timing & training systems (Australia)	1	1	1	1	1	**1**
5.3 จำนวน 2 ครั้ง	1	1	1	1	1	**1**
5.4 พักระหว่างครั้ง 3 นาที	1	1	0	1	1	**0.8**
รวม	0.96	1	0.86	1	0.73	**0.91**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ท

ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 02-218-3202, 02-218-3049 Email: eccu@chula.ac.th

COA No. 076/65

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 650008 : ผลแบบฉับพลันของการกระตุ้นด้วยโปรแกรมการฝึกเอกเซ็นตริก พลัยโอเมตริก และบอลลิสติกที่มีต่อความสามารถการกระโดดและการปริ้นในนักกีฬารักบี้ชาย

ผู้วิจัยหลัก : นางสาว ญาดา ศิริไชย

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณาโดยใช้หลักของ Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOM) 2016, มาตรฐานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน (ค.) 2560, นโยบายแห่งชาติและแนวทางปฏิบัติการวิจัยในมนุษย์ 2558 อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม (รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ ปรีดา ทัศนประดิษฐ)
ประธาน

ลงนาม (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระวีนันท์ มิ่งภัคนีย์)
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 23 มีนาคม 2565

วันหมดอายุ : 22 มีนาคม 2566

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1.เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย
2.โครงการวิจัย
3.ผู้วิจัย
4.เครื่องมือวิจัย
5. Advertising leaflet

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. หากยุติโครงการวิจัยก่อนกำหนดต้องแจ้งคณะกรรมการฯ ภายใน 2 สัปดาห์พร้อมเหตุผลชี้แจง
8. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 01-15) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น
9. โครงการวิจัยที่มีหลายระยะ จะรับรองโครงการเป็นระยะ เมื่อดำเนินการวิจัยในระยะแรกเสร็จสิ้นแล้ว ให้ดำเนินการส่งรายงานความก้าวหน้า พร้อมโครงการวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องในระยะถัดไป
10. คณะกรรมการฯ สงวนสิทธิ์ในการตรวจเยี่ยมเพื่อติดตามการดำเนินการวิจัย
11. สำหรับโครงการวิจัยจากภายนอก ผู้บริหารส่วนงาน กำกับการดำเนินการวิจัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1

Digital Certificate

เลขที่โครงการวิจัย 650008
วันที่รับรอง 23 มี.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 22 มี.ค. 2566

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ญาดา ศิริไชย
วัน เดือน ปี เกิด	19 มกราคม 2540
สถานที่เกิด	จังหวัดยะลา
วุฒิการศึกษา	วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
ที่อยู่ปัจจุบัน	369/5 หมู่บ้านสิรสา ซอยแจ้งวัฒนะ6 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210
ผลงานตีพิมพ์	-
รางวัลที่ได้รับ	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University