ผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย

นายธงทอง ทรงสุภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE EFFECT OF WEIGHTED JUMP SQUAT TRAINING WITH OPTIMAL ECCENTRIC LOADING TO ENHANCE ATHLETIC PERFORMANCE IN VARSITY BASKETBALL PLAYERS

Mr. Tongthong Songsupap

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Sports Science
Common Course
FACULTY OF SPORTS SCIENCE
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย
โดย	นายธงทอง ทรงสุภาพ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ศาสตราจารย์ ดร.โรเบิร์ต นิวตัน

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร.โรเบิร์ต นิวตัน)

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

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

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ธงทอง ทรงสุภาพ : ผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย. (THE EFFECT OF WEIGHTED JUMP SQUAT TRAINING WITH OPTIMAL ECCENTRIC LOADING TO ENHANCE ATHLETIC PERFORMANCE IN VARSITY BASKETBALL PLAYERS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ. ดร.โรเบิร์ต นิวตัน

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย เพศชาย จำนวน 22 คน มีอายุระหว่าง 18-25 ปี และมีความแข็งแรงในท่าควอเตอร์สวอทอย่างน้อย 1.6 เท่าต่อน้ำหนักตัว งานวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 การศึกษา โดยการศึกษาที่ 1 เปรียบเทียบผลฉับพลันของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกรูปแบบต่างๆ เพื่อหาเงื่อนไขใดจึงจะเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการฝึก เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาที่ 2 ต่อไป

ในการศึกษาผลฉับพลันเพื่อเปรียบเทียบเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสม ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็มของตนเอง จำนวณ 2 ชุด ๆ ละ 6 ครั้ง ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกที่ 50% 75% 100% และ 100% แบบลดแรงกระแทก บนเครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ จากนั้นทำการทดสอบหาพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ความเร็วบาร์เบลสูงสุด แรงปฏิกิริยาจากพื้น และแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรก รวมไปถึงคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในช่วงกระโดดขึ้น และในช่วงลงสู่พื้น จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ และทำการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีแบบบอนเฟอร์โรนี่ กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในการฝึก เนื่องจากในช่วงการลงสู่พื้น มีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด และแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรก ต่ำกว่าเงื่อนไขอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ในช่วงการกระโดดขึ้นพบว่ามีค่าพลังกล้ามเนื้อ และความเร็วของบาร์เบลสูงสุดมากที่สุด ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีค่าไม่แตกต่างกับเงื่อนไขอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในการศึกษาผลของการฝึกในการศึกษาที่ 2 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการฝึกแบบความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% (กลุ่มควบคุม) เปรียบเทียบกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก (กลุ่มทดลอง) โดยทั้ง 2 กลุ่ม ทำการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 % ของ 1 อาร์เอ็ม จำนวน 6 ชุด ๆ ละ 6 ครั้ง พักระหว่างชุด 4 นาที เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ครั้ง ทำการทดสอบความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาก่อนและหลังการฝึก และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ ที-เทส ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยทุกตัวแปรด้านความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา แตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่หลังการฝึกกลุ่มควบคุม พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ ความสามารถในการวิ่ง และกระโดดดรอปจัมพ์ ไม่แตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการทดลอง: ความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกเป็นความหนักที่เหมาะสมช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ และพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาหลังการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2562	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5878604139 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORD: BALLISTIC, FORCE, POWER, IMPULSE

Tongthong Songsupap : THE EFFECT OF WEIGHTED JUMP SQUAT TRAINING WITH OPTIMAL ECCENTRIC LOADING TO ENHANCE ATHLETIC PERFORMANCE IN VARSITY BASKETBALL PLAYERS. Advisor: Asst. Prof. CHAIPAT LAWSIRIRAT, Ph.D. Co-advisor: Prof. Robert Newton, Ph.D.

The objective of this research was to study the training effects of optimal eccentric loading condition of weighted jump squat for enhancing athletic performance in varsity basketball players. The recruited participants were 22 male varsity basketball players who were between 18-25 years of age and had relative strength at least 1.6 times his body weight. The research was divided into two parts. The first study found an optimal eccentric loading condition of weighted jump squat from an acute study before utilizing the result found in Study 1 to find training effects in Study 2.

The study of acute effect compared optimal eccentric loading condition by asking the participants to perform weighted jump squat (WJS) at 30% of their 1 RM. The participants performed two sets of six repetitions of WJS under four different conditions, i.e., 50%, 75%, 100% and 100% with shock reduction, on the FT700 Power Cage. Peak power, peak velocity, peak vertical ground reaction force (VGRF), first 50 ms Impulse, and EMG were analyzed using one-way repeated measures ANOVA and followed by Bonferroni pair-wise comparison. Both tests were performed using .05 level of significance. The results showed that the 100% with shock reduction was the optimal condition because this condition yielded statistically lower VGRF and first 50ms Impulse than other conditions while peak power and peak velocity of the barbell were greater than other conditions. Moreover, the results showed no statistical difference of EMG activities among four conditions.

After finding the optimal condition, the optimal condition was used to find training effect in Study 2. The participants were divided into two groups. The control group was trained using a weighted jump squat training program with 100% eccentric loading condition, while the experimental group used a weighted jump squat training program with 100% with shock reduction eccentric loading condition. Both groups were trained for two times a week for six weeks. They were required to perform a 30% of 1RM weighted jump squat for six repetition/set for six sets with a 4-minute rest interval. The paired-t test was performed for pre and post test of each group, while an independent t-test was performed between groups. The statistical test was tested at .05 level of significance. The results showed no statistical difference between groups. However, the experimental group improved every variable related to athletic performance after the training program, while some of variable related to athletic performance, e.g., rate of force development, sprint ability, drop jump, of control group after training were not statistically different from the pre-training.

In conclusion, a weighted jump squat training program with 100% with shock reduction eccentric loading condition is the optimal eccentric loading condition because it was able to reduce injury risk while improve athletic performance after 6 weeks of training.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Sports Science	Student's Signature .....
Academic Year:	2019	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี โดยความช่วยเหลือของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และศาสตราจารย์ ดร.โรเบิร์ต นิวตัน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนการให้แนวทางในการแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบคุณพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย และรองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงผู้ช่วยศาสตราจารย์ถาวร กมุทศรี อาจารย์ว่าที่ร้อยตรี ธเนษฐ์พงษ์ สุขวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรม วงศ์ประเสริฐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารมย์ ตรีราช และ ดร.มาโนช บุตรเมือง ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาเสียสละเวลาในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ให้คำแนะนำและการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและให้ความรู้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ทีมชมรมบาสเกตบอลของมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ที่ให้ความอนุเคราะห์กลุ่มตัวอย่างและให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลงานวิจัยเป็นอย่างดีและขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่เข้าร่วมงานวิจัยที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่งในงานวิจัยนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากร และเจ้าหน้าที่ของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ทุกท่านที่เสียสละคอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มอบทุน 90 ปี กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัว และคุณวดี พราหมณ์กระโทก ที่คอยสนับสนุนให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และผลักดันให้ผู้วิจัยทำการศึกษาและดำเนินการวิจัยจนประสบความสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และครูบาอาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนเลี้ยงดู ให้ความรู้ และให้การสนับสนุนโดยเป็นทั้งแรงบันดาลใจกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอดจนการศึกษาวิจัยสำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาเป็นอย่างยิ่ง คุณค่า และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธงทอง ทรงสุภาพ

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

คำถามของการวิจัย 5

สมมุติฐานของการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย: การศึกษาที่ 1 6

ขอบเขตของการวิจัย: การศึกษาที่ 2 7

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 8

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อสูงสุดที่มีต่อกีฬาบาสเกตบอล 11

การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุด 17

การฝึกด้วยแรงต้านแบบบะลิสติก 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกของการแบกน้ำหนักกระโดด 23
การศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและรีเฟล็กซ์ของการแบกน้ำหนักกระโดด 27
บทที่ 3 32
การศึกษาที่ 1 32
กลุ่มตัวอย่างและวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง 32
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 33
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 33
แบบแผนการวิจัย 34
การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล 36
การวิเคราะห์ข้อมูล 37
แผนการศึกษาที่ 1 38
การศึกษาที่ 2 39
กลุ่มตัวอย่างและวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง 39
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 39
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 40
การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล 41
การวิเคราะห์ข้อมูล 42
แผนการศึกษาที่ 2 43
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 44
ตอนที่ 1 45
ตอนที่ 2 53
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 66
การศึกษาที่ 1 66
สรุปผลการวิจัยของการศึกษาที่ 1 67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิปรายผลการวิจัยของการศึกษาที่ 1 69
การศึกษาที่ 2 72
สรุปผลการวิจัยของการศึกษาที่ 2 72
อภิปรายผลการวิจัยของการศึกษาที่ 2 74
สรุปภาพรวมผลการวิจัยการศึกษาที่ 1 และ 2 76
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 77
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 77
บรรณานุกรม 78
ภาคผนวก 84
ภาคผนวก ก 85
ภาคผนวก ข 97
ภาคผนวก ค 98
ภาคผนวก ง 99
ภาคผนวก จ 100
ภาคผนวก ฉ 102
ภาคผนวก ช 103
ภาคผนวก ซ 105
ภาคผนวก ฌ 106
ภาคผนวก ญ 107
ภาคผนวก ฎ 108
ภาคผนวก ฏ 109
ภาคผนวก ฐ 113
ภาคผนวก ฑ 115
ภาคผนวก ฒ 117

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ณ 118
ภาคผนวก ด 119
ภาคผนวก ต 124
ประวัติผู้เขียน 126

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แบบขั้นตอนการทดลอง 34

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง เปอร์เซ็นต์ไขมัน และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของนักกีฬา 45

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการลงสู่พื้น 46

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการลงสู่พื้นเป็นรายคู่ ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี่ (Bonferroni) 47

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการกระโดดขึ้น 50

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการกระโดดขึ้นเป็นรายคู่ ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี่ (Bonferroni) 50

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวแปรสรีรวิทยาพื้นฐานเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ 53

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก 54

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาภายในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ 56

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาภายในกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ 59

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึก 62

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปลี่ยนแปลงร้อยละของข้อมูลตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึก 64

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยของการศึกษาที่ 1 และ 2 30

รูปที่ 2 การทำงานของเครื่องมือที่ใช้และเบรกแม่เหล็กไฟฟ้า..... 35

รูปที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้น-เวลา ระหว่างช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นของทั้ง 4 เงื่อนไข 49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับนักกีฬาบาสเกตบอลเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ระหว่างสถานการณ์ต่าง ๆ ของการแข่งขัน (King, 2014) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเคลื่อนที่ในลักษณะเกี่ยวข้องกับพลังหรือแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ เช่น การเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว การเปลี่ยนทิศทาง และการกระโดด (Klusemann, Pyne, Hopkins, & Drinkwater, 2013; Stojanović et al., 2018) นิวตัน และเครเมอร์ (Newton & Kraemer, 1994) ได้รายงานว่าพลังกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้นักกีฬามีความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า พลังกล้ามเนื้อสูงสุดมีความสัมพันธ์อย่างมากกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา เช่น การเร่งความเร็ว ความเร็วสูงสุดในการวิ่ง ความคล่องตัว พลัง และความสูงในการกระโดด (Peterson, Alvar, & Rhea, 2006; Requena, García, Requena, de Villarreal, & Cronin, 2011; Sleivert & Taingahue, 2004) นอกจากนี้การศึกษาของ ค็อกมาซ และคาราฮาน (Korkmaz & Karahan, 2012) พบว่า นักกีฬาบาสเกตบอลในระดับดิวิชั่น 1 มีค่าพลังกล้ามเนื้อในการกระโดดสูงกว่านักกีฬาบาสเกตบอลในระดับดิวิชั่น 2 และ 3 แสดงถึงความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อที่สามารถแบ่งระดับความสามารถของนักกีฬาได้ เพราะฉะนั้นโค้ชและผู้ฝึกสอนส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นในการศึกษาและพัฒนารูปแบบที่ใช้ในการฝึกเพื่อส่งเสริมให้เกิดพลังกล้ามเนื้อสูงสุด และส่งผลต่อไปยังการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พลังระเบิดหรือพลังกล้ามเนื้อสูงสุดเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Sharkey & Gaskill, 2006) ซึ่งการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมักจะเป็นกุญแจสำคัญของโปรแกรมการเพิ่มประสิทธิภาพความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา (Soriano, Jimenez-Reyes, Rhea, & Marín, 2015) นิวตัน และเครเมอร์ (Newton & Kraemer, 1994) ได้เสนอแนะถึงวิธีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุด 5 ด้าน ได้แก่ อัตราการพัฒนาแรง กลไกการยืดและหดสั้นอย่างรวดเร็ว ทักษะและความสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหดตัวช้า และหดตัวเร็ว ซึ่งปัจจุบันรูปแบบการฝึกหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในการใช้พัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุด และความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา คือ การฝึกด้วยแรงต้านแบบบะลิสติก (Ballistic resistance training) เป็นการฝึกที่รวมเอาการฝึกด้วยน้ำหนักแบบประเพณีนิยมและการฝึกพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน โดยเน้นให้นักกีฬาสามารถ

แสดงพลังกล้ามเนื้อออกมาให้ได้สูงที่สุด รูปแบบของการเคลื่อนไหวในการฝึกจะเน้นให้นักกีฬาออกแรงดันหรือโยนวัตถุให้ลอยขึ้นในอากาศอย่างรวดเร็ว (Bordelon et al., 2020; Hori et al., 2008) เพื่อหลีกเลี่ยงระยะการชะลอความเร่ง โดยให้นักกีฬาเร่งความเร็วในการออกแรงตลอดมุมการเคลื่อนไหว ซึ่งการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอท (Weighted jump squat) เป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกด้วยแรงต้านแบบบะลิสติก จะเน้นการออกแรงสูงสุดอย่างรวดเร็วหรือพลังกล้ามเนื้อของร่างกายส่วนล่างเป็นหลัก โดยมักจะใช้การแบกน้ำหนักไว้บนบ่า ย่อเข่าลงในมุมที่แต่ละคนหรือตนเองถนัดก่อนที่จะพยายามกระโดดให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งแตกต่างกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมในท่าสควอท กล้ามเนื้อจะต้องทำการลดความเร็วในช่วงสุดท้ายของมุมการเคลื่อนไหว เป็นผลทำให้แสดงพลังกล้ามเนื้อออกมาได้ไม่เต็มที่ (Newton, Kraemer, & Häkkinen, 1999) รวมทั้งการฝึกแบบพลัยโอเมตริกก็มุ่งเน้นที่จะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ จากกลไกการยืดและหดสั้นอย่างรวดเร็วที่มีความหนักจากร่างกายหรือน้ำหนักที่เบาเท่านั้น (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011)

วิลสัน, นิวตัน, เมอร์ฟี่ และฮัมฟรีส์ (Wilson, Newton, Murphy, & Humphries, 1993) ได้ทำการเปรียบเทียบรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมในการพัฒนาความสามารถการเคลื่อนไหวของนักกีฬา 3 รูปแบบ คือ การฝึกด้วยน้ำหนักแบบประเพณีนิยม การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยวิธีดรอปจัมพ์ และการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม ทำการทดสอบด้านความแข็งแรง ความเร็ว และการกระโดด ผลการศึกษาพบว่า การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอท เป็นวิธีที่พัฒนาความสามารถของนักกีฬาได้หลายด้านมากกว่ารูปแบบอื่น ซึ่งสอดคล้องกับ ลิตเติ้ล วิลสัน และออสโทรสกี (Lyttle, Wilson, & Ostrowski, 1996) ที่ทำการเปรียบเทียบการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอท และการฝึกด้วยน้ำหนักแบบประเพณีนิยมร่วมกับการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อพัฒนาความสามารถที่แสดงออกในการเคลื่อนไหว ด้านความสามารถในการวิ่ง กระโดด ทุ่มน้ำหนัก และปั่นจักรยาน ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 2 รูปแบบ มีการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกในการเคลื่อนไหวได้ไม่แตกต่างกัน จึงแสดงให้เห็นว่าการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทเป็นรูปแบบการฝึกที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้

ความหนักที่ใช้ในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ และมีผลต่อค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดของนักกีฬา แมคไบรท์ ทริปเลท-แมคไบรท์ เดวี และนิวตัน (McBride, Triplett-McBride, Davie, & Newton, 2002) ได้เปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทโดยใช้ความหนัก 80 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม พบว่า การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทโดยใช้ความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม มีผลทำให้ความสามารถต่างๆ เพิ่มขึ้นได้ดีกว่า ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่น้ำหนักเบาทำให้นักกีฬาสามารถออกแรงด้วยความเร็วที่มากกว่าส่งผลให้สามารถแสดงพลังกล้ามเนื้อสูงสุดออกมาได้มากกว่าด้วย นอกจากนี้ เทอร์เนอร์ อันฮูซ พอตซ์ และโคลแมน (Turner, Unholz, Potts, & Coleman, 2012) ได้ทำการศึกษา

ความหนักที่เหมาะสมในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอท กลุ่มตัวอย่างได้รับความหนักในการทดลอง 20-100 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็มในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสควอท เก็บข้อมูลโดยใช้แท่นวัดแรง เซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง และเบรกแบบเอ็คเซ็นตริก ผลการทดลองพบว่า ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดและความเร็วบาร์เบลสูงสุด เกิดขึ้นที่ความหนัก 20 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างของพลังกล้ามเนื้อสูงสุดระหว่าง 20 กับ 30 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าแรงสูงสุดมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามความหนัก แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างความหนักที่ 20-60 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม

โฮริ และคณะ (Hori et al., 2008) ได้แบ่งการเคลื่อนไหวของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น และช่วงการลงสู่พื้น ซึ่งการฝึกจะมุ่งเน้นไปที่ความสามารถในการออกแรงอย่างรวดเร็วสูงสุดขณะกระโดดขึ้นจากพื้นเพื่อให้เกิดพลังกล้ามเนื้อสูงสุด อย่างไรก็ตามนักกีฬาจะได้รับแรงกระแทกจากน้ำหนักตัวและน้ำหนักที่ใช้ในการฝึกขณะลงสู่พื้น ซึ่งมีความเสี่ยงที่อาจจะเกิดอาการบาดเจ็บได้ เนื่องจากระบบประสาทและกล้ามเนื้อมีเวลาตอบสนองที่จำกัดในช่วงระยะเวลา 50-75 มิลลิวินาที (Devita & Skelly, 1992; Ricard & Veatch, 1990) เพราะฉะนั้นการฝึกโดยใช้แรงเบรกควบคุมความหนักช่วงลงสู่พื้น จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้กับการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด ฮัมฟรีส์, นิวตัน และวิลสัน (Humphries, Newton, & Wilson, 1995) ได้ทำการศึกษาอุปกรณ์ที่จะช่วยควบคุมน้ำหนักพลัยโอเมตริก พาวเวอร์ ซิสเต็ม (Plyometric power system) ในช่วงการลงสู่พื้นเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดอาการบาดเจ็บ โดยการวัดค่าแรงดล 50 มิลลิวินาทีแรกที่เท้าสัมผัสพื้น และค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้น ขณะแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักบาร์เบล 10 กิโลกรัม ลดความหนักเอ็คเซ็นตริกที่ 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวรวมกับความหนักของบาร์เบล พบว่าอุปกรณ์เบรกสามารถลดแรงดล และแรงปฏิกิริยาสูงสุด ขณะลงสู่พื้นได้ถึง 200 และ 155 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยที่ผลของค่าแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อทำงานแบบคอนเซ็นตริก ขณะกระโดดขึ้นจากพื้นไม่แตกต่างกัน

ต่อมาฮอฟแมน และคณะ (Hoffman et al., 2005) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักแบบปกติ และแบบไม่มีความความหนักเอ็คเซ็นติกช่วงลงสู่พื้น ด้วยเครื่องคอร์เทกซ์ (Cortex) ผลการศึกษาพบว่า การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบปกติ มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น แต่การฝึกแบบไม่มีความความหนักเอ็คเซ็นติก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ โฮริ และคณะ (Hori et al., 2008) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกและตัวแปรทางคิเนติกส์ของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทแบบใช้และไม่ใช้แรงเบรกแบบเอ็คเซ็นตริกด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม ด้วยเครื่องบะลิสติก เบรกกิ้ง ซิสเต็ม (Ballistic braking system) ลดความหนักช่วงเอ็คเซ็นตริกลง 100% ของบาร์เบล ผลทางคิเนติกส์พบว่า การใช้แรงเบรกทำให้ค่าแรงดล 50 มิลลิวินาทีแรก และค่าแรงปฏิกิริยาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ภายหลังการฝึกพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวเร็วจะพัฒนาได้ดีกว่าในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทแบบปกติที่ไม่ใช้แรงเบรก จะเห็นได้ว่าในขณะที่การลดความหนักเอ็คเซ็นตริกสามารถป้องกันการบาดเจ็บ แต่ก็มีผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะเกิดจากความหนักที่ไม่เพียงพอต่อการพัฒนาของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับนิซโซ และแมคไบรท์ (Nuzzo & McBride, 2013) ได้ศึกษาผลของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะกระโดดแบบมีและไม่มีความหนักเอ็คเซ็นตริก จำนวน 3 กล้ามเนื้อ ได้แก่ วาสตัส เลเทอราลิส, วาสตัส มีเดียอาลิส และไบเซพส์ ฟีมอริส ผลการวิจัยพบว่า ความหนักเอ็คเซ็นตริกที่น้อยกว่าน้ำหนักตัวมีผลทำให้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะช่วงลงสู่พื้นน้อยลง และส่งผลด้านลบต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริก ดังนั้นจึงไม่แนะนำการฝึกกระโดดโดยไม่มีความหนักช่วงเอ็คเซ็นตริกขณะลงสู่พื้น

นอกจากนี้ในเรื่องของระดับความสามารถของนักกีฬาก็เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการเลือกนำรูปแบบการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทไปใช้ โคมี่ และคณะ (Cormie et al., 2011) ได้รายงานถึงความสัมพันธ์พื้นฐานระหว่างพลังกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไว้ว่า นักกีฬาจะไม่สามารถแสดงพลังกล้ามเนื้อระดับสูงได้ หากปราศจากความแข็งแรงสัมพัทธ์ที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับโคมี่ และคณะ (Cormie, McGuigan, & Newton, 2010a) ที่เปรียบเทียบการฝึกด้วยน้ำหนักแบบประเพณีนิยม และการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทที่มีต่อความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ในกลุ่มตัวอย่างที่มีความแข็งแรงสัมพัทธ์ต่ำ ทดสอบการปรับตัวทั้งด้านความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ผลการวิจัยพบว่า การฝึกทั้ง 2 รูปแบบมีผลต่อการปรับตัวไม่แตกต่างกัน เพราะฉะนั้นจึงเสนอแนะว่าผู้ฝึกสอนควรนำการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดไปใช้ในนักกีฬาที่มีความแข็งแรงสัมพัทธ์มากกว่าหรือเท่ากับ 1.6 เท่าของน้ำหนักตัว เพื่อป้องกันการบาดเจ็บในขณะลงพื้นพัฒนาโมเมนตัมไปสู่การออกแรงที่ดีและเพิ่มประสิทธิภาพของการกระโดดต่อไป (Cormie, McGuigan, & Newton, 2010b; Wilson & Flanagan, 2008) เรียและคณะ (Rhea et al., 2016) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างท่าควอเตอร์สควอท ฮาร์ฟสควอท และฟูลสควอทที่มีต่อความสามารถในการวิ่ง และการกระโดดในนักกีฬาที่มีความแข็งแรงสัมพัทธ์สูง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยท่าควอเตอร์สควอทมีการพัฒนาความสามารถทั้ง 2 ด้านมากที่สุด จึงแนะนำท่าควอเตอร์สควอทไปใช้ในการฝึกที่มีเป้าหมายพัฒนาความเร็วสูงสุด และพลังในการกระโดด

จากงานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม เป็นวิธีการฝึกที่มีประสิทธิภาพในการนำไปใช้พัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้ อย่างไรก็ตามความหนักเอ็คเซ็นตริกในช่วงการลงสู่พื้น ยังพบว่ามีทั้งผลในเชิงบวกและลบต่อความสามารถของนักกีฬา อีกทั้งยังไม่มีการศึกษาถึงบทบาทและระดับของความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดและความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาที่ใกล้เคียงกัน แต่การศึกษาที่ผ่านมาทำการเปรียบเทียบเพียง 2 เงื่อนไขที่ซึ่ง

มีและไม่มีความหนักเอ็คเซ็นตริกเท่านั้น (Hoffman et al., 2005; Hori et al., 2008) เวเกิล และคณะ (Wagle et al., 2018) ได้รายงานว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นตริกสามารถออกแรงได้มากกว่าคอนเซ็นตริกถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้นการมีความหนักบางส่วนในช่วงเอ็คเซ็นตริกอาจทำให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพของการกระโดดได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทที่มีผลฉับพลันต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ รวมทั้งศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยใช้เครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 Power Cage) เพื่อทราบถึงบทบาทและระดับของความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอท นำไปใช้ประโยชน์ในด้าน การจัดโปรแกรมการฝึกซ้อม และพัฒนาความสามารถของนักกีฬาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทที่มีผลฉับพลันต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% กับความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามของการวิจัย

1. การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% 75% 100% และ 100% แบบลดแรงกระแทก จะส่งผลฉับพลันทำให้ตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแตกต่างกันหรือไม่

2. การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสม จะส่งผลทำให้ความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยแตกต่างกันหรือไม่

สมมุติฐานของการวิจัย

1. การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกเป็นความหนักที่เหมาะสม จะส่งผลฉับพลันต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ดีกว่าความหนัก 50% 75% และ 100%

2. การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสม จะส่งผลทำให้ความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย: การศึกษาที่ 1

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 22 คน ค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test) ที่ 0.9 ค่าขนาดของผล (Effect size) ที่ 0.36 และค่าแอลฟาที่ระดับความมีนัยสำคัญ.05 จากโปรแกรม GPower มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่าหรือเท่ากับ 1.6 ในท่าควอเตอร์สควอท

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

2.1.1 การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 % ของ 1 อาร์เอ็ม โดยควบคุมระดับความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% 75% 100% และ 100% แบบลดแรงกระแทก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ ช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น

2.2.1.1 พลังกล้ามเนื้อสูงสุด (Peak power)

2.2.1.2 แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด (Peak ground reaction force)

2.2.1.3 ความเร็วบาร์เบลสูงสุด (Peak barbell velocity)

2.2.1.4 ความสูงในการกระโดด (Jump height)

2.2.1.5 ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น (Contact time)

2.2.2 ตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ ช่วงการลงสู่พื้น

2.2.2.1 แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด (Peak ground reaction force)

2.2.2.2 ความเร็วบาร์เบลสูงสุด (Peak barbell velocity)

2.2.2.3 แรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรก (Impulse50ms)

2.2.2.4 ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น (Contact time)

2.2.3 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น และลงสู่พื้น

2.2.3.1 วาสตัส เลเทอราลิส (Vastus lateralis)

2.2.3.2 วาสตัส มีเดียอาลิส (Vastus Medialis)

2.2.3.3 ไบเซพส์ ฟีมอริส (Biceps femoris)

2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่

2.3.1 อุปกรณ์ สถานที่การฝึกและการทดสอบ

2.3.2 ช่วงเวลาในการฝึกและการทดสอบ

ขอบเขตของการวิจัย: การศึกษาที่ 2

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 22 คน ค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test) ที่ 0.80 ค่าขนาดของผล (Effect size) ที่ 1.25 และค่าแอลฟาที่ระดับความมีนัยสำคัญ.05 จากโปรแกรม GPower มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่าหรือเท่ากับ 1.6 ในท่าควอเตอร์สควอท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

2.1.1 การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 % ของ 1 อาร์เอ็ม ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสม (ผลจากการศึกษาที่ 1)

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา (Athletic Performance)

2.2.1.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength)

- 1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์ (Relative 1RM)
- แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180 และ 300 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (Relative isokinetic knee extension)
- แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180 และ 300 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (Relative isokinetic knee flexion)
- แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์ (Relative peak isometric force)
- อัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ (Relative peak rate of force development)

2.2.1.2 พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular Power)

- พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ (Relative peak power countermovement jump)
- พลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ (Relative peak power static jump)
- พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์ (Relative peak power weighted jump squat)

2.2.1.3 ความสามารถในการวิ่ง (Sprint performance)

- ระยะ 5 เมตร (5 meter)
- ระยะ 10 เมตร (10 meter)
- ระยะ 20 เมตร (20 meter)

2.2.1.4 ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง (Change of direction)

- การทดสอบแบบ ที เทส (T-test)

2.2.1.5 ความสามารถในการกระโดด (Jump performance)

- ความสูงในการกระโดด (Jump height)
- ดรอปจัมพ์ (Drop jump)

2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่

2.3.1 อุปกรณ์ สถานที่การฝึกและการทดสอบ

2.3.2 ช่วงเวลาในการฝึกและการทดสอบ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ทางกีฬา (Cormie et al., 2010a; Hori et al., 2008) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ประเมินโดยการทดสอบหาค่าน้ำหนักที่สามารถยกได้มากที่สุดในหนึ่งครั้งต่อน้ำหนักตัว (1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์; Relative 1RM) การทดสอบในท่าไอโซเมตริกมิดไธพูล (Isometric mid-thigh pull; IMTP) ค่าแรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์ (Relative peak isometric force) ค่าอัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ (Relative peak rate of force development) และการทดสอบไอโซคิเนติก (Isokinetic test) ที่ความเร็ว 60,180 และ 300 องศาต่อวินาที ในท่านั่งงอและเหยียดเข่า

1.2 พลังของกล้ามเนื้อ ประเมินโดยการทดสอบพลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ (Relative peak power counter movement jump; CMJ) พลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ (Relative peak power static jump; SJ) และพลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์ (Relative peak power weighted jump squat; WJS) โดยใช้น้ำหนัก 30 ของ 1 อาร์เอ็มจากการทดสอบก่อนและหลังการฝึก

1.3 ความสามารถในการวิ่ง ประเมินโดยการทดสอบวิ่งในระยะ 5, 10 และ 20 เมตร

1.4 ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง ประเมินโดยการทดสอบแบบทีเทส (T-test)

1.5 ความสามารถในการกระโดด ประเมินโดยการวัดความสูงในการกระโดด (Jump height) และการทดสอบกระโดดแบบดรอปจัมพ์ (Drop jump; DJ)

2. การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอท หมายถึง การใช้บาร์เบลแบกไว้บนบ่า แล้วย่อตัวลงในมุมที่ถนัดต่อเนื่องกับการกระโดดขึ้นจากพื้นให้สูงสุดในแนวดิ่ง และลงสู่พื้น ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้ความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม ในท่าควอเตอร์สควอท (Quarter squat)

3. เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก หมายถึง ระดับความหนักระหว่างช่วงการลงสู่พื้น ซึ่งกล้ามเนื้อจะทำงานหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการควบคุมความหนักเอ็คเซ็นตริกของ โฮริ และคณะ (Hori et al., 2008)

4. ความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสม หมายถึง ระดับความหนักที่เกิดค่าแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรกในช่วงลงสู่พื้นต่ำที่สุด และมีค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในช่วงการกระโดดขึ้นมากที่สุด

5. ค่าการทำงานสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum voluntary contraction: MVC) หมายถึง ค่าคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่ทำการวัดขณะทำการออกแรงสูงสุด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้การทำไอโซเมตริกในท่าสควอท

6. ช่วงการกระโดดขึ้น หมายถึง จุดที่นักกีฬางอเข่าต่ำสุด และออกแรงกระโดดขึ้นให้ความสูงมากที่สุด กล้ามเนื้อทำงานหดตัวแบบคอนเซ็นตริก ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ใช้จุดที่ความเร็วมีค่าเป็นศูนย์จนถึงจุดที่ค่าแรงสะท้อนมีค่าเป็นศูนย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ช่วงการลงสู่พื้น หมายถึง จุดที่เท้าสัมผัสพื้นจนถึงจุดที่งอเข่าต่ำสุด กล้ามเนื้อทำงานหดตัวแบบเอ็คเซ็นตริก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้จุดที่แรงสะท้อนมีค่ามากกว่าศูนย์ จนถึงจุดที่ความเร็วมีค่าเป็นศูนย์

8. การลดความเสี่ยงการบาดเจ็บ หมายถึง การลดลงของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้ค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด และแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรกในช่วงลงสู่พื้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงระดับความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อสูงสุด การลดความเสี่ยงการบาดเจ็บ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

2. ได้ทราบถึงผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมที่มีต่อความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย

3. สามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อม และเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไปในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทที่มีผลฉับพลันต่อพลังกล้ามเนื้อสูงสุด การลดความเสี่ยงการบาดเจ็บ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ รวมทั้งศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีเนื้อหาตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อสูงสุดที่มีต่อกีฬาบาสเกตบอล
2. ความสัมพันธ์ของพลังกล้ามเนื้อกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา
3. การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุด
4. การฝึกด้วยแรงต้านแบบบะลิสติก
5. ผลของความหนักเอ็คเซ็นตริกที่มีต่อการแบกน้ำหนักกระโดด
6. การศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและรีเฟล็กซ์ของการแบกน้ำหนักกระโดด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อสูงสุดที่มีต่อกีฬาบาสเกตบอล

พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับนักกีฬาบาสเกตบอลเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ระหว่างสถานการณ์ต่าง ๆ ของการแข่งขัน (King, 2014) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเคลื่อนที่ในลักษณะเกี่ยวข้องกับพลังหรือแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ เช่น การเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว การเปลี่ยนทิศทาง และการกระโดด (Klusemann et al., 2013) นิวตัน และเครเมอร์ (Newton & Kraemer, 1994) ได้รายงานว่าพลังกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้นักกีฬามีความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า พลังกล้ามเนื้อสูงสุดมีความสัมพันธ์อย่างมากกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา เช่น การเร่งความเร็วและความเร็วสูงสุดในการวิ่ง พลังและความสูงในการกระโดด และความคล่องตัว (Peterson et al., 2006; Requena et al., 2011; Sleivert & Taingahue, 2004) นอกจากนี้การศึกษาของ ค็อกมาซ และคาราฮาน (Korkmaz & Karahan, 2012) พบว่า นักกีฬาบาสเกตบอลในระดับดิวิชั่น 1 มีค่าพลังกล้ามเนื้อในการกระโดดสูงกว่านักกีฬาบาสเกตบอลในระดับดิวิชั่น 2 และ 3 แสดงถึงความสำคัญของ

พลังกล้ามเนื้อที่สามารถแบ่งระดับความสามารถของนักกีฬาได้ เพราะฉะนั้นโค้ชและผู้ฝึกสอนส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นในการศึกษาและพัฒนารูปแบบที่ใช้ในการฝึกเพื่อส่งเสริมให้เกิดพลังกล้ามเนื้อสูงสุดและส่งผลต่อไปยังการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้

โอ'เช (O'Shea, 2000) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด โดยสร้างขึ้นจากองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว ข้อได้เปรียบของการมีพลังกล้ามเนื้อก็คือ ความสามารถในการเร่งความเร็ว นักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อสูงจะสามารถวิ่งได้เร็วกว่าผู้ที่มีความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว ความสามารถในการเร่งความเร็ว เป็นความสามารถในการเปลี่ยนความเร็วได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นในการแข่งขันกีฬา เมื่อนักกีฬามีองค์ประกอบทางด้านความสามารถอื่นเท่ากันหมดแล้ว พลังกล้ามเนื้อจะเป็นตัวตัดสินว่าใครจะเป็นผู้ชนะ พลังกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อ ที่ก่อให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ

ในการแข่งขันกีฬานั้น นักกีฬาจำเป็นต้องมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของตน เพื่อใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ของการแข่งขัน ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปบ้างตามชนิดกีฬา บอมพา (Bompa, 1993) ได้สรุปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาไว้ ดังนี้

1. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing / reactive power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดนั้น ทักษะในการลงสู่พื้นเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง และมักจะต่อเนื่องกับทักษะของการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดด นักกีฬาจำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกาย ในขณะลงสู่พื้น และสามารถที่จะปฏิบัติทักษะที่ตามมานั้นได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดดก็ตามพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้น จะมีความสัมพันธ์กับความสูงของการตกลงสู่พื้นนั้น การลงสู่พื้น จากความสูง 80 – 100 เซนติเมตรนั้น ข้อเท้าจะต้องรับน้ำหนักประมาณ 6 – 8 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งในขณะที่ลงสู่พื้นนั้น กล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) นักกีฬาที่ได้รับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมาอย่างดีแล้ว ก็จะสามารถควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้นได้ ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นถ้ามีการกระโดดขึ้นในทันทีหรือมีการเปลี่ยนทิศทางกล้ามเนื้อมัดนั้นก็จะหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction)

2. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม – พุ่ง – ขว้าง (Throwing power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิด ที่ต้องมีการทุ่ม – พุ่ง – ขว้าง อุปกรณ์กีฬาแต่ละชนิดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อเพื่อที่จะสร้างความเร็วให้กับอุปกรณ์กีฬาเหล่านั้นจากจุดเริ่มต้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ และมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้นตลอดระยะทางของการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาชนิดที่จะต้องปล่อยอุปกรณ์ออกไปจากมือเพื่อให้ได้ระยะทางมากที่สุด

3. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take – off power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิด ที่มีการกระโดดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อในลักษณะแรงระเบิด (Explosive) เพื่อให้ประสิทธิภาพของการกระโดดดีที่สุด ซึ่งเป็นการกระโดดในขณะที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงหรือมีการย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้นไป ซึ่งถ้ายิ่งย่อตัวลงมากก็จะต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากเพื่อที่จะออกแรง ยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้านักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้าลงและมีผลให้ประสิทธิภาพของการกระโดดลดลงด้วย

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

5. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆ และกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต ที่มีการหลอกล่อคู่ต่อสู้หรือมีการชะลอความเร็วสลับกับการเร่งความเร็วหรือมีการชะลอความเร็วแล้วเปลี่ยนทิศทางต้องการพลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่ง จำเป็นต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากพอ ซึ่งการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้จะเกิดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อได้ง่าย

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

วิค และคณะ (Wilk et al., 1993) กล่าวว่า พลังของกล้ามเนื้อ คือ การเพิ่มศักยภาพของนักกีฬา โดยมีพื้นฐานอยู่ที่ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทำการหดตัวให้เกิดแรงสูงสุดภายในระยะเวลาสั้นที่สุด นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญ คือ ความแข็งแรง และความเร็ว ที่จะส่งผลให้เกิดพลังของกล้ามเนื้อยังมีปัจจัยเสริมอีก 3 ประการ คือ การอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกซ้อม การประสานงานกันที่ดีระหว่างประสาทกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหว และประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ

บลูมฟิลด์และคณะ (Bloomfield, Ackland, & Elliott, 1994) กล่าวว่าพลังกล้ามเนื้อเป็นผลของความแข็งแรงและความเร็ว เป็นการใช้แรงอย่างเต็มที่ภายในหนึ่งหน่วยเวลา พลังกล้ามเนื้อเป็นสิ่งสำคัญต่อการแสดงความสามารถของทักษะกีฬาต่างๆ ซึ่งลักษณะพิเศษของพลังกล้ามเนื้อ มี 3 ประการ คือ พลังนั้นมาจากการหดตัวแบบความยาวกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) มา

จากการใช้วงจรเหยียดสั้น (Stretch shortening cycle) และมาจากความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (Elasticity)

นิวตันและเครเมอร์ (Newton & Kraemer, 1994) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อที่แสดงออกสูงสุดอาจ เรียกว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive muscular power) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการแสดงความสามารถในกิจกรรมที่ต้องการการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงสุด ในการปล่อยวัตถุการกระโดดหรือการเร่งความเร็ว นอกจากนั้นยังใช้การเปลี่ยนทิศทางหรือการเร่งอย่างรวดเร็วในกีฬาชนิดต่างๆ เช่น ความสูงของการกระโดดขึ้นรับลูกบาสเกตบอล หรือการเร่งความเร็วและการวิ่งหลบหลีกผู้เล่นในกีฬารักบี้ฟุตบอล เป็นต้น

คำว่า พลัง เป็นการใช้แรงในหลายรูปแบบด้วยการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว สามารถแสดงออกมาเป็นงานที่ทำต่อหน่วยเวลา (วัตต์)

แทบเบอร์ และคณะ (Taber, Bellon, Abbott, & Bingham, 2016) ได้อธิบายถึงสมการของพลังว่า พลัง = แรง × ความเร็ว

แรง × Δเวลา = มวล × Δความเร็ว

(แรงดล) (โมเมนตัม)

จากสมการนี้สะท้อนให้เห็นถึง 2 องค์ประกอบที่ควรให้ความสำคัญเมื่อพยายามที่จะสร้างพลังกล้ามเนื้อสูงสุด คือ ความเร็วที่ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับโมเมนตัม และแรงที่ซึ่งเกี่ยวข้องกับโมเมนตัมผ่านแรงดล

สมิดไบล์เซอร์ (Schmidtbleicher, 1992) ได้กล่าวว่า พลังเป็นความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) ที่จะสร้างให้เกิดแรงสูงสุดที่สามารถทำได้ในเวลาที่กำหนด ซึ่งเวลาจะขึ้นอยู่กับแรงต้านทานหรือน้ำหนัก กีฬาบางชนิดต้องกระทำต่อแรงต้านทานด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะทำได้เมื่อเริ่มต้นเคลื่อนไหว โดยการทำให้กล้ามเนื้อทำงานพร้อมเพรียงกัน ก็จะสามารถสร้างความแข็งแรงได้ โดยที่ไม่ต้องฝึกระบบกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวแบบวงจรเหยียดสั้นโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้งการหดตัวแบบความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดออกและหดสั้น ซึ่งวงจรเหยียดสั้นมี 2 ประเภท คือวงจรเหยียดสั้นแบบยาว เช่น การกระโดดชู้ตลูกบาส การกระโดดบล็อคลูกวอลเลย์บอล โดยจะใช้มุมของสะโพกเข่าและข้อเท้าที่กว้างและใช้เวลามากกว่า 250 มิลลิวินาที ส่วนวงจรเหยียดแบบสั้น เช่น ระยะที่เท้าสัมผัสพื้นในการวิ่งเร็วหรือการเร่งความเร็ว การกระโดดสูงหรือกระโดดไกล โดยใช้มุมที่แคบกว่า ใช้เวลาอย่างน้อย 100-250 มิลลิวินาที

คลูซิแมน และคณะ (Klusemann et al., 2013) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความต้องการทางด้านร่างกาย สรีรวิทยา และแทคติคของนักกีฬาบาสเกตบอลในช่วงฤดูการแข่งขันเพื่ออธิบายรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างทัวร์นาเมนต์ระดับนานาชาติ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับเยาวชนชั้นเลิศ จำนวน 8 คน ถูกเก็บข้อมูลต่างๆ ใน 6 ฤดูกาลแข่งขันในระยะเวลา

มากกว่า 4 เดือน ในลีคบาสเกตบอลระดับชาติของประเทศออสเตรเลีย และ 7 เกมส์การแข่งขันในระดับนานาชาติภายใต้ 18 ทัวร์นาเม้นต์ บันทึกวิดีโอรูปแบบการเคลื่อนไหวและอัตราการเต้นของหัวใจ ผลการศึกษาพบว่า นักกีฬามีการเคลื่อนที่ต่างๆ เช่น การวิ่งสปรินท์ เปลี่ยนทิศทาง ในระหว่างช่วงฤดูการแข่งขันมากกว่าระดับการแข่งขันทัวร์นาเม้นต์ ดังนั้นจึงสรุปว่าโค้ชควรพิจารณาให้ความสำคัญกับการฝึกความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อในโปรแกรมการฝึกซ้อม เพื่อรองรับกิจกรรมที่สูงขึ้นของเกมตามฤดูกาล สำหรับการแข่งขันแบบทัวร์นาเมนต์จำเป็นต้องใช้กลยุทธ์ที่สร้างความสามารถในการแอโรบิคและความยืดหยุ่นของระบบประสาทและกล้ามเนื้ออย่างเพียงพอเพื่อรักษาการเคลื่อนไหวที่มีความหนักสูง

สะพิเทริ และคณะ (Spiteri et al., 2019) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียพลังของร่างกายส่วนล่าง ความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง ความคล่องตัว และความสมดุลของร่างกายส่วนล่างระหว่างนักกีฬาบาสเกตบอลที่เข้าร่วมในดิวิชั่น 1 สหรัฐอเมริกา, ออสเตรเลีย และสมาคมกีฬาบาสเกตบอลระดับชาติหญิง (Women's National Basketball Association; WNBA) สหรัฐอเมริกา โดยทำการทดสอบลักษณะร่างกาย การกระโดด การวิ่ง และการเปลี่ยนทิศทาง ผลการศึกษาพบว่า นักกีฬาในระดับชาติของสหรัฐอเมริกา (WNBA) มีความสามารถในด้านพลังกล้ามเนื้อ รวมทั้งความสามารถในการเคลื่อนไหวมากกว่านักกีฬาอีก 2 ระดับ ดังนั้นการค้นพบเหล่านี้บ่งบอกถึงความสำคัญของพลังร่างกายส่วนล่าง ความคล่องตัวและความไม่สมดุลของร่างกายส่วนล่าง โค้ชควรให้ความสำคัญเพื่อพัฒนานักกีฬาให้มีการเคลื่อนไหวในสนามได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจำเป็นสำหรับการแข่งขันในระดับการเล่นที่สูงขึ้น

ความสัมพันธ์ของพลังกล้ามเนื้อกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา

แทบเบอร์ และคณะ (Taber et al., 2016) ได้กล่าวว่า ในอดีตที่ผ่านมาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อความสำเร็จทางกีฬา เนื่องจากมีการศึกษาจำนวนมากที่พบว่า พลังกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์สูงกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในด้านต่างๆ เช่น การสปรินท์ การกระโดด และการเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งระดับของพลังกล้ามเนื้อสูงสุดจะส่งผลให้นักกีฬามีความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามแทบเบอร์ และคณะ (Taber et al., 2016) ได้เสนอแนะเพิ่มเติมว่า ตัวแปรที่สำคัญในการจำกัดหรือแสดงออกถึงพลังกล้ามเนื้อสูงสุดนั้น ได้แก่ ความแข็งแรงสูงสุด ซึ่งแสดงถึงขีดความสามารถสูงสุดในการสร้างแรงของกล้ามเนื้อ และอัตราการพัฒนาแรง ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการออกแรงที่มากในระยะเวลาสั้น

ทาวน์เซนด์ และคณะ (Townsend et al., 2019) กล่าวว่า บาสเกตบอลเป็นกีฬาประเภททีมที่นักกีฬาจำเป็นจะต้องมีการกระโดด และวิ่งสปรินท์ซ้ำๆ ทั่วสนามตลอดเกมส์การแข่งขัน นอกจากนี้การเคลื่อนที่ยังเป็นลักษณะหลายทิศทาง และเกี่ยวข้องกับทักษะเฉพาะกีฬา เพราะฉะนั้น

ในการพยายามเคลื่อนไหวที่แสดงออกทางกีฬาเหล่านี้ นักกีฬาบาสเกตบอลต้องอาศัยความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง จึงได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการออกแรงดึงสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรงในท่าไอโซเมตริกมิดไธพูลที่มีต่อความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา และคิเนติกส์ของการสปรินท์ในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับดิวิชั่น 1 พบว่า ค่าแรงดึงสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรงสูงสุดในท่าไอโซเมตริกมิดไธพูลมีความสัมพันธ์กับคิเนติกส์ (แรงและพลังเฉลี่ย) ในการวิ่งระยะ 20 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าอัตราการพัฒนาแรงที่เกี่ยวข้องกับคิเนติกส์ในระยะเร่งความเร็ว 5 เมตร ดังนั้นจึงแนะนำโค้ชและผู้ฝึกสอนอาชีพสามารถนำการทดสอบค่าแรงดึงสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรงในท่าไอโซเมตริกมิดไธพูลไปใช้ในการประเมินการฝึก และความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลได้

แบนด้า และคณะ (Banda, Beitzel, Kammerer, Salazar, & Lockie, 2019) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลังกล้ามเนื้อส่วนล่างที่มีต่อความเร็วเชิงเส้น การเปลี่ยนทิศทาง และความสามารถในการวิ่งที่ระดับความหนักสูงในนักกีฬาบาสเกตบอลหญิง ดิวิชั่น 1 ทำการทดสอบในแนวดิ่งเพื่อหาค่าพลังกล้ามเนื้อและทดสอบความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่รูปแบบต่างๆ ผลการศึกษาพบว่า พลังกล้ามเนื้อเฉลี่ยและสูงสุดมีความสัมพันธ์กับการวิ่ง สปรินท์ในระยะ 10 เมตร การเปลี่ยนทิศทาง และการทดสอบโยโย่ (Yoyo test) ดังนั้นสรุปได้ว่า โค้ชควรตรวจสอบและให้ความสำคัญกับพลังกล้ามเนื้อส่วนล่างของนักกีฬาบาสเกตบอล เพื่อให้แน่ใจว่านักกีฬาสามารถสร้างพลังงานสูงเพื่อใช้ในการวิ่งสปรินท์ เปลี่ยนทิศทาง และอดทนต่อการวิ่งที่มีความหนักอย่างต่อเนื่องได้

สแกนแลน และคณะ (Scanlan et al., 2020) ได้ศึกษาเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างแรงสูงสุดและแรงดลของการทดสอบแรงดึงแบบไอโซเมตริกมิดไธพูลที่มีต่อการวิ่งและกระโดดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬาบาสเกตบอล การทดสอบประกอบด้วยแรงสูงสุด และแรงดลในช่วง 100 และ 250 มิลลิวินาที การวิ่ง 20 เมตร (5, 10 และ 20 เมตร) การยืนย่อกระโดด (CMJ; แรงสูงสุดและความสูงในการกระโดด); ยืนกระโดดไกล ผลการศึกษาพบว่า มีความสัมพันธ์สูงระหว่างแรงสูงสุดระหว่าง แรงดึงแบบไอโซเมตริกมิดไธพูล และการยืนย่อกระโดด (r = .94, R2 = 56%, P <.05) พบความสัมพันธ์ระดับปานกลางถึงมาก (P <.05) ระหว่างแรงสูงสุดแรงดึงไอโซเมตริกสูงสุด และเวลาในการวิ่ง 5 เมตร (r = –.44, R2 = 19%), เวลาวิ่ง 10 เมตร และแรงสูงสุดของการยืนย่อกระโดด และระยะกระโดดไกล (r = .51, R2 = 26%). ความสัมพันธ์ระดับปานกลางถึงมากระหว่างแรงดลของการทดสอบแรงดึงแบบไอโซเมตริกมิดไธพูล และเวลาวิ่ง 5เมตร (100 มิลลิวินาที, r = - .40, R2 = 16%, P> .05) และแรงสูงสุดการยืนย่อกระโดด (100 มิลลิวินาที, r = .73, R2 = 54%; 250 มิลลิวินาที, r = .68, R2 = 47%; P <.05) จึงสรุปได้ว่า การทดสอบแรงดึงแบบไอโซเมตริกมิดไธพูล

อาจใช้เพื่อประเมินความสามารถของแรงสูงสุดและความเร็วที่สำคัญในช่วงของการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะกับกีฬาบาสเกตบอลได้

โทมัส และคณะ (Thomas, Comfort, Chiang, & Jones, 2015) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบแรงดึงแบบไอโซเมตริกมิดไธพูล ที่มีต่อการสปรินท์ และการเปลี่ยนทิศทางในนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัย ผลการศึกษาพบว่า แรงสูงสุดของการดึงมีความสัมพันธ์กับการสปรินท์และความสามารถในการเปลี่ยนแปลงทิศทาง เพราะฉะนั้นสามารถนำไปใช้ในการทดสอบและประเมินความสามารถของนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัยได้

เช่นเดียวกันกับการศึกษาของสไลเวิร์ด์ และทานิกาฮูอิ (Sleivert & Taingahue, 2004) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ของความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อที่มีต่อความสามารถในการออกตัว ระยะ 5 เมตร ผลการทดลองพบว่า การพัฒนาแรงสูงสุดของคอนเซ็นตริกมีความสำคัญอย่างมากต่อการออกตัว และพลังกล้ามเนื้อสูงสุดของการกระโดดแบบคอนเซ็นตริกมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเร่งความเร็ว

การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุด

บอมพา (Bompa, 1993) ได้สรุปผลการศึกษาของ เฮคคิเนน และโคมิ (Häkkinen & Komi, 1983) พบว่า การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นจากการฝึกนั้น มีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ใช้เวลาน้อยลงในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว
2. เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neurons) มีความอดทนเพิ่มขึ้น ในการเพิ่มความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท
3. มีความสอดคล้องกันมากขึ้น และดีขึ้นของหน่วยยนต์ (Motor units) กับรูปแบบของการปล่อยกระแสประสาท
4. กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นในเวลาสั้น
5. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular coordination) หรือมีการทำงานประสานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Excitatory reaction) กับปฏิกิริยารั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory reaction) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลาง

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

นิวตัน และ เครเมอร์ (Newton & Kraemer, 1994) กล่าวว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อหมายถึง พลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่ต้องการความเร็วสูง ในขณะที่ปล่อยอุปกรณ์กีฬาออกไปหรือต้องการความเร็วสูงที่จุดกระทบ นอกจากนั้นยังมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ตลอดจนการเร่งความเร็วในระหว่างการแข่งขันกีฬาชนิดต่างๆ ด้วย ในขณะที่นักกีฬาพยายามที่จะออกแรงเพื่อทำให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อให้มากที่สุดนั้น นักกีฬาจะต้องพยายามใช้เวลาในการออกแรงและเร่งความเร็วของส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยใช้เวลาน้อยลง ทั้งนี้เกิดจากมีการพัฒนากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากภายในเวลาสั้น ซึ่งเรียกว่าอัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)

2. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

ซึ่งคุณสมบัติอันสำคัญทั้ง 2 ประการนี้เอง เป็นแนวทางในการหายุทธวิธีของการฝึก เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

นอกจากนี้นิวตัน และ เครเมอร์ (Newton & Kraemer, 1994) ได้เสนอแนะว่า 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. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงาน และทักษะของการเคลื่อนไหว (Intermuscular coordination & skill)

องค์ประกอบทั้งห้าประการนี้จะต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไป จึงจะเกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุด ดังนั้น ยุทธวิธีของการฝึกที่เหมาะสมก็คือ ใช้การผสมผสานวิธีการฝึกแบบต่างๆ เข้าด้วยกัน ไม่ใช่การฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แทบเบอร์ และคณะ (Taber et al., 2016) ได้เสนอแนะว่า การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดควรให้ความสำคัญกับความแข็งแรงสูงสุด และอัตราการพัฒนาแรง เพื่อให้นักกีฬาสามารถแสดงออกได้ถึงความสามารถในการเคลื่อนที่ได้อย่างรวรเร็วและมีประสิทธิภาพ

ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างแรงระดับสูงที่จำเป็นในการเล่นกีฬา และแสดงถึงขีดความสามารถสูงสุดในการสร้างแรงของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามทักษะเฉพาะทางกีฬาต่างๆ ใช้ระยะเวลาที่สั้นหรือเร็วมาก เพราะฉะนั้นโค้ชจึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถในการออกแรงสูงสุด

อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development) เป็นความสามารถในการออกแรงที่มากและรวดเร็ว จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการแสดงทักษะที่เฉพาะเจาะจงทางกีฬา เนื่องจากการจะแสดงทักษะต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น นักกีฬาจะต้องสามารถออกแรงในปริมาณที่มากในระยะเวลาที่สั้น ซึ่งถูกจำกัดโดยแต่ละทักษะการเคลื่อนไหว โดยการพัฒนาอัตราการสร้างแรงจะส่งผลอย่างยิ่งต่อการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนไหวที่แสดงออกถึงพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ

วิลสัน (Wilson, 1994) กล่าวว่า เนื่องจากในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลงนั้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะพัฒนาคุณสมบัติทั้ง 2 ประการนี้ให้เพิ่มมากที่สุดในเวลาเดียวกันได้ การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลจากความแข็งแรงกล้ามเนื้อกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนี้ จึงมี 3 วิธี ดังนี้

1. ให้กล้ามเนื้อออกแรงมากด้วยความเร็วต่ำ โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง
2. ให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วสูง โดยการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน
3. ให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วปานกลาง โดยการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไปด้วยความหนัก 30 – 45 % ของความแข็งแรงสูงสุด

ในเรื่องของท่าที่ใช้ในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในท่าสควอทนั้น เรียและคณะ (Rhea et al., 2016) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกระหว่างท่าควอเตอร์สควอท ฮาร์ฟสควอท และฟูลสควอทที่มีต่อความสามารถในการวิ่ง และการกระโดดในนักกีฬาที่มีความแข็งแรงสัมพัทธ์สูง โดยกลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงสัมพัทธ์อย่างน้อย 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มตามท่าที่แตกต่างกัน ซึ่งท่าควอเตอร์สควอทนักกีฬาจะย่อเข่าทำมุม 115 -125 องศา ท่าฮาร์ฟสควอททำมุม 85 – 95 องศา และท่าฟลูสควอททำมุมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 70 องศา ฝึกเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยท่าควอเตอร์สควอทมีการพัฒนาความสามารถทั้ง 2 ด้านมากที่สุด จึงแนะนำท่าควอเตอร์สควอทไปใช้ในการฝึกที่มีเป้าหมายพัฒนาความเร็วสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และพลังในการกระโดด อาจเนื่องมาจากการย่อเข่าน้อยทำให้นักกีฬาสามารถทำการทดสอบ 1 อาร์เอ็มได้สูง โดยที่ยังมีลักษณะการเคลื่อนไหวใกล้เคียงกัน ส่งผลให้มีความหนักในการฝึกสูงและเกิดการปรับตัวพัฒนาการเคลื่อนที่มากกว่าท่าอื่นๆ

การฝึกด้วยแรงต้านแบบบะลิสติก

ปัจจุบันรูปแบบการฝึกหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในการใช้พัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุด และความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา คือ การฝึกด้วยแรงต้านแบบบะลิสติก (Ballistic resistance training) เป็นการฝึกที่รวมเอาการฝึกด้วยน้ำหนักแบบประเพณีนิยมและการฝึกพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน โดยเน้นให้นักกีฬาสามารถแสดงพลังกล้ามเนื้อออกมาให้ได้สูงที่สุด รูปแบบของการเคลื่อนไหวในการฝึกจะเน้นให้นักกีฬาออกแรงดันหรือโยนวัตถุให้ลอยขึ้นในอากาศอย่างรวดเร็ว (Bordelon et al., 2020; Hori et al., 2008) เพื่อหลีกเลี่ยงระยะการชะลอความเร่ง โดยให้นักกีฬาเร่งความเร็วในการออกแรงตลอดมุมการเคลื่อนไหว ซึ่งการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอท (Weighted jump squat) เป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกด้วยแรงต้านแบบบะลิสติก จะเน้นการออกแรงสูงสุดอย่างรวดเร็วหรือพลังกล้ามเนื้อของร่างกายส่วนล่างเป็นหลัก โดยมักจะใช้การแบกน้ำหนักไว้บนบ่า ย่อเข่าลงในมุมที่แต่ละคนหรือตนเองถนัดก่อนที่จะพยายามกระโดดให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งแตกต่างกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมในท่าสควอท กล้ามเนื้อจะต้องทำการลดความเร็วในช่วงสุดท้ายของมุมการเคลื่อนไหว เป็นผลทำให้แสดงพลังกล้ามเนื้อออกมาได้ไม่เต็มที่ (Newton et al., 1999) รวมทั้งการฝึกแบบพลัยโอเมตริกก็มุ่งเน้นที่จะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ จากกลไกการยืดและหดสั้นอย่างรวดเร็วที่มีความหนักจากร่างกายหรือน้ำหนักที่เบาเท่านั้น (Cormie et al., 2011) นักกีฬาจำเป็นต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพื้นฐาน เพื่อลดการบาดเจ็บ และเตรียมความพร้อมของระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูก (Musculoskeletal system) ให้รับแรงกระแทกที่หนักได้

นารุฮิโระ โฮริ และคณะ (Hori et al., 2008) ได้แบ่งรูปแบบของการเคลื่อนไหวในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsive phase) และช่วงการลงสู่พื้น (Landing phase) ซึ่งการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้น จะมุ่งเน้นไปที่ความสามารถในการออกแรงอย่างรวดเร็วสูงสุดขณะกระโดดขึ้นจากพื้น กล้ามเนื้อทำงานแบบหดตัวความยาวลดลง (Concentric contraction) ส่วนช่วงการลงสู่พื้น กล้ามเนื้อจะทำงานแบบหดตัวความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction)

วิลสัน และคณะ (Wilson et al., 1993) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ภาระงานของการฝึกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เปรียบเทียบวิธีการฝึก 3 รูปแบบ ที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาในลักษณะของการวิ่ง การกระโดด และการขี่จักรยาน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นผู้ที่อยู่ในระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก มีประสบการณ์ในการฝึกมาแล้วไม่ต่ำกว่า 1 ปี และสามารถแบกน้ำหนักย่อตัวได้มากกว่าน้ำหนักตัว จำนวน 64 คน ทดสอบความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา ประกอบด้วย

- ยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงแล้วกระโดดขึ้นทันที (Countermovement jump)
- ยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงค้างไว้แล้วกระโดด (Static jump)
- แรงเหยียดขาแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic leg extension)
- วิ่ง 30 เมตร (30 – m sprint)
- พลังสูงสุดในการขี่จักรยาน 6 วินาที (6 – s Cycle peak force)
- แรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าแบกน้ำหนักย่อตัว (Maximum isometric force)
- อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)

แล้วแบ่งออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถไม่แตกต่างกัน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 16 คน

กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป โดยใช้น้ำหนัก 6 - 10 อาร์เอ็ม ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 - 2 จำนวน 3 ชุด

สัปดาห์ที่ 3 จำนวน 4 ชุด

สัปดาห์ที่ 4 จำนวน 5 ชุด

สัปดาห์ที่ 5 - 10 จำนวน 6 ชุด

กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริก โดยใช้เด็พธ์จัมพ์ จำนวน 6 - 10 ครั้ง ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 – 2 จำนวน 3 ชุด จากความสูง .20 เมตร

สัปดาห์ที่ 3 จำนวน 4 ชุด จากความสูง .40 เมตร

สัปดาห์ที่ 4 จำนวน 5 ชุด จากความสูง .60 เมตร

สัปดาห์ที่ 5 – 10 จำนวน 6 ชุด จากความสูง .80 เมตร

กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก โดยกระโดดในท่าย่อตัว ใช้น้ำหนักประมาณ 30 % ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 6 - 10 ครั้ง ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 - 2 จำนวน 3 ชุด

สัปดาห์ที่ 3 จำนวน 4 ชุด

สัปดาห์ที่ 4 จำนวน 5 ชุด

สัปดาห์ที่ 5 - 10 จำนวน 6 ชุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม ให้ทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันตามปกติ ตลอด 10 สัปดาห์ ทดสอบความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา หลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 5 และหลัง การฝึกสัปดาห์ที่ 10 ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังจากฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงแล้วกระโดดขึ้นทันที ของกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังจากฝึก 10 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป กลุ่มที่ 2 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกและกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการยืนกระโดดสูง ในลักษณะย่อตัวลงค้างไว้แล้วกระโดด ของกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการฝึก 10 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 ซึ่งด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป และกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ และ 10 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงเหยียดขาแบบไอโซคิเนติก ของกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. หลังการฝึกเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการวิ่ง 30 เมตร ของกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ และ 10 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดในการปั่นจักรยาน 6 วินาที ของกลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป และกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกแบบพลังสูงสุด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าสควอทของกลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้ทั่วไป เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลิตเติ้ล และคณะ (Lyttle et al., 1996) ทำศึกษาเปรียบเทียบการฝึก 2 รูปแบบ คือ การฝึกแบกน้ำหนักกระโดด และการฝึกด้วยน้ำหนักแบบประเพณีนิยมร่วมกับการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อพัฒนาความสามารถที่แสดงออกในการเคลื่อนไหว ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาแต่ไม่เคยได้รับการฝึกด้วยแรงต้าน ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และทดสอบความสามารถในการวิ่ง กระโดด ทุ่มน้ำหนัก และปั่นจักรยาน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีการพัฒนาความสามารถที่แสดงออก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการเคลื่อนไหวได้ไม่แตกต่างกัน จึงแสดงให้เห็นว่าการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดเป็นรูปแบบการฝึกที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้

นิวตัน และคณะ (Newton et al., 1999) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบบะลิสติกในระยะเวลา 8 สัปดาห์ รวมกับโปรแกรมการฝึกเตรียมความพร้อมก่อนฤดูการแข่งขันในนักกีฬาวอลเลย์บอลชั้นเลิศที่มีต่อความสามารถในการกระโดดแนวดิ่ง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลชายอาชีพ จำนวน 16 คน อายุ 18-20 ปี มีประสบการณ์ในการฝึกด้วยแรงต้านอย่างน้อย 2 ปี และฝึกด้านกีฬาวอลเลย์บอล 5 ปี ทำการทดสอบความสามารถในการยืนกระโดด วิ่ง 3 ก้าวกระโดด และยืนกระโดดยืดแขน โดยเครื่องเวอเทค (Vertec) รวมทั้งการทดสอบเพื่อวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับแรง ความเร็ว และพลังระหว่างการกระโดดแนวดิ่ง โดยเครื่องพลัยโอเมตริก พาวเวอร์ ซิสเต็ม (Plyometric power system) และสุ่มแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งทั้งสองกลุ่มได้รับโปรแกรมการฝึกวอลเลย์บอลและการฝึกด้วยแรงต้านตามช่วงก่อนฤดูกาลแข่งขัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ กลุ่มควบคุม ฝึกโดยใช้ความหนัก 6 อาร์เอ็ม ในท่ายืนย่อเหยียดเข่า และนั่งเหยียดเข่า กลุ่มทดลอง ใช้การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดที่ความหนัก 30% 60% และ 80% อย่างละ 2 เซต มีการใช้อุปกรณ์เบรกเพื่อลดความหนักแบบเอ็คเซ็นติกที่ 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวรวมกับน้ำหนักของคาน ติดอุปกรณ์วัดระยะการเคลื่อนที่ของคาน เพื่อควบคุมปริมาณงานในการฝึกทั้ง 2 กลุ่มให้ไม่แตกต่างกัน และทำการทดสอบหลังการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีการพัฒนาความสามารถในการกระโดดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มควบคุมมีค่าไม่แตกต่างกัน ระหว่างก่อนและหลังการฝึก การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรต่างๆในการทดสอบกระโดด พบว่า กลุ่มทดลองมีการเพิ่มของแรงระหว่างการทดสอบกระโดดและการเพิ่มขึ้นของอัตราการพัฒนาแรงเป็นตัวสนับสนุนหลักในการเพิ่มการกระโดดสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกของการแบกน้ำหนักกระโดด

ในปัจจุบันการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด หรือการฝึกพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ได้รับความนิยมที่จะนำไปใช้ในการฝึกนักกีฬากันเป็นจำนวนมาก แต่เนื่องจากข้อจำกัดในหลายๆ ด้าน ที่ทำให้เกิดความเสี่ยง อันเกิดมาจากรูปแบบของการเคลื่อนไหวในการฝึก ความแข็งแรงพื้นฐานของกล้ามเนื้อ และความเสี่ยงจะเกิดอาการบาดเจ็บ จากแรงกระแทกที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้นักวิจัยพยายามคิดค้นวิธีที่จะช่วยลดความเสี่ยง และข้อจำกัดเหล่านั้นให้มากที่สุด

นิวตัน และ เครเมอร์ (Newton & Kraemer, 1994) ได้อ้างถึงการค้นพบของคาเนโกะ (Kaneko, 1983) ที่พบว่า พลังกล้ามเนื้อสูงสุดเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวสั้นลง

โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุด ด้วยความเร็วมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และจากการค้นพบของ ฟอล์คเนอร์ คลาฟฟิน และแมคคัลลี (Faulkner, Claflin, & McCully, 1986) ที่พบว่า พลังกล้ามเนื้อสูงสุดเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลง โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดนั้น ความเร็วของการออกแรงของกล้ามเนื้อจะมีค่าประมาณ 30 % ของความเร็วสูงสุด

เป้าหมายของการฝึกโดยควบคุมความหนักแบบเอ็คเซ็นตริก คือ การช่วยลดภาระการทำงานของกล้ามเนื้อในช่วงการลงสู่พื้น ขณะการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ โดยที่ไม่ลดความหนักในขณะช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น กล้ามเนื้อทำงานแบบหดตัวความยาวลดลง และช่วยเสริมให้นักกีฬาสามารถแสดงพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้นได้มากขึ้น

แมคไบรท์ และคณะ (McBride et al., 2002) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด โดยใช้น้ำหนักเบา และน้ำหนักมาก ที่มีต่อการพัฒนาความแข็งแรง พลัง และความเร็ว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชาย จำนวน 26 คน อายุ 18-25 ปี ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้ความหนักเบา (30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม) กลุ่มที่ 2 ใช้ความหนักมาก (80 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม) และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ มีการใช้อุปกรณ์เบรกเพื่อลดความหนักแบบเอ็คเซ็นติกที่ 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวรวมกับน้ำหนักของคาน ติดอุปกรณ์วัดระยะการเคลื่อนที่ของคาน ทำการทดสอบความคล่องตัว ทดสอบความเร็ว 20 เมตร และทดสอบแบกน้ำหนักกระโดดที่ความหนัก 30 55 และ 80 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม ก่อนและหลังการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า ค่าความเร็วสูงสุด และค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ในการทดสอบแบกน้ำหนักกระโดดที่ความหนัก 30 55 และ 80 เปอร์เซ็นต์ หลังการทดลองกลุ่มที่ฝึกโดยใช้ความหนักเบามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความเร็ว 20 เมตร ในกลุ่มที่ฝึกโดยใช้ความหนักเบามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย แตกต่างกับกลุ่มที่ฝึกโดยใช้ความหนักมาก ค่าแรงสูงสุด และค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ในการทดสอบกระโดดแบกน้ำหนักที่ความหนัก 55 และ 80 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การทดสอบความเร็ว 20 เมตร มีค่าลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ฮัมฟรีส์ และคณะ (Humphries et al., 1995) ได้ทำการศึกษาผลของอุปกรณ์เบรกในการลดแรงกระแทกขณะลงสู่พื้นในการฝึกพลัยโอเมตริก กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เป็นผู้หญิง 13 คน ผู้ชาย 7 คน ใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบวัดซ้ำ (repeated measurement design) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีการเรียงลำดับการทดลองแตกต่างกัน ทำการทดลองกระโดดให้สูงที่สุด 4

ครั้ง ขณะแบกน้ำหนักด้วยความหนักบาร์เบล 10 กิโลกรัม โดยใช้อุปกรณ์เบรกพลัยโอเมตริก พาวเวอร์ซิสเต็ม (Plyometric power system) และไม่ใช้อุปกรณ์เบรก กลุ่มการทดลองกระโดดแบบมีแรงเบรกใช้การตั้งค่าอุปกรณ์แรงเบรกที่ 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวรวมกับน้ำหนักของคาน เก็บข้อมูลจากการกระโดดครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 ค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground reaction force) ด้วยแผ่นวัดแรง (Kistler force plate) เป็นเวลา 5.5 วินาที ที่ความถี่ 550 ค่าต่อวินาที นำค่าที่ได้จากการทดลองไปคำนวณหาค่าแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อทำงานแบบคอนเซ็นตริก ค่าแรงสูงสุด และค่าแรงดล (Impulse) ขณะลงสู่พื้น

ผลการวิจัยพบว่า ในกลุ่มการทดลองกระโดดแบบมีแรงเบรกค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด มีค่าลดลง 155 เปอร์เซ็นต์ และค่าแรงดลขณะลงสู่พื้นมีค่าลดลง 200 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากกลุ่มการทดลองกระโดดแบบไม่มีแรงเบรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลของค่าแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อทำงานแบบคอนเซ็นตริก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฮอฟแมน และคณะ (Hoffman et al., 2005) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดโดยเปรียบเทียบการฝึกที่มีและไม่มีความความหนักการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวเพิ่มขึ้น ในระยะเวลา 5 สัปดาห์ ในนักกีฬาที่มีประสบการณ์ในการฝึกด้วยแรงต้าน ระหว่างช่วงโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงพลังกล้ามเนื้อ 15 สัปดาห์ ขณะปิดฤดูการแข่งขัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬา ฟุตบอลระดับวิทยาลัย เพศชาย จำนวน 47 คน ทำการสุ่มแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบปกติ กลุ่มที่ 2 ฝึกแบกน้ำหนักกระโดดด้วยวิธีการฝึกแต่การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริก และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความสูงในการกระโดด ความเร็ว 40 เมตร และความคล่องตัว ก่อนและหลังการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มในการทดสอบความสูงในการกระโดด ความเร็ว 40 เมตร และความคล่องตัว แต่แตกต่างกันในค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระหว่างกลุ่มที่ฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบปกติ และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสรุปได้ว่าการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบปกติที่กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบคอนเซ็นตริก และเอ็คเซ็นตริกช่วยเพิ่มความแข็งแรงของนักกีฬาฟุตบอลในช่วงโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อระหว่างปิดฤดูกาลแข่งขันด้วยแรงต้านระยะสั้นได้

โฮริ และคณะ (Hori et al., 2008) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด โดยทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบใช้และไม่ใช้แรงเบรกแบบเอ็คเซ็นตริกที่มีต่อความแข็งแรง พลัง และประสิทธิภาพของนักกีฬาภายใต้เงื่อนไขควบคุมการทดลองที่ดี กลุ่มตัวอย่าง

เพศชาย จำนวน 20 คน ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 10 คน โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบใช้แรงเบรก และกลุ่มที่ 2 ฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบไม่ใช้แรงเบรก ความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม ฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ การตั้งค่าแรงเบรกในกลุ่มที่ 1 คำนวณจากน้ำหนักคานคูณกับค่าแรงโน้มถ่วงโลก (แรงเบรกแบบเอ็คเซ็นตริก 100 เปอร์เซ็นต์) ยกตัวอย่างเช่น ถ้ากลุ่มตัวอย่างใช้น้ำหนักในการฝึก 50 กิโลกรัม แรงเบรกแบบเอ็คเซ็นตริกเท่ากับ 490.5 นิวตัน (50 x 9.81) ทำการทดสอบการกระโดดสูงสุด การยืนกระโดดสูงย่อเข่าแล้วกระโดดขึ้นทันที การยืนกระโดดสูงย่อเข่าค้างไว้แล้วกระโดด การกระโดดจากที่สูง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในท่านั่งย่อเข่า 90 องศา การแบกน้ำหนักกระโดด และการทดสอบไอโซเมตริก/ไอโซคิเนติก ท่านั่งเหยียด/งอเข่าในความเร็ว และตำแหน่งต่างกันก่อนและหลังการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองกลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบไม่ใช้แรงเบรกมีค่าทอร์คสูงสุด ในการทดสอบท่านั่งงอเข่าด้วยความเร็ว 300 องศาต่อวินาที เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แตกต่างกับกลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบใช้แรงเบรกที่หลังการทดลองมีค่าพลังกล้ามเนื้อสัมพัทธ์สูงสุด ในการทดสอบแบกน้ำหนักกระโดด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงสรุปได้ว่าพลังกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวช้า จะพัฒนาได้ดีกว่าในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบใช้แรงเบรก และพลังกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวเร็ว จะพัฒนาได้ดีกว่าในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดแบบไม่ใช้แรงเบรก

โฮริ และคณะ (Hori, Newton, Nosaka, & McGuigan, 2006) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการในการหาค่าพลังการเนื้อในการแบกน้ำหนักกระโดด ตามวิธีของดูเก้น และคณะ (Dugan, Doyle, Humphries, Hasson, & Newton, 2004) ทั้งหมด 3 วิธี พบว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. วิธีการคำนวณค่าพลังกล้ามเนื้อจากค่าการกระจัดของบาร์เบล (Barbell displacement) และน้ำหนักตัวรวมกับบาร์เบล และวิธีการคำนวณค่าพลังกล้ามเนื้อจากค่าการกระจัดของบาร์เบลและน้ำหนักของบาร์เบลนั้น สามารถคำนวณค่าพลังกล้ามเนื้อได้โดยวิธีการคำนวณแบบย้อนกลับ (Inverse dynamic) ซึ่งค่าพลังกล้ามเนื้อที่ได้มีความแม่นตรง แต่ค่าแรงของกล้ามเนื้อไม่มีความแม่นตรงเพียงพอที่จะใช้ในงานวิจัย เนื่องจากไม่ได้มีการวัดโดยตรงจากแท่นวัดแรง (Force plate)

2. วิธีการคำนวณจากค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นและน้ำหนักตัวรวมบาร์เบล สามารถคำนวณค่าพลังกล้ามเนื้อได้โดยวิธีการคำนวณแบบล่วงหน้า (Forward dynamic) ค่าที่พลังกล้ามเนื้อที่ได้มีความแม่นตรง แต่ค่าการกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนไหวไม่มีความแม่นตรงเพียงพอ เนื่องจากไม่ได้มีการวัดโดยตรงจากเซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง (Position transducer)

3. วิธีการคำนวณจากค่าการกระจัดของบาร์เบลและค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้น เป็นวิธีการคำนวณหาค่าพลังกล้ามเนื้อที่ได้จากการวัดโดยตรงทั้ง 2 ค่า คือ ค่าความเร็วที่ได้จากการคำนวณค่าความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของบาร์เบล และค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นที่ได้จากแท่นวัดแรง ดังนั้นค่าความเร็ว แรง และพลังกล้ามเนื้อ จึงมีความแม่นตรงกับการใช้วัดพลังกล้ามเนื้อในท่าแบกน้ำหนักกระโดด แต่ไม่เหมาะกับท่าการยกน้ำหนักอื่น ๆ ที่มีการเคลื่อนที่หลายทิศทาง

ไล และคณะ (Li, Olson, & Winchester, 2008) ได้ศึกษาเรื่อง การนำเสนอวิธีกำหนดค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในขณะแบกน้ำหนักกระโดด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดวิธีหาค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ในขณะแบกน้ำหนักกระโดด โดยใช้วิธีคำนวณจากค่าแรงปฏิกิริยาของพื้นในแนวดิ่งกับค่าความเร็วของจุดศูนย์ถ่วงของผู้รับการทดลอง และโอลิมปิกบาร์เบลเป็นวิธีหลัก เปรียบเทียบกับอีก 3 วิธีที่เหลือ ตามวิธีของดูแก้น และคณะ (Dugan et al., 2004) กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย จำนวน 15 คน ทำการแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้ความหนัก 30 35 40 45 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ผลการศึกษาพบว่า ค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ในขณะการแบกน้ำหนักกระโดดที่คำนวณจากค่าแรงปฏิกิริยาของพื้นในแนวดิ่งกับค่าความเร็วของจุดศูนย์ถ่วงของโอลิมปิกบาร์เบลเพียงอย่างเดียว มีค่าต่ำกว่าวิธีหลักที่กำหนด ถึง 72 เปอร์เซ็นต์ และค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดที่คำนวณจากค่าความเร็วของจุดศูนย์ถ่วงของโอลิมปิกบาร์เบล และค่าแรงปฏิกิริยาของพื้นในแนวดิ่ง มีค่าสูงกว่าวิธีที่กำหนด 8 เปอร์เซ็นต์ จึงสรุปได้ว่าวิธีกำหนดค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ในขณะการแบกน้ำหนักกระโดด ควรใช้วิธีคำนวณจากค่าแรงปฏิกิริยาของพื้นที่เกิดขึ้นในแนวดิ่งกับค่าความเร็วของจุดศูนย์ถ่วงของผู้รับการทดลอง และค่าความเร็วของโอลิมปิกบาร์เบล จะทำให้ได้ค่าพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อที่แม่นตรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและรีเฟล็กซ์ของการแบกน้ำหนักกระโดด

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG) เป็นสิ่งที่บอกถึงการทำงานของกล้ามเนื้อได้ เมื่อกล้ามเนื้อมีการทำงานจะเกิดมีคลื่นความถี่ออกมา ซึ่งคลื่นความถี่ดังกล่าวเกิดจากการที่มีค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าภายในกล้ามเนื้อเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความต่างศักย์ในกล้ามเนื้อ (Action potention) การเปลี่ยนแปลงของค่าความต่างศักย์ในกล้ามเนื้อนั้นสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยที่เครื่องจะทำการวัดคลื่นสัญญาณการทำงานของกล้ามเนื้อโดยรวมที่ออกมาจากแต่ละหน่วยยนต์หลายหน่วยยนต์รวมกันโดยผ่านทางขั้วไฟฟ้า (Electrode)

เดอ ลูกา (De Luca, 1997) ได้อธิบายถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยการใช้ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบผิว (Surface electrode) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. ปัจจัยภายนอก (Extrinsic factor)

1.1 ลักษณะของขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า (Electrode configuration) ขนาดและรูปร่างของขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า มีผลต่อการบันทึกการทำงานของหน่วยยนต์ (Motor units) ที่ทำงาน

1.2 ตำแหน่งการวางขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า (Location of electrode) ตำแหน่งที่วางมีผลต่อความสูง และความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้วัด ต้องวางขนานกันและตั้งฉากกับใยกล้ามเนื้อ

2. ปัจจัยภายใน (Intrinsic factor)

2.1 จำนวนหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อที่ทำงาน (Number of active motor units) ขณะหดตัว

2.2 ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber type) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ของของเหลวในกล้ามเนื้อ ขณะหดตัว

2.3 การไหลเวียนเลือดในกล้ามเนื้อ (Blood flow) การเคลื่อนย้ายสารที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism)

2.4 ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber diameter) มีผลต่อความสูง และความเร็วในการนำคลื่นไฟฟ้า

2.5 ความลึกและตำแหน่งของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Depth and location of active fiber) มีผลต่อความสูงและความถี่ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

2.6 ความหนาแน่นของเนื้อเยื่อ ระหว่างกล้ามเนื้อ กับขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า จะมีผลต่อสัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้ โดยที่ถ้ามีความหนาแน่นของชั้นไขมันใต้ผิวหนังมาก จะทำให้ความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่วัดได้มีค่าน้อยลงกว่าค่าที่ควรจะได้จริง

บาสมาเจียน และเดอ ลูกา (Basmajian & De Luca, 1985) ได้อธิบายถึง ประโยชน์ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ที่มักจะใช้ในทางกีฬาไว้ดังนี้

1. ศึกษาถึงการทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างการเคลื่อนไหวต่าง ๆ เช่น แรงของกล้ามเนื้อ ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เปอร์เซ็นต์การทำงานของกล้ามเนื้อ เป็นต้น

2. ศึกษาถึงลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ

- ไอโซเมตริก (Isometric): ลักษณะของความตึงของกล้ามเนื้อจะมีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟาเป็นเชิงเส้นตรง

- ไอโซโทนิค (Isotonic): ลักษณะความตึงของกลามเนื้อจะมีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟากลามเนื้อไมเปนเชิงเส้นตรง

3. ศึกษาถึงความลาของกลามเนื้อ ความถี่และความสูงของสัญญาณคลื่นไฟฟา ถาความถี่และความสูงลดลงแสดงถึงความเมื่อยลาของกล้ามเนื้อมัดนั้น

4. ประเมินประสิทธิภาพของการฝกรูปแบบตาง ๆ ที่มีตอกลามเนื้อ คาการทำงานของกล้ามเนื้อที่วัดไดจะบงบอกถึงระดับการทำงานของกลามเนื้อไดโดยคาการทำงานของกลามเนื้อที่

บันทึกได้จากเครื่อง ถาคาการทำงานของกลามเนื้อที่ออกมาสูงแสดงวา กลามเนื้อนั้นมีการทำงานที่หนักเพราะในงานที่หนักกลามเนื้อจะตองระดมหนวยยนตเพิ่มขึ้น ทำใหมีคลื่นสัญญาณการทำงานของกลามเนื้อเพิ่มขึ้น การนำคาการทำงานของกลามเนื้อมาเปรียบเทียบกัน จะตองทำการเปลี่ยนหนวยใหอยูในมาตรฐานเดียวกัน โดยทั่วไปจะนิยม เปรียบเทียบเปนรอยละของคาการทำงานสูงสุดของกลามเนื้อ (Percentage of maximum voluntary contraction : %MVC)

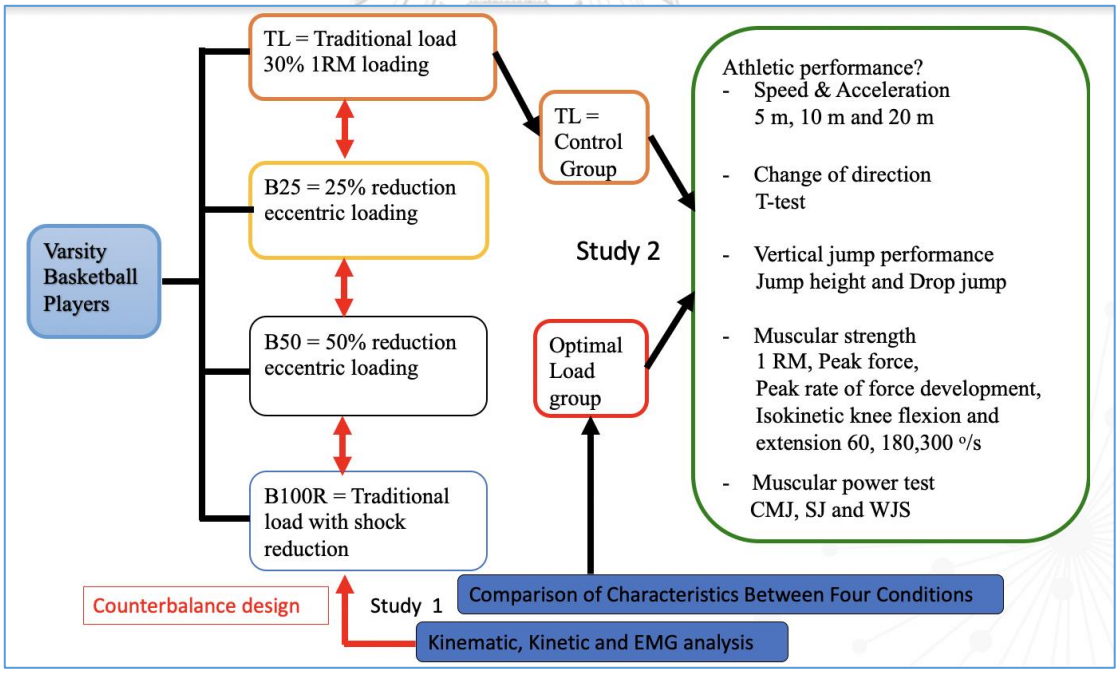
กลไกรีเฟล็กซ์รั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Reflex inhibition) ที่สำคัญของกอลจิ เทนดอน ออร์แกน (Golgi tendon organ; GTO) มีบทบาทในการป้องกันการบาดเจ็บจากการที่มีแรงตึงของกล้ามเนื้อมากจนเกินไปส่งผลให้เกิดการยับยั้งการทำงานของเซลล์ประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อยืดออก ในขณะที่กระตุ้นประสาทยนต์ของกล้ามเนื้อที่เป็นปฏิปักษ์หรือทำงานตรงกันข้าม (Lephart, Pincivero, Giraldo, & Fu, 1997) ปริมาณและขนาดของการรั้งการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกิดจากกอลจิ เทนดอน ออร์แกน จะเพิ่มขึ้นเมื่อแรงตึงที่กระทำต่อกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Flanagan & Comyns, 2008; Turner & Jeffreys, 2010; Wilson & Flanagan, 2008)

ราตรี สุดทรวง (2539) ได้รายงานถึงกลไกการทำงานของรีเฟล็กซ์ ที่เกี่ยวข้องกับตัวรับสัญญาณ (Receptor) 2 ตัว คือ กล้ามเนื้อสปินเดิ้ล (Muscle spindle) ซึ่งตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วและความยาวภายในเส้นใยของกล้ามเนื้อ และกอลจิ เทนดอน ออร์แกน (Golgi tendon organ; GTO) ซึ่งตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความตึงตัวของกล้ามเนื้อเมื่อเหยียดยาวออก กอลจิ เทนดอน ออร์แกน จะส่งความถี่ของกระแสประสาทชนิด Ib (Type A) เข้าสู่ไขสันหลัง และนำไปที่ Spinocerebellar tract สู่สมองส่วนซีรีเบลล่ำ ส่งสัญญาณไปที่ไขสันหลังเพื่อกระตุ้นตัวยับยั้ง (Inhibitory) ให้ส่งสัญญาณไปทางเส้นประสาทชนิด Ia afferent น้อยลงทำให้กล้ามเนื้อมัดที่เหยียดยาวคลายตัวจากการได้รับ Ia afferent การรั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อเมื่อมีการหดตัวอย่างรุนแรง (Autogenic Inhibition Reflex) เป็นปฏิกิริยาตอบสนองเพื่อกระจายแรงหรือประสาทข้ามหน่วยประสาทยนต์ (Motor unit) เพื่อลดความตึงหรือล้าของกล้ามเนื้อ

วอลเช และวิลสัน (Walshe & Wilson, 1997) ได้ทำการศึกษาความสามารถของวงจรการเหยียดยืดและหดสั้น (Stretch-shorten cycle; SSC) โดยทำการเปรียบเทียบความหนักของเอ็คเซ็นตริก จากวิธีการทดสอบดร็อปจัมฟ์จากความสูงของกล่องที่แตกต่างกัน (20, 40, 60, 80 และ 100 เซนติเมตร) ผลการทดลองพบว่า กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบได้แย่ลงเมื่อมีความสูงของกล่องสูงกว่า 80 เซนติเมตร ซึ่งอาจเกิดจากการที่ไม่สามารถรับแรงหรือความหนักช่วงเอ็คเซ็นตริกที่สูงมากได้ ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการส่งถ่ายแรงแย่ลง และเกิดรีเฟล็กซ์รั้งการเคลื่อนไหวที่สูง

นัซโซะ และแมคไบรท์ (Nuzzo & McBride, 2013) ทำศึกษาผลของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะกระโดดแบบมีและไม่มีความหนักเอ็คเซ็นตริก กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายที่มีประสบการณ์การฝึกความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ ออกแบบการทดลองให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้รับการทดลอง 3 แบบ โดยวิธีการสุ่ม คือ ความหนักเอ็คเซ็นตริกน้อยกว่าน้ำหนักตัว (10, 20 และ 30% ของความแข็งแรงเคลื่อนไหวสูงสุด[MDS]) เท่ากับน้ำหนักตัว (35% MDS) และมากกว่าน้ำหนักตัว (40, 50 และ 60% MDS) วัดคลื่นไฟฟ้าจำนวน 3 กล้ามเนื้อ ได้แก่ วาสตัส เลเทอราลิส, วาสตัส มีเดียอาลิส และไบเซพส์ ฟีมอริส ผลการวิจัยพบว่า ความหนักเอ็คเซ็นตริกที่น้อยกว่าน้ำหนักตัวมีผลทำให้คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับความหนักเท่าน้ำหนักตัวขณะช่วงกระโดดลงสู่พื้น กล้ามเนื้อทำงานแบบเอ็คเซ็นตริก อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะช่วงกระโดดขึ้น ซึ่งผลมีแนวโน้มว่าหากลดความหนักช่วงเอ็คเซ็นตริกมากอาจส่งผลด้านลบต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริก ดังนั้นจึงไม่แนะนำการฝึกกระโดดโดยไม่มีความหนักช่วงเอ็คเซ็นตริกขณะลงสู่พื้น

กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยของการศึกษาที่ 1 และ 2

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดในท่าสควอทด้วยความหนัก 30% ของ 1 อาร์เอ็ม เป็นวิธีการฝึกที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้ อย่างไรก็ตามการแบกน้ำหนักส่งผลให้มีแรงกระแทกและแรงดลในช่วงแรกของการลงสู่พื้น ซึ่ง

มีความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือมีความสามารถในการกระโดดอย่างต่อเนื่องลดลง จึงมีการนำอุปกรณ์เบรกแม่เหล็กไฟฟ้ามาใช้เพื่อช่วยลดความหนักเอ็คเซ็นตริกขณะทำการฝึก แต่มีการศึกษาผลของการนำเบรกแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ในการฝึกเพียง 2 เงื่อนไข คือ มีและไม่มีความหนักเอ็คเซ็นตริกเท่านั้น ซึ่ง 2 เงื่อนไขนี้ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาแต่ละด้านแตกต่างกัน โดยเฉพาะการไม่มีความหนักเอ็คเซ็นตริกสามารถลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บแต่ไม่เกิดการพัฒนาด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้นในการศึกษาที่ 1 ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยความหนัก 30% ของ 1 อาร์เอ็ม ในท่าควอเตอร์สควอท โดยเปรียบเทียบความหนักเอ็คเซ็นตริกทั้งหมด 4 เงื่อนไข เนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นตริกสามารถออกแรงได้มากกว่าคอนเซ็นตริก เพราะฉะนั้นการมีความหนักบางส่วนอาจทำให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพของการกระโดดได้ ซึ่งการศึกษาที่ 2 นำผลจากการศึกษาที่ 1 เปรียบเทียบผลของการฝึกในระยะเวลา 6 สัปดาห์ต่อความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาด้านต่างๆ เพื่อเป็นการพัฒนารูปแบบการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทที่มีผลฉับพลันต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ รวมทั้งศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งขั้นตอนในการวิจัยได้ผ่านการพิจารณา โดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย COA No. 162.1/2560 โดยผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 การศึกษา ประกอบด้วย

1. การศึกษาและเปรียบเทียบการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของค่า 1 อาร์เอ็ม ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% 75% 100% และ 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีผลฉับพลันต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
2. การศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% กับความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย

การศึกษาที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษาและเปรียบเทียบการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของค่า 1 อาร์เอ็ม ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% 75% 100% และ 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีผลฉับพลันต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

กลุ่มตัวอย่างและวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 22 คน มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่าหรือเท่ากับ 1.6 ในท่าควอเตอร์สควอท ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งผู้วิจัยเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างโดยได้ทำการติดต่อประสานกับหัวหน้าผู้ฝึกสอน โดยทุกขั้นตอนของการทดสอบจะถูกควบคุมโดยผู้วิจัยเอง

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่างมีอายุระหว่าง 18-25 ปี
2. กลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 1.6 ในท่าแบกน้ำหนักย่อตัวเข่าทำมุมประมาณ 120 องศา แล้วดันตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง (Quarter squat)
3. กลุ่มตัวอย่างไม่มีอาการบาดเจ็บจากการฝึกซ้อมตามปกติ
4. กลุ่มตัวอย่างไม่มีการใช้ยา หรือสารกระตุ้นที่ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ครบตามแบบแผนการวิจัยที่กำหนดหรือเกิดอาการบาดเจ็บจากการวิจัย

ความเสี่ยงในการเข้าร่วมวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์บาร์ป้องกัน เพื่อช่วยลดความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บ จากความผิดพลาดทางด้านเทคนิคขณะการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอท และแรงกระแทกของน้ำหนักขณะลงสู่พื้น ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่า และข้อเท้าพลิกได้ หากเกิดอาการบาดเจ็บจากการทดลอง จะได้รับการช่วยเหลือปฐมพยาบาลเบื้องต้น และนำส่งโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบในการออกค่ารักษาพยาบาลทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. วิธีการคิดระดับความหนักแบบเอ็คเซ็นตริก ประกอบด้วย

- การแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 % ของ 1 อาร์เอ็ม ควบคุมระดับความหนักเอ็คเซ็นตริก โดยใช้ความหนัก 50% 75% 100% และ 100% แบบลดแรงกระแทก

2. เครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 Power Cage) ประเทศออสเตรเลีย ประกอบด้วย

2.1 เครื่องระบบเบรกแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Braking System) ประเทศออสเตรเลีย ใช้เป็นเครื่องมือควบคุมความหนักเอ็คเซ็นตริก ในช่วงการลงสู่พื้นของการแบกน้ำหนักกระโดดระหว่างการทดลอง

2.2 โปรแกรมบะลิสติก เมสเชอเม้นท์ ซิสเต็ม (Ballistic measurement system software) ประเทศออสเตรเลีย ใช้เป็นเครื่องมือในเก็บบันทึก และวิเคราะห์ข้อมูล

2.3 แท่นวัดแรง รุ่น 400S ยี่ห้อ Fitness technology ประเทศออสเตรเลีย 600 hz

2.4 เซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง รุ่น PT5A linear position transducer ยี่ห้อ Celesco Transducer Products ประเทศแคนาดา 600 hz

3. เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย รุ่น ioi353 ยี่ห้อ Jawon Medical ประเทศเกาหลีใต้

4. เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบไร้สาย รุ่น WBA ยี่ห้อ Megawin ประเทศฟินแลนด์ 1000 hz

5. อิเล็คโทรด รุ่น Kendall ยี่ห้อ Covidien ประเทศเยอรมณี

6. กล้องวิดีโอ รุ่น DFK 23U618 ยี่ห้อ The Imaging Source ประเทศเยอรมณี 120 fps

7. จักรยานวัดงาน รุ่น 828E ยี่ห้อ Monark ประเทศสวีเดน

8. เครื่องวัดองศาของข้อต่อ (Goniometer)

9. โอลิมปิกบาร์เบลและน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ประเทศสวีเดน

10. แบบบันทึกประวัติและข้อมูลก่อนการทดลองของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

11. แบบบันทึกผลการทดลอง

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบการทดลองหมุนเวียนสมดุล “Counterbalance design” โดยจัดกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มๆ ละ 6 คน 2 กลุ่ม และกลุ่มละ 5 คน 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) และกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับการทดลองครบ ทั้ง 4 เงื่อนไข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1 แบบขั้นตอนการทดลอง

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6
กลุ่ม 1	คัดเลือก	ทำความคุ้นเคย	ไม่เบรก	เบรก25	เบรก50	เบรก100
กลุ่ม 2	คัดเลือก	ทำความคุ้นเคย	เบรก25	เบรก50	เบรก100	ไม่เบรก
กลุ่ม 3	คัดเลือก	ทำความคุ้นเคย	เบรก50	เบรก100	ไม่เบรก	เบรก25
กลุ่ม 4	คัดเลือก	ทำความคุ้นเคย	เบรก100	ไม่เบรก	เบรก25	เบรก50

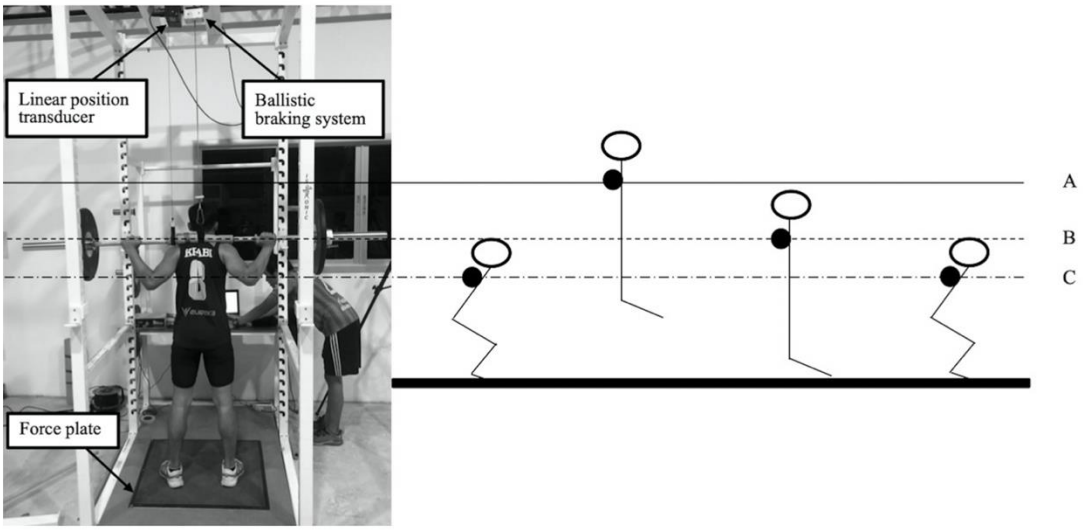
ความหนักเอ็คเซ็นตริกของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอท 4 เงื่อนไข

ไม่เบรก = การแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของค่า 1 อาร์เอ็ม ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% (ไม่ใช้เบรกแม่เหล็กไฟฟ้า)

เบรก25 = การแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของค่า 1 อาร์เอ็ม ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 75% (ใช้เบรกแม่เหล็กไฟฟ้าลดความหนัก 25% ของบาร์เบล ตั้งแต่เส้น A ถึง เส้น C)

เบรก50 = การแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของค่า 1 อาร์เอ็ม ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% (ใช้เบรกแม่เหล็กไฟฟ้าลดความหนัก 50% ของบาร์เบลตั้งแต่เส้น A ถึง เส้น C)

เบรก100 = การแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของค่า 1 อาร์เอ็ม ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก (ใช้เบรกแม่เหล็กไฟฟ้าลดความหนัก 100% ของบาร์เบล ก่อนเท้าสัมผัสพื้น ตั้งแต่เส้น A ถึง เส้น B)



รูปที่ 2 การทำงานของเครื่องมือที่ใช้และเบรกแม่เหล็กไฟฟ้า

จากภาพ เส้น A แสดงถึงจุดที่กระโดดสูงสุด เส้น B แสดงถึงจุดที่เท้าสัมผัสพื้น และเส้น C แสดงถึงจุดที่งอเข่าจนต่ำสุด

การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาก่อนการทดลอง

1. ผู้วิจัยทำการติดต่อขอใช้สถานที่ และเครื่องมือที่ห้องทดสอบสมรรถภาพทางกาย และศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุ และอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ในการคัดเลือก (Pretest) ประเมินเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (BIA) ยี่ห้อ Jawon Medical รุ่น ioi353 ประเทศเกาหลีใต้ และทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Hori et al., 2008) พร้อมอธิบายรายละเอียดการศึกษาของวิธีปฏิบัติในการดำเนินการทดลองด้วยตัวเอง

3. ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 6 คน 2 กลุ่ม และกลุ่มละ 5 คน 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) รวมทั้งลงชื่อในหนังสือแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัย

4. ผู้วิจัยคำนวณระดับความหนักเอ็คเซ็นตริกที่ใช้ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน (Hori et al., 2008)

5. กลุ่มตัวอย่างทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือที่ใช้ (Familiarization) โดยให้ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที และทำการแบกน้ำหนักด้วยน้ำหนักของบาร์เบล (20 กิโลกรัม) จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด พัก 4 นาที (McBride et al., 2002) และทำการทดสอบไอโซเมตริกท่าสควอท (Isometric squat) ที่มุม 135 องศา (Paulus, Reiser, & Troxell, 2004) เป็นเวลา 5 วินาที จากนั้นทำการแบกน้ำหนักกระโดดตามเงื่อนไขที่ได้รับเลือก (submaximal) จำนวน 6 ครั้ง ทั้งหมด 1 ชุด พักระหว่างชุด 4 นาที ทั้ง 4 เงื่อนไข (de Salles et al., 2009)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษาดำเนินการทดลอง

1. ผู้วิจัยทำการสอบเทียบเครื่องมือแท่นวัดแรง เซ็นเซอร์วัดตำแหน่งของบาร์เบล และเตรียมกล้องบันทึกการเคลื่อนไหว

2. กลุ่มตัวอย่างทำการชั่งน้ำหนัก และอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที และทำการแบกน้ำหนักด้วยน้ำหนักของบาร์เบล (20 กิโลกรัม) จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด (McBride et al., 2002)

3. นำเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ติดบริเวณมัดกล้ามเนื้อที่ต้องการศึกษา (Nuzzo & McBride, 2013) ตามคำแนะนำของ SENIAM (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug, & Rau, 2000) และทำการทดสอบหาคาการทำงานสูงสุดของกลามเนื้อ (MVC) โดยการทดสอบไอโซเมตริกท่าสควอท (Isometric squat) ที่มุม 135 องศา 5 วินาที จำนวน 2 ครั้ง

4. กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับเลือกเงื่อนไขการทดลองจากการสุ่มอย่างง่าย และดำเนินการทดลองตามแบบการทดลองหมุนเวียนสมดุล แบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทตามเงื่อนไขที่ได้รับเลือก ย่อมุมเข่าตามที่นักกีฬาแต่ละคนถนัดโดยกระโดดให้เร็วและสูงที่สุดต่อเนื่อง จำนวน 6 ครั้ง ทั้งหมด 2 ชุด พักระหว่างชุด 4 นาที ซึ่งในการทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด 4 เงื่อนไข ตามแบบแผนการทดลอง

5. กลุ่มตัวอย่างทุกคน ต้องได้รับการทดลองครบทั้ง 4 เงื่อนไข โดยแต่ละเงื่อนไขการทดลองจะต้องห่างกันเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง และใช้เวลาในแต่ละครั้งประมาณ 1 ชั่วโมง

6. นำข้อมูลที่ได้จากการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทครั้งที่ 2- 6 ในชุดที่ได้ค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อสูงสุดของทุกเงื่อนไขการทดลอง มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และสรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

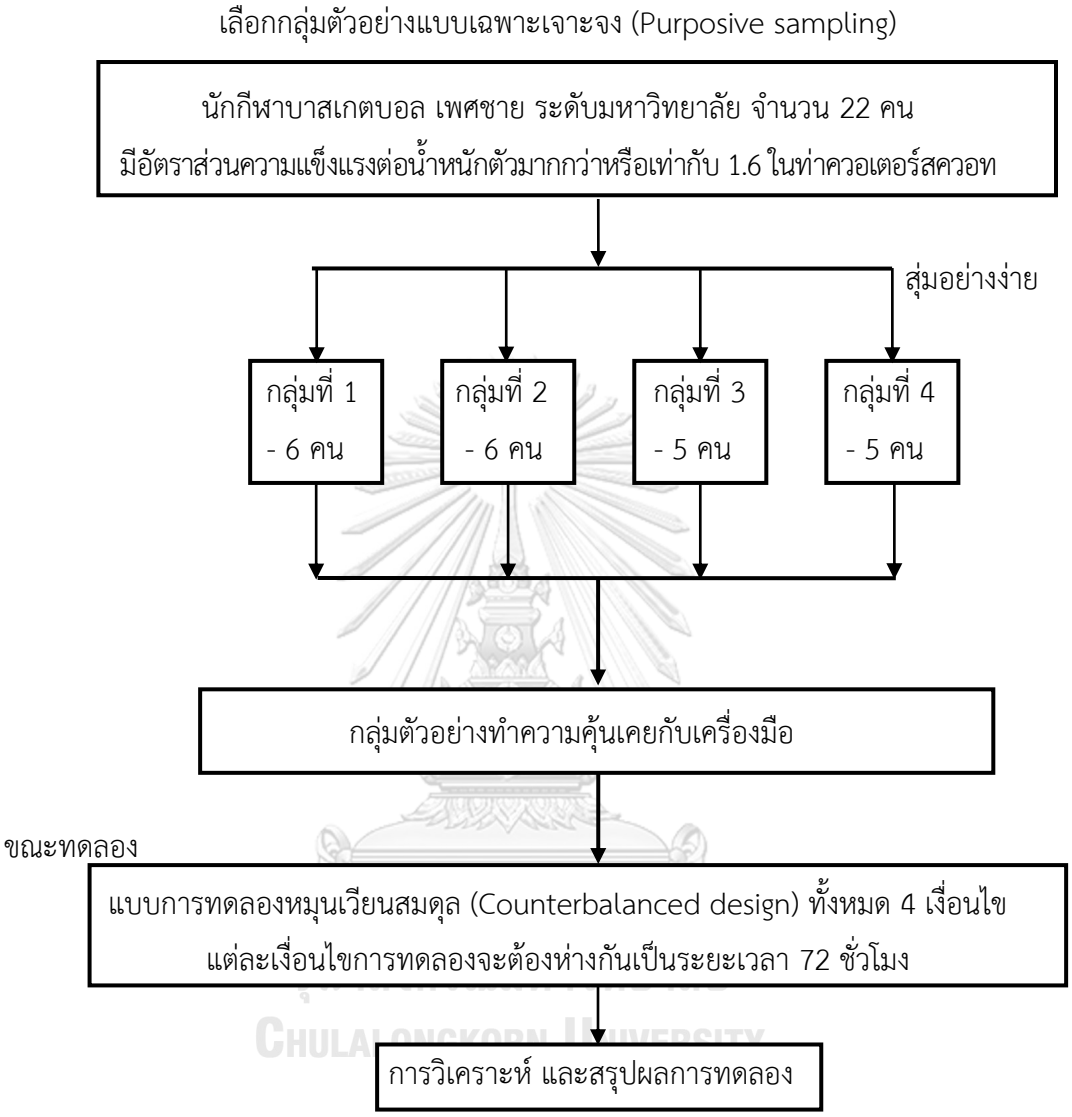
นำข้อมูลที่ได้จากการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทของทุกเงื่อนไขการทดลอง มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง เปอร์เซ็นต์ไขมัน และความแข็งแรงสัมพัทธ์ ก่อนการทดลอง

2. วิเคราะห์ผลของค่าตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการกระโดดขึ้น และลงสู่พื้น ระหว่างเงื่อนไข โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measure) หากพบความแตกต่างจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ ด้วยวิธีแบบบอนเฟอร์โรนี่ (Bonferroni) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการศึกษาที่ 1



การศึกษาที่ 2

การศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% กับความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยจะใช้เวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ เนื่องจากในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การฝึก 5 สัปดาห์ สามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ (Hoffman et al., 2005)

กลุ่มตัวอย่างและวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 22 คน มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่าหรือเท่ากับ 1.6 ในท่าควอเตอร์สควอท ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งผู้วิจัยเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างโดยได้ทำการติดต่อประสานกับหัวหน้าผู้ฝึกสอน โดยทุกขั้นตอนของการทดสอบ และการฝึกทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยผู้วิจัยเอง

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มตัวอย่างมีอายุระหว่าง 18-25 ปี
2. กลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 1.6 ในท่าแบกน้ำหนักย่อตัวเข่าทำมุม 120 องศาแล้วดันตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง
3. กลุ่มตัวอย่างไม่มีอาการบาดเจ็บจากการฝึกซ้อมตามปกติ
4. กลุ่มตัวอย่างไม่มีการใช้ยา หรือสารกระตุ้นที่ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ
5. กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การศึกษาที่ 1

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ครบตามแบบแผนการวิจัยที่กำหนดหรือเกิดอาการบาดเจ็บจากการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความเสี่ยงในการเข้าร่วมวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์บาร์ป้องกัน เพื่อช่วยลดความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บ จากความผิดพลาดทางด้านเทคนิคขณะการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอท และแรงกระแทกของน้ำหนักขณะลงสู่พื้น ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่า และข้อเท้าพลิกได้ หากเกิดอาการบาดเจ็บจากการทดลอง จะได้รับการช่วยเหลือปฐมพยาบาลเบื้องต้น และนำส่งโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบในการออกค่ารักษาพยาบาลทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. วิธีการคิดระดับความหนักแบบเอ็คเซ็นตริก ประกอบด้วย

- การแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 % ของ 1 อาร์เอ็ม โดยใช้ความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสม (ผลจากการศึกษาที่ 1)

2. เครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 Power Cage) ประเทศออสเตรเลีย ประกอบด้วย

2.1 เครื่องระบบเบรกแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Braking System) ประเทศออสเตรเลีย ใช้เป็นเครื่องมือควบคุมความหนักเอ็คเซ็นตริก ในช่วงการลงสู่พื้นของการแบกน้ำหนักกระโดดระหว่างการทดลอง

2.2 โปรแกรมบะลิสติก เมสเชอเม้นท์ ซิสเต็ม (Ballistic measurement system software) ประเทศออสเตรเลีย ใช้เป็นเครื่องมือในเก็บบันทึก และวิเคราะห์ข้อมูล

2.3 แท่นวัดแรง รุ่น 400S ยี่ห้อ Fitness technology ประเทศออสเตรเลีย 600 hz

2.4 เซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง รุ่น PT5A linear position transducer ยี่ห้อ Celesco Transducer Products ประเทศแคนาดา 600 hz

3. เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย รุ่น BC360 ยี่ห้อ Accuniq ประเทศเกาหลีใต้

4. เครื่องทดสอบความเร็ว กล้องอินฟาเรด รุ่น Kinematic measurement system ยี่ห้อ Fitness technology ประเทศออสเตรเลีย

5. เครื่องไอโซคิเนติก รุ่น Con-trex ยี่ห้อ Physiomed ประเทศเยอรมัน

6. จักรยานวัดงาน รุ่น 828E ยี่ห้อ Monark ประเทศสวีเดน

7. เครื่องวัดองศาของข้อต่อ (Goniometer)

8. โอลิมปิกบาร์เบลและน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ประเทศสวีเดน

9. แบบบันทึกประวัติและข้อมูลการทดลองของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยผลการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาก่อนการทดลอง

1. ผู้วิจัยทำการศึกษาความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการฝึกที่ใช้

2. ผู้วิจัยทำการติดต่อขอใช้สถานที่ และเครื่องมือที่ห้องทดสอบสมรรถภาพทางกาย และศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุ และอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้า เก็บข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป พร้อมอธิบายรายละเอียดการศึกษาของวิธีปฏิบัติในการดำเนินการทดลองด้วยตัวเอง

4. ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 11 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) รวมทั้งลงชื่อในหนังสือแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัย

5. ทำการทดสอบความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาของกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 วัน ห่างกัน 48 ชม. โดยวันแรกทำการทดสอบ 1.องค์ประกอบของร่างกายด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (BIA) ยี่ห้อ Accuniq รุ่น BC360 ประเทศเกาหลีใต้ จากนั้นทำการอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงานรุ่น 828E ยี่ห้อ Monark ประเทศสวีเดน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที 2. ทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดบนแท่นวัดแรง รุ่น 400S ยี่ห้อ Fitness technology ประเทศออสเตรเลีย 600 hz ด้วยวิธีทดสอบยืนย่อตัวกระโดด (Countermovement jump) การทดสอบย่อตัวกระโดด (Static jump) และการทดสอบกระโดดดรอปจัมพ์ (Drop jump) ด้วยความสูง 40 เซนติเมตร วิธีละ 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที หลังจากนั้นพักเป็นระยะเวลา 10 นาที 3.ทดสอบการวิ่งโดยใช้เครื่องทดสอบความเร็ว กล้องอินฟาเรด รุ่น Kinematic measurement system ยี่ห้อ Fitness technology ประเทศออสเตรเลีย เพื่อทำการทดสอบความเร็วในระยะ 5, 10 และ 20 เมตร และ 4. ทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางด้วยวิธีการวิ่งแตะกรวยเป็นรูปแบบ ที เทส (T-test) โดยอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการวิ่งเกือบเต็มความสามารถ 2 รอบ พัก 3 นาที ทำการทดสอบวิ่งระยะ 20 เมตร ทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 3 นาที หลังจากนั้นทำการพักเป็นระยะเวลา 10 นาที ทำการทดสอบความคล่องตัวทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 3 นาที วันที่สองทำการทดสอบความแข็งแรง และพลังของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 Power Cage) ประเทศออสเตรเลีย 1. ทดสอบน้ำหนักที่มากที่สุดที่นักกีฬาสามารถยกได้ 1 ครั้ง (1อาร์เอ็ม) โดยอบอุ่นร่างกาย เริ่มยกน้ำหนักในท่าบาร์เบลสควอท 20 กิโลกรัม 1-5 ครั้ง แล้วทำการเพิ่มน้ำหนักที่นักกีฬาสามารถยกได้ไม่เกิน 4 ครั้ง ทำการทดสอบแบบเอ็คเซ็นตริกร่วมกับคอนเซ็นตริก (1RM squat eccentric-concentric) พักระหว่างการทดสอบอย่างน้อย 5 นาที 2. ทำการทดสอบแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้น้ำหนัก 30% ของ 1 อาร์เอ็มจากการทดสอบก่อนและหลังการฝึก กระโดดให้เร็วและสูงที่สุดทั้งหมด 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที 3.ทำการทดสอบแรงดึงไอโซเมตริก (Isometric mid-thigh pull) บน

แท่นวัดแรง โดยย่อเข่าทำมุม 135 องศาและออกแรงเกร็งค้างครั้งละ 5 วินาที 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที 4.ทำการทดสอบไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180 และ 300 องศาต่อวินาทีด้วยเครื่องไอโซคิเนติก ยี่ห้อ Physiomed รุ่น Con-trex ประเทศเยอรมัน ทดสอบโดยอบอุ่นร่างกาย 1 ชุดๆละ 3 ครั้ง พักระหว่างชุด 3 นาที แล้วทำการทดสอบความเร็วที่กำหนดอย่างละ 1 ชุด ๆละ 3 ครั้ง

6. ผู้วิจัยคำนวณระดับความหนักเอ็คเซ็นตริกที่ใช้ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน

การศึกษาดำเนินการทดลอง

1. กลุ่มตัวอย่างทำการชั่งน้ำหนัก และอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที และแบกน้ำหนักกระโดดด้วยบาร์เบล (20 กิโลกรัม) จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด (Hori et al., 2008; McBride et al., 2002)

2. กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทำการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 % ของ 1 อาร์เอ็ม แตกต่างกันที่ระดับความหนักเอ็คเซ็นตริก โดยกลุ่มควบคุมใช้ความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และกลุ่มทดลองทำการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก (ผลจากการศึกษาที่ 1) จำนวน 6 ชุดๆ ละ 6 ครั้ง พักระหว่างชุด 4 นาที

3. กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ต้องได้รับการทดลองครบทั้ง 6 สัปดาห์ๆ ละ 2 วัน โดยใช้เวลาในแต่ละครั้งประมาณ 1 ชั่วโมง ซึ่งจะทำการฝึกก่อนการฝึกโปรแกรมทักษะปกติ

4. ทำการทดสอบความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลอง ห่างจากการฝึกครั้งสุดท้าย 48 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบวิธีเดียวกับก่อนการทดลอง

5. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและสรุปผลการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อน และหลังการทดลอง มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

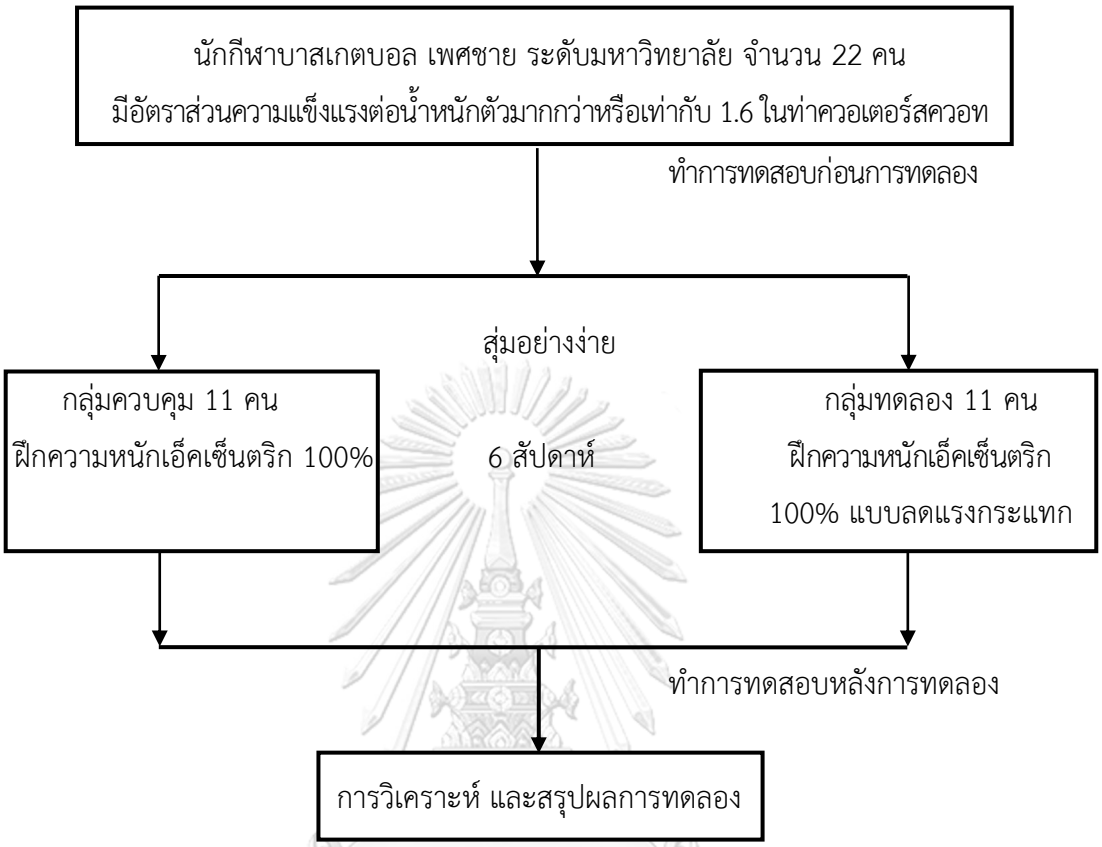
1. ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ก่อนการทดลอง

2. ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลแบบปกติโดยใช้ Shapiro-Wilk test

3. หากข้อมูลมีการกระจายตัวปกติเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ผลของการทดสอบทุกรายการภายในกลุ่ม โดยการทดสอบค่า “ที” (Dependent t-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ผลของการทดสอบทุกรายการระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบค่า “ที” (Independent t-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนการศึกษาที่ 2



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 การศึกษา ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลจึงแบ่งการรายงานของผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลฉับพลันของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของค่า 1 อาร์เอ็ม ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% 75% 100% และ 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ตอนที่ 1.1 ข้อมูลอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง เปอร์เซ็นต์ไขมัน และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของนักกีฬา

ตอนที่ 1.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการลงสู่พื้น

ตอนที่ 1.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการกระโดดขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% กับความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรสรีรวิทยาพื้นฐานระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตอนที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก

ตอนที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาภายในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตอนที่ 2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาภายในกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตอนที่ 2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของผลฉับพลันของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของค่า 1 อาร์เอ็ม ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% 75% 100% และ 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ตอนที่ 1.1 ข้อมูลอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง เปอร์เซ็นต์ไขมัน และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของนักกีฬา

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง เปอร์เซ็นต์ไขมัน และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของนักกีฬา

คุณลักษณะของผู้เข้าร่วมการวิจัย	$\bar{X}$ (n = 22)	S.D.
อายุ (ปี)	20.8	1.1
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	69.6	12.5
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	171.9	7.1
เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)	15.8	4.0
ความแข็งแรงสัมพัทธ์	2.0	0.2

จากตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ มีอายุเฉลี่ย 20.8 ± 1.1 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ย 69.6 ± 12.5 กิโลกรัม มีส่วนสูงเฉลี่ย 171.9 ± 7.1 เซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย 15.8 ± 4.0 % และมีความแข็งแรงสัมพัทธ์เฉลี่ย 2.0 ± 0.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการลงสู่พื้น

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการลงสู่พื้น

ตัวแปรตาม	**เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก** (n = 22)				
	100%	**75%**	**50%**	**100% ลดแรงกระแทก**	**p - value**
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด (นิวตัน)	2904.97 ± 729.40	2744.86 ± 890.00	2720.85 ± 833.36	2481.70 ± 692.66*#	< 0.001
ความเร็วบาร์เบลสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	1.73 ± 0.22	1.81 ± 0.17	1.82 ± 0.18*	1.76 ± 0.18	0.010
แรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรก (นิวตันวินาที)	41.21 ± 9.82	38.08 ± 10.34	36.31 ± 9.55*	32.05 ± 10.13*#†	< 0.001
ระยะเวลาเท้าสัมผัสพื้น (วินาที)	0.42 ± 0.08	0.39 ± 0.07	0.37 ± 0.05	0.39 ± 0.07	0.025
วาสตัส เลเทอราลิส (%MVC)	109.82 ± 39.49	103.42 ± 46.00	97.12 ± 33.46*	94.30 ± 37.47*	0.012
วาสตัส มีเดียอาลิส (%MVC)	110.24 ± 42.37	105.45 ± 45.89	100.02 ± 39.37	95.08 ± 38.02*	0.015
ไบเซพส์ ฟีมอริส (%MVC)	77.58 ± 33.60	69.64 ± 30.34	69.06 ± 32.46*	61.45 ± 30.83*#	0.015

แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{X}$ ± S.D.)

*p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไข 100%, #p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไข 75% และ †p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไข 50%

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการลงสู่พื้นเป็นรายคู่ ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี่ (Bonferroni)

ตัวแปรตาม	**เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก (p_{Holm})**					
	100 และ 75%	**100 และ 50%**	**100 และ 100% ลดแรงกระแทก**	**100% ลดแรงกระแทก และ 75%**	**100% ลดแรงกระแทก และ 50%**	**75 และ 50%**
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด (นิวตัน)	0.392	0.095	<0.001*	0.027*	0.065	1.000
ความเร็วบาร์เบลสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	0.054	0.005*	1.000	0.296	0.304	1.000
แรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรก (นิวตันวินาที)	0.536	0.017*	<0.001*	0.005*	0.001*	0.660
ระยะเวลาเท้าสัมผัสพื้น (วินาที)	0.594	0.081	0.426	1.000	1.000	1.000
วาสตัส เลเทอราลิส (%MVC)	1.000	0.038*	0.032*	0.270	1.000	1.000
วาสตัส มีเดียอาลิส (%MVC)	1.000	0.053	0.021*	0.183	1.000	1.000
ไบเซพส์ ฟีมอริส (%MVC)	0.801	0.046*	0.018*	0.041*	0.748	1.000

*p<0.05

จากตารางที่ 3 และ 4 พบว่า ในช่วงขณะลงสู่พื้น ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และ 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรก ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100%, 75% และ 50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเท้าสัมผัสพื้น เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ ด้วยวิธีแบบบอนเฟอร์โรนี่ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก

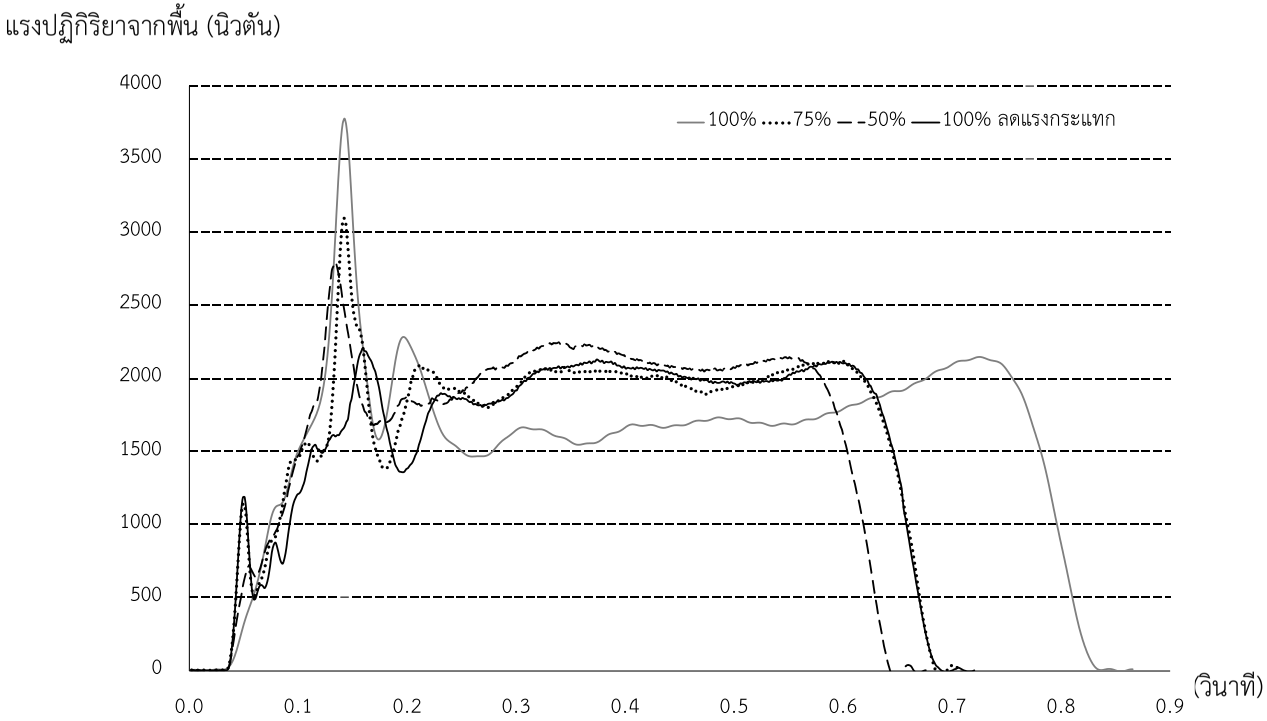
ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวาสตัส เลเทอราลิส ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก และ 50% มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียอาลิส ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไบเซพส์ ฟีมอริส ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และ 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้น-เวลา ระหว่างช่วงที่เท้าสัมผัสพื้นของทั้ง 4 เงื่อนไข



จากรูปที่ 3 พบว่า ในช่วงลงสู่พื้น เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100%, 75% และ 50% ค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน อย่างไรก็ตามในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก พบว่าค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นจะมีค่าต่ำ และเกิดขึ้นช้ากว่าอีก 3 เงื่อนไข

ตอนที่ 1.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการกระโดดขึ้น

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการกระโดดขึ้น

ตัวแปร	**เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก** (n = 22)				
	100%	**75%**	**50%**	**100% ลดแรงกระแทก**	**p - value**
พลังกล้ามเนื้อสูงสุด (วัตต์)	3539.31 ± 664.49	3711.33 ± 741.20*	3773.52 ± 675.39*	3831.67 ± 757.23*	< 0.001
ความสูงในการกระโดด (เมตร)	0.12 ± 0.03	0.17 ± 0.03*	0.17 ± 0.03*	0.17 ± 0.03*	< 0.001
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด (นิวตัน)	2120.99 ± 374.79	2077.55 ± 380.81*	2088.78 ± 356.19	2106.76 ± 405.67	0.036
ความเร็วบาร์เบลสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	1.81 ± 0.17	1.95 ± 0.17*	1.97 ± 0.16*	2.01 ± 0.18*#	< 0.001
ระยะเวลาเท้าสัมผัสพื้น (วินาที)	0.37 ± 0.04	0.36 ± 0.05	0.35 ± 0.04	0.34 ± 0.05	0.008
วาสตัส เลเทอราลิส (%MVC)	124.09 ± 44.77	116.02 ± 42.12	121.60 ± 43.89	122.42 ± 38.79	0.325
วาสตัส มีเดียอาลิส (%MVC)	125.71 ± 43.60	121.15 ± 50.10	119.07 ± 38.19	128.03 ± 48.36	0.344
ไบเซพส์ ฟีมอริส (%MVC)	101.37 ± 48.00	90.49 ± 38.44	100.98 ± 56.54	95.83 ± 41.88	0.306

แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{X}$ ± S.D.)

*p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไข 100% และ #p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไข 75%

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการกระโดดขึ้นเป็นรายคู่ ด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี่ (Bonferroni)

ตัวแปรตาม	เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก (p_{Holm})					
	100 และ 75%	100 และ 50%	100 และ 100% ลดแรงกระแทก	100% ลดแรง กระแทก และ 75%	100% ลดแรง กระแทก และ 50%	75 และ 50%
พลังกล้ามเนื้อสูงสุด (วัตต์)	0.029*	<0.001*	<0.001*	0.160	1.000	0.627
ความสูงในการกระโดด (เมตร)	<0.001*	<0.001*	<0.001*	1.000	1.000	1.000
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด (นิวตัน)	0.041*	0.184	1.000	0.709	1.000	1.000
ความเร็วบาร์เบลสูงสุด (เมตรต่อวินาที)	<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.025*	0.145	1.000
ระยะเวลาเท้าสัมผัสพื้น (วินาที)	1.000	0.053	0.089	0.403	1.000	0.364
วาสตัส เลเทอราลิส (%MVC)	0.645	1.000	1.000	0.732	1.000	1.000
วาสตัส มีเดียอาลิส (%MVC)	1.000	0.795	1.000	0.410	0.499	1.000
ไบเซพส์ ฟีมอริส (%MVC)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.964

*p<0.05

จากตารางที่ 5 และ 6 พบว่า ในช่วงการกระโดดขึ้น ค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 75%, 50% และ 100% ลดแรงกระแทก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยความสูงในการกระโดด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 75%, 50% และ 100% ลดแรงกระแทก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 75% มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 75%, 50% และ 100% ลดแรงกระแทก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 75% มีค่าแตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเท้าสัมผัสพื้น เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ ด้วยวิธีแบบบอนเฟอร์โรนี่ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวาสตัส เลเทอราลิส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียอาลิส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไบเซพส์ ฟีมอริส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% กับความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรสรีรวิทยาพื้นฐานระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวแปรสรีรวิทยาพื้นฐานเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตัวแปร	**กลุ่ม** (n = 11)	**ก่อนการฝึก**	**หลังการฝึก**
อายุ (ปี)	ทดลอง	21.4 ± 1.1	
	ควบคุม	21.4 ± 1.0	
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ทดลอง	69.5 ± 9.2	70.4 ± 9.6*
	ควบคุม	67.8 ± 13.0	68.3 ± 12.6
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	ทดลอง	18.6 ± 3.2	18.9 ± 3.4
	ควบคุม	19.1 ± 4.6	19.7 ± 4.1
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	ทดลอง	173.8 ± 5.4	
	ควบคุม	169.5 ± 6.3	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.)

*p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยอายุ น้ำหนัก เปอร์เซ็นต์ไขมัน และส่วนสูง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง

ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ภายในกลุ่มทดลอง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

ตอนที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก

ตัวแปร	**กลุ่มทดลอง** (n = 11)	**กลุ่มควบคุม** (n = 11)	**p - value**
1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์	2.00 ± 0.23	2.06 ± 0.27	0.574
แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์ (นิวตันต่อกิโลกรัม)	34.60 ± 3.57	34.50 ± 4.95	0.957
อัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ (นิวตันต่อวินาทีต่อกิโลกรัม)	96.84 ± 40.56	98.59 ± 41.70	0.922
พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	53.22 ± 3.39	53.39 ± 7.55	0.946
พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	51.93 ± 4.15	52.02 ± 6.16	0.969
พลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	51.43 ± 4.14	51.79 ± 6.47	0.878
ความสูงในการกระโดด (เซนติเมตร)	35.66 ± 2.79	34.83 ± 4.91	0.629
ดรอปจัมพ์	1.30 ± 0.31	1.34 ± 0.39	0.794
ระยะ 5 เมตร (วินาที)	1.19 ± 0.06	1.19 ± 0.06	0.967
ระยะ 10 เมตร (วินาที)	1.89 ± 0.06	1.90 ± 0.08	0.662
ระยะ 20 เมตร (วินาที)	3.17 ± 0.10	3.21 ± 0.14	0.401
ทีเทส (วินาที)	10.96 ± 0.57	11.23 ± 0.65	0.309
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	2.78 ± 0.48	2.61 ± 0.38	0.363
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที	1.97 ± 0.39	2.00 ± 0.55	0.915

สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)			
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	2.24 ± 0.23	2.09 ± 0.21	0.106
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	1.84 ± 0.29	1.60 ± 0.34	0.092
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	2.10 ± 0.28	1.94 ± 0.23	0.152
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	1.99 ± 0.34	1.92 ± 0.48	0.676

แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.)

จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ ความสามารถในวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง และความสามารถในการกระโดด ทุกตัวแปรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก

ตอนที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ภายในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ภายในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตัวแปร	**ก่อนการฝึก** (n = 11)	**หลังการฝึก** (n = 11)	**p - value**
1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์	2.00 ± 0.23	2.29 ± 0.52*	0.024
แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์ (นิวตันต่อกิโลกรัม)	34.60 ± 3.57	36.90 ± 4.17*	0.022
อัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ (นิวตันต่อวินาทีต่อกิโลกรัม)	96.84 ± 40.56	118.17 ± 45.45*	0.004
พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	53.22 ± 3.39	57.60 ± 3.14*	0.001
พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	51.93 ± 4.15	58.93 ± 4.11*	< 0.001
พลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	51.43 ± 4.14	59.05 ± 3.75*	< 0.001
ความสูงในการกระโดด (เซนติเมตร)	35.66 ± 2.79	44.02 ± 2.91	< 0.001
ดรอปจัมพ์	1.30 ± 0.31	1.71 ± 0.33*	0.003
ระยะ 5 เมตร (วินาที)	1.19 ± 0.06	1.13 ± 0.05*	0.002
ระยะ 10 เมตร (วินาที)	1.89 ± 0.06	1.83 ± 0.05*	0.003
ระยะ 20 เมตร (วินาที)	3.17 ± 0.10	3.11 ± 0.07*	0.023
ทีเทส (วินาที)	10.96 ± 0.57	10.73 ± 0.45*	0.029
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	2.78 ± 0.48	3.04 ± 0.48*	0.001
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	1.97 ± 0.39	2.30 ± 0.35*	0.008
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที	2.24 ± 0.23	2.49 ± 0.34*	0.004

สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)			
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที	1.84 ± 0.29	2.25 ± 0.43*	< 0.001
สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)			
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที	2.10 ± 0.28	2.49 ± 0.30*	< 0.001
สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)			
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที	1.99 ± 0.34	2.42 ± 0.37*	0.001
สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)			

แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{X}$ ± S.D.)

*p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย 1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์, แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์, อัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์, แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180, 300 องศาต่อวินาทีสัมพัทธ์ และ แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180, 300 องศาต่อวินาทีสัมพัทธ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยพลังของกล้ามเนื้อ พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์ พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ และพลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง ทีเทส มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดด ประกอบด้วย ความสูงในการกระโดด และดรอปจัมพ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ภายในกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ภายในกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตัวแปร	**ก่อนการฝึก** (n = 11)	**หลังการฝึก** (n = 11)	**p - value**
1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์	2.06 ± 0.27	2.41 ± 0.31*	0.002
แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์ (นิวตันต่อกิโลกรัม)	34.50 ± 4.95	37.05 ± 4.17*	0.004
อัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ (นิวตันต่อวินาทีต่อกิโลกรัม)	98.59 ± 41.70	102.08 ± 42.57	0.839
พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	53.39 ± 7.55	57.79 ± 6.94*	0.001
พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	52.02 ± 6.16	58.22 ± 5.98*	0.003
พลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	51.79 ± 6.47	58.22 ± 5.90*	0.001
ความสูงในการกระโดด (เซนติเมตร)	34.83 ± 4.91	42.46 ± 5.64	< 0.001
ดรอปจัมพ์	1.34 ± 0.39	1.45 ± 0.35	0.408
ระยะ 5 เมตร (วินาที)	1.19 ± 0.06	1.15 ± 0.04	0.085
ระยะ 10 เมตร (วินาที)	1.90 ± 0.08	1.88 ± 0.06	0.061
ระยะ 20 เมตร (วินาที)	3.21 ± 0.14	3.18 ± 0.11	0.175
ทีเทส (วินาที)	11.23 ± 0.65	11.02 ± 0.55*	0.012
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	2.61 ± 0.38	2.92 ± 0.36*	0.001
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที	2.00 ± 0.55	2.32 ± 0.63*	0.017

สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)			
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	2.09 ± 0.21	2.30 ± 0.24*	0.008
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	1.60 ± 0.34	1.98 ± 0.32*	0.001
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	1.94 ± 0.23	2.48 ± 0.44*	0.001
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	1.92 ± 0.48	2.49 ± 0.56*	< 0.001

แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.)

*p<0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย 1 อาร์เอ็ม สัมพัทธ์, แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์, แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180, 300 องศาต่อวินาทีสัมพัทธ์ และ แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180, 300 องศาต่อวินาทีสัมพัทธ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าเฉลี่ย อัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยพลังของกล้ามเนื้อ พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์, พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ และพลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง ทีเทส มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดด ประกอบด้วย ความสูงในการกระโดด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าเฉลี่ย ดรอปจัมพ์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึก

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึก

ตัวแปร	**กลุ่มทดลอง** (n = 11)	**กลุ่มควบคุม** (n = 11)	**p - value**
1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์	2.29 ± 0.52	2.41 ± 0.31	0.522
แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์ (นิวตันต่อกิโลกรัม)	36.90 ± 4.17	37.05 ± 4.17	0.934
อัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ (นิวตันต่อวินาทีต่อกิโลกรัม)	118.17 ± 45.45	102.08 ± 42.57	0.402
พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	57.60 ± 3.14	57.79 ± 6.94	0.935
พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	58.93 ± 4.11	58.22 ± 5.98	0.747
พลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ (วัตต์ต่อกิโลกรัม)	59.05 ± 3.75	58.22 ± 5.90	0.698
ความสูงในการกระโดด (เซนติเมตร)	44.02 ± 2.91	42.46 ± 5.64	0.426
ดรอปจัมพ์	1.71 ± 0.33	1.45 ± 0.35	0.089
ระยะ 5 เมตร (วินาที)	1.13 ± 0.05	1.15 ± 0.04	0.335
ระยะ 10 เมตร (วินาที)	1.83 ± 0.05	1.88 ± 0.06	0.088
ระยะ 20 เมตร (วินาที)	3.11 ± 0.07	3.18 ± 0.11	0.088
ทีเทส (วินาที)	10.73 ± 0.45	11.02 ± 0.55	0.199
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	3.04 ± 0.48	2.92 ± 0.36	0.514
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที	2.30 ± 0.35	2.32 ± 0.63	0.932

สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)			
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	2.49 ± 0.34	2.30 ± 0.24	0.143
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	2.25 ± 0.43	1.98 ± 0.32	0.100
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	2.49 ± 0.30	2.48 ± 0.44	0.918
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (นิวตันเมตรต่อกิโลกรัม)	2.42 ± 0.37	2.49 ± 0.56	0.711

แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.)

จากตารางที่ 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ ความสามารถในวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง และความสามารถในการกระโดด ทุกตัวแปรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึก

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปลี่ยนแปลงร้อยละของข้อมูลตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึก

ตัวแปร	**กลุ่มทดลอง** (n = 11)	**กลุ่มควบคุม** (n = 11)	**p - value**
1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	14.12 ± 18.05	17.95 ± 15.81	0.602
แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	6.89 ± 8.67	7.95 ± 6.77	0.754
อัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	26.07 ± 25.11	18.93 ± 59.33	0.717
พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	8.44 ± 6.30	8.66 ± 7.00	0.940
พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	13.85 ± 8.56	12.56 ± 10.34	0.753
พลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	15.23 ± 8.59	13.07 ± 9.69	0.588
ความสูงในการกระโดด (เปอร์เซ็นต์)	23.73 ± 7.31	22.29 ± 7.91	0.661
ดรอปจัมพ์ (เปอร์เซ็นต์)	36.88 ± 38.03	16.80 ± 42.56	0.257
ระยะ 5 เมตร (เปอร์เซ็นต์)	-4.45 ± 3.60	-2.90 ± 5.02	0.414
ระยะ 10 เมตร (เปอร์เซ็นต์)	-3.13 ± 2.71	-1.46 ± 2.32	0.136
ระยะ 20 เมตร (เปอร์เซ็นต์)	-1.82 ± 2.25	-0.97 ± 2.26	0.386
ทีเทส (เปอร์เซ็นต์)	-2.04 ± 2.61	-1.87 ± 2.07	0.870
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	9.91 ± 7.61	12.72 ± 10.27	0.474
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที	18.81 ± 20.37	17.81 ± 19.12	0.907

สัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)			
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	11.09 ± 10.14	10.87 ± 11.14	0.961
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	22.71 ± 14.12	26.19 ± 22.34	0.667
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	19.12 ± 7.78	27.90 ± 17.93	0.152
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที สัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	22.88 ± 19.09	31.76 ± 21.25	0.315

แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$ ± S.D.)

จากตารางที่ 12 พบว่า ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงร้อยละของข้อมูลตัวที่เกี่ยวข้องกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ ความสามารถในวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง และความสามารถในการกระโดด ทุกตัวแปรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึก

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทที่มีผลฉับพลันต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ รวมทั้งศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงแบ่งออกเป็น 2 การศึกษา ดังนี้

การศึกษาที่ 1

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทที่มีผลฉับพลันต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย เพศชาย จำนวน 22 คน มีอายุระหว่าง 18-25 ปี และมีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่าหรือเท่ากับ 1.6 โดยทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม และได้รับเลือกเงื่อนไขการทดลองจากการสุ่มอย่างง่าย ทำดำเนินการทดลองตามแบบการทดลองหมุนเวียนสมดุล กลุ่มตัวอย่างทำการชั่งน้ำหนัก และอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที และทำการแบกน้ำหนักด้วยน้ำหนักของบาร์เบล (20 กิโลกรัม) จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด จากนั้นทำการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม จำนวณ 2 ชุด ๆ ละ 6 ครั้ง ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% 75% 100% และ 100% แบบลดแรงกระแทก บนเครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 power cage) เก็บข้อมูลในช่วงกระโดดขึ้น ได้แก่ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวาสตัสเลเทอราลิส วาสตัส มีเดียอาลิส ไบเซพส์ ฟีมอริส ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น ความสูงในการกระโดด ความเร็วบาร์เบลสูงสุด แรงปฏิกิริยาจากพื้น และพลังกล้ามเนื้อสูงสุด และในช่วงลงสู่พื้น ได้แก่ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวาสตัส เลเทอราลิส วาสตัส มีเดียอาลิส ไบเซพส์ ฟีมอริส ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น ความเร็วบาร์เบลสูงสุด แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด และแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรก

นำข้อมูลที่ได้จากการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทครั้งที่ 2- 6 ในชุดที่ได้ค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อสูงสุดของทุกเงื่อนไขการทดลอง มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ หากพบความแตกต่างจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ ด้วยวิธีแบบบอนเฟอร์โรนี่ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเลือกเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาที่ 2 พิจารณาจากเหตุผลต่อไปนี้

1. การลดความเสี่ยงที่อาจจะทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการแบกน้ำหนักกระโดด โดยพิจารณาจากตัวแปรที่บันทึกในช่วงการลงสู่พื้น เช่น แรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรก แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ว่าเงื่อนไขความหนักใดที่มีค่าต่ำ และแตกต่างจากเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ซึ่งหากมีค่าต่ำกว่า หมายถึง จะมีความเสี่ยงในการบาดเจ็บน้อย และเหมาะนำไปใช้กับการฝึก

2. เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกใดที่ทำให้เกิดค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ซึ่งหากเงื่อนไขใดมีค่าพลังกล้ามเนื้อในช่วงการกระโดดขึ้นสูง จะมีความสัมพันธ์หรือแนวโน้มที่จะส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้

สรุปผลการวิจัยของการศึกษาที่ 1

ผลฉับพลันของการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% 75% 100% และ 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ สามารถแยกตามเหตุผลในการพิจารณาเลือกความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมได้ออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้

1. ในช่วงการลงสู่พื้น

ค่าเฉลี่ยแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรก ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100%, 75% และ 50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และ 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% มีค่ามากกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเท้าสัมผัสพื้น เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ด้วยวิธีแบบบอนเฟอร์โรนี่ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวาสตัส เลเทอราลิส ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก และ 50% มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียอาลิส ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไบเซพส์ ฟีมอริส ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และ 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ในช่วงการกระโดดขึ้น

ค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อสูงสุด และความสูงในการกระโดด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 75%, 50% และ 100% ลดแรงกระแทก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 75% มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุด ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 75%, 50% และ 100% ลดแรงกระแทก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 75% มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเท้าสัมผัสพื้น เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ด้วยวิธีแบบบอนเฟอร์โรนี่ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวาสตัส เลเทอราลิส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียอาลิส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก

ค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไบเซพส์ ฟีมอริส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก

อภิปรายผลการวิจัยของการศึกษาที่ 1

จากสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า การแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกเป็นความหนักที่เหมาะสม จะส่งผลฉับพลันต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ดีกว่าความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% 75% และ 100% นั้น ซึ่งผลการวิจัยของเราพบว่า เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก เป็นเงื่อนไขที่ช่วยลดความเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บ และส่งผลให้เกิดค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดมากขึ้นได้ ดังนั้นจึงสนับสนุนและเป็นไปตามสมมติฐานของเรา

ในเรื่องการลดความเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บนั้น จะเห็นได้ว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก มีค่าเฉลี่ยแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรกน้อยกว่าเงื่อนไขอื่น ๆ ยิ่งไปกว่านั้นเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก มีค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และ 75% อีกด้วย ซึ่งผลของเราสอดคล้องกับการศึกษาของฮัมฟรีส์ และคณะ (Humphries et al., 1995) และโฮริ และคณะ (Hori et al., 2008) ที่พบว่า การใช้เบรกในช่วงขาลงของการแบกน้ำหนักกระโดดมีประสิทธิภาพในการลดแรงกระแทกระหว่างลงพื้นได้ โดยที่การที่ค่าเฉลี่ยแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรกและแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไขอื่นนั้น อาจเป็นเพราะความเร็วบาร์เบลสูงสุดและโมเมนตัมถูกลดลงจากเบรกที่ดึงน้ำหนักของบาร์เบลที่ใช้ในการฝึก 30% ของ 1 อาร์เอ็ม ไว้ทั้งหมดจนกระทั่งเท้าสัมผัสพื้น (Devita & Skelly, 1992; Humphries et al., 1995)

ผลที่สำคัญของการศึกษานี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงในการกระโดด ความเร็วบาร์เบลสูงสุดและพลังกล้ามเนื้อในช่วงกระโดดขึ้น ของเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกที่ 75%, 50% และ 100% แบบลดแรงกระแทก มีค่ามากกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกที่ 100% ซึ่งอาจเกิดจากการควบคุมโมเมนตัมในระหว่างลงพื้นโดยใช้ระบบเบรกแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถทนหรือรับน้ำหนักของความหนักเอ็คเซ็นตริกนั่นได้ และมีแนวโน้มว่าไม่มีการเกิดการรั้งในช่วงการเหยียดออกของกล้ามเนื้อ และการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริกที่กระโดดในครั้งต่อไป สอดคล้องกับหลายผลการศึกษาที่ผ่านมาว่าการใช้เบรกแม่เหล็กไฟฟ้าลดความหนักเอ็คเซ็นตริกทำให้ความสามารถในการกระโดดและพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาเพิ่มขึ้น (Hori et al., 2008; McBride et al., 2002; Newton et al., 1999) ถึงแม้ว่ากลุ่มที่มีการใช้เบรกเพื่อลดความหนักเอ็คเซ็นตริกจะมีความสูงในการกระโดดเพิ่มขึ้นและคาดว่าน่าจะมีความเร็วและโมเมนตัมในช่วงลงพื้นมากขึ้นด้วย (Flanagan & Comyns, 2008) แต่ผลการวิจัยครั้งนี้เราสังเกตว่าภายใต้เงื่อนไขที่มีการใช้กลไกของเบรกแม่เหล็กไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างจะไม่ได้มีการตกลงพื้นอย่างอิสระ น้ำหนักของบาร์เบลที่นักกีฬาแบกกระโดดจะถูกดึงตามระดับของแต่ละเงื่อนไข ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความเร็วในการลงสู่พื้นของเงื่อนไข

ความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกมีค่าน้อยที่สุดแม้ว่าจะมีค่าเฉลี่ยในการกระโดดสูงมากที่สุดก็ตาม เป็นที่น่าสนใจว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% มีค่าเฉลี่ยความเร็วในการลงพื้นมากกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แต่มีค่าเฉลี่ยแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีแรกน้อยกว่า ด้วยเหตุนี้จึงถือได้ว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% เป็นเงื่อนไขที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในการแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทได้อีกด้วย

ในเรื่องการส่งผลให้เกิดค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดนั้น จะเห็นได้ว่าในขณะที่การฝึกแบบบะลิสติกจะได้รับการสนับสนุนแล้วว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อได้ (Newton et al., 1999) แต่แรงกระแทกและแรงดลในการลงพื้นเป็นปัญหาและมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของนักกีฬา (Dierking & Bemben, 1998; Humphries et al., 1995) ผลการวิจัยของเราสนับสนุนแนวความคิดนั้น เนื่องจากเราพบว่า การแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30% ของ 1 อาร์เอ็ม ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ส่งผลให้มีค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ความเร็วบาร์เบลสูงสุด และความสูงในการกระโดด น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไขอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นผลสะท้อนมาจากกลไกรีเฟล็กซ์รั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Reflex inhibition) ที่สำคัญของกอลจิ เทนดอน ออร์แกน (Golgi tendon organ; GTO) มีบทบาทในการป้องกันการบาดเจ็บจากการที่มีแรงตึงของกล้ามเนื้อมากจนเกินไปส่งผลให้เกิดการยับยั้งการทำงานของเซลล์ประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อยืดออกในขณะที่กระตุ้นประสาทยนต์ของกล้ามเนื้อที่เป็นปฏิปักษ์หรือทำงานตรงกันข้าม (Lephart et al., 1997) ปริมาณและขนาดของการรั้งการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกิดจากกอลจิ เทนดอน ออร์แกน จะเพิ่มขึ้นเมื่อแรงตึงที่กระทำต่อกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Flanagan & Comyns, 2008; Turner & Jeffreys, 2010; Wilson & Flanagan, 2008) ผลการศึกษาของเราสนับสนุนแนวความคิดนี้ จากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทั้ง 3 มัด พบว่า ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ลดแรงกระแทก มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากค่าเฉลี่ยแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด และแรงดลในช่วง 50 มิลลิวินาทีในช่วงการลงสู่พื้น ภายใต้เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีค่าน้อยกว่าเงื่อนไขอื่น ๆ ทำให้มีโอกาสเกิดการรั้งการทำงานของกล้ามเนื้อของรีเฟล็กซ์ที่ต่ำกว่าหรือน้อยมาก ดังนั้นการกระโดดครั้งต่อไปจึงสามารถส่งผลให้มีค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุด และพลังกล้ามเนื้อสูงสุดเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามดูเหมือนว่าการรั้งการทำงานของกล้ามเนื้อของกอลจิ เทนดอน ออร์แกน นั้นมีความสำคัญและส่งผลอย่างมาก สำหรับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% โดยเห็นได้จากผลของค่าเฉลี่ยความเร็วบาร์เบลสูงสุด พลังกล้ามเนื้อสูงสุด และความสูงในการกระโดดที่น้อยกว่าของการกระโดดในภายหลัง เมื่อเทียบกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกอื่น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ (Walshe & Wilson, 1997) ที่พบว่าแรงกระแทกที่มากขึ้นทำให้เกิดการรั้งหรือยับยั้งการเคลื่อนไหวกลับในระดับที่มากขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพของการกระโดดแย่ลง ดังนั้นผลการวิจัยของเราสนับสนุน

การศึกษาที่ผ่านมาว่า การลดลงของความสามารถหรือประสิทธิภาพในการกระโดด ขึ้นอยู่กับการเชื่อมโยงระหว่างช่วงการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นตริกไปสู่การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริกที่ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสรีรวิทยา เช่น กลไกของกอลจิ เทนดอน ออร์แกน และการรักษาความแข็งของเอ็นกล้ามเนื้อ (Stiffness regulation) (Cormie et al., 2010b; Flanagan & Comyns, 2008; Rossetti, Munford, Snyder, Davis, & Moir, 2017; Turner & Jeffreys, 2010)

จากผลในการศึกษาของเราเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก มีค่าเฉลี่ยแรงดลใน 50 มิลลิวินาทีแรก และแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดน้อยที่สุด เพราะฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่าเป็นเงื่อนไขที่เกิดกลไกรีเฟล็กซ์รั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Reflex inhibition) ของกอลจิ เทนดอน ออร์แกน น้อยกว่าเมื่อเทียบกับเงื่อนไขอื่น ๆ (Flanagan & Comyns, 2008) อย่างไรก็ตามเงื่อนไขลักษณะของการเบรกมีความแตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมา (Hoffman et al., 2005; Hori et al., 2008; Humphries et al., 1995) ซึ่งการที่มีลักษณะปล่อยน้ำหนักหลังจากลดการกระแทกนั้น จะทำให้นักกีฬาได้รับความหนักเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อในการฝึกที่มากโดยที่ไม่เกิดกลไกรีเฟล็กซ์ของกอลจิ เทนดอน ออร์แกน ที่มากขึ้นตาม ซึ่งสะท้อนได้จากค่าแรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกที่เกิดขึ้นช้ากว่าเงื่อนไขอื่นๆ ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกในช่วงย่อลงพื้นที่มากร่วมกับการลดการขัดขวางหรือรั้งการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้ามการเคลื่อนไหว จะส่งผลให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริกช่วงกระโดดขึ้นได้ดี (Bobbert, Gerritsen, Litjens, & Van Soest, 1996; Walshe, Wilson, & Ettema, 1998) จะเห็นได้จากผลของเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อสูงสุด และความเร็วบาร์เบลสูงสุดมากที่สุดในงานวิจัยของเรา นอกจากนี้เราพบว่า ไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ในช่วงการกระโดดขึ้นระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ นัซโซะ และแมคไบรท์ (Nuzzo & McBride, 2013) ที่พบว่าค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในช่วงกระโดดขึ้นมีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกที่แตกต่างกัน เพราะฉะนั้นผลการศึกษาของเราสนับสนุนแนวคิดของหลายการศึกษาที่ผ่านมา (McBride, McCaulley, & Cormie, 2008; Turner & Jeffreys, 2010; Walshe et al., 1998) ว่าการเคลื่อนไหวแบบบะลิสติกจะกระตุ้นการทำงานของหน่วยยนต์ให้สูงสุดในช่วงของการกระโดดขึ้น โดยไม่เกี่ยวข้องกับแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสนใจว่าความหนักเอ็คเซ็นตริกที่มีการใช้เบรกแม่เหล็กไฟฟ้าทั้ง 3 เงื่อนไข มีความเร็วบาร์เบลสูงสุดในช่วงการกระโดดขึ้นมากกว่าความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% โดยที่มีการระดมหน่วยยนต์ไม่แตกต่างกัน

การศึกษาที่ 2

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% กับความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี และมีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมากกว่าหรือเท่ากับ 1.6 จำนวน 22 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 11 คน โดยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทำการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนัก 30 % ของ 1 อาร์เอ็ม บนเครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 power cage) โดยกลุ่มควบคุมใช้ความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และกลุ่มทดลองใช้ความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสม จำนวน 6 ชุดๆ ละ 6 ครั้ง พักระหว่างชุด 4 นาที ทั้งสองกลุ่มทำการฝึกทั้งหมด 6 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ครั้ง ทำการทดสอบก่อนและหลังการฝึก ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง และความสามารถในการกระโดด นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าของทุกตัวแปรก่อนการฝึกและหลังการฝึกภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยใช้ Paired t-test และ Independent t-test กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัยของการศึกษาที่ 2

การศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% กับความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย สามารถแยกตามการเปรียบเทียบช่วงเวลาของการทดสอบได้ออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าเฉลี่ยอายุ น้ำหนัก เปอร์เซ็นต์ไขมัน และส่วนสูง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ ความสามารถในวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง และความสามารถในการกระโดด ทุกตัวแปรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การเปรียบเทียบผลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ระหว่างก่อนและหลังการฝึก ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.1 ภายในกลุ่มทดลอง

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย 1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์, แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์, อัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์, แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180, 300 องศาต่อวินาทีสัมพัทธ์ และ แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180, 300 องศาต่อวินาทีสัมพัทธ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยพลังของกล้ามเนื้อ พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์, พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ และพลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง ทีเทส มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดด ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยความสูงในการกระโดดและดรอปจัมพ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 ภายในกลุ่มควบคุม

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว และเปอร์เซ็นต์ไขมันมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย 1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์, แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์, แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180, 300 องศาต่อวินาทีสัมพัทธ์ และแรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180, 300 องศาต่อวินาทีสัมพัทธ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยพลังของกล้ามเนื้อ พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์, พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์ และพลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง ทีเทส มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก

ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดด ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยความสูงในการกระโดด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าเฉลี่ยดรอปจัมพ์ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. การเปรียบเทียบผลของตัวแปรความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา หลังการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก และเปอร์เซ็นต์ไขมัน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยตัวแปร และค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงร้อยละที่เกี่ยวข้องกับความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ ความสามารถในวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง และความสามารถในการกระโดด ทุกตัวแปรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อภิปรายผลการวิจัยของการศึกษาที่ 2

จากสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% และความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก จะส่งผลทำให้ความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยแตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยของเราพบว่า เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก เป็นเงื่อนไขที่ช่วยพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา ได้หลายด้านมากกว่าเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม ระหว่างก่อนและหลังการฝึก ดังนั้นจึงสนับสนุนและเป็นไปตามสมมติฐานของเรา

จากผลการศึกษาของเรา พบว่า การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดด้วยความหนัก 30 % ของ 1 อาร์เอ็ม ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก ที่มีการใช้เบรก

แม่เหล็กไฟฟ้าช่วยลดความหนักในช่วงลงสู่พื้น สามารถพัฒนาด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ ไม่แตกต่างกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ซึ่งไม่สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา (Hoffman et al., 2005; Hori et al., 2008; Newton et al., 1999) ที่พบว่า การลดความหนักเอ็คเซ็นตริกในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด จะขัดขวางการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด จากการทดสอบค่า 1 อาร์เอ็ม และการทดสอบไอโซคิเนติก อาจเป็นเพราะการศึกษาที่ผ่านมามีการลดความหนักเอ็คเซ็นตริกที่มากเกินไป จึงทำให้ไม่เพียงพอต่อการกระตุ้นให้เกิดการปรับตัวของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกในการศึกษาของเรา นักกีฬาจะได้รับความหนักเอ็คเซ็นตริกหลังจากที่เท้าสัมผัสพื้น เพราะฉะนั้นจึงส่งผลให้เกิดการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้

ในส่วนของด้านการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง และความสามารถในการกระโดด เราพบว่า กลุ่มทดลองมีการพัฒนาได้ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ใช้การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดด้วยความหนัก 30 % ของ 1 อาร์เอ็ม ในเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของโฮริ และคณะ (Hori et al., 2008) วิลสัน และคณะ (Wilson et al., 1993) อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสนใจว่า ความสามารถในด้านการวิ่ง ระยะ 5, 10 และ 20 เมตร ความสามารถในการกระโดดดรอปจัมพ์ และค่าอัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ ไม่มีความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการฝึกเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม ซึ่งตรงกันข้ามกับกลุ่มทดลองที่ใช้เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกที่สามารถพัฒนาอัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ ความสามารถในการวิ่ง และความสามารถในการกระโดดดรอปจัมพ์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนิวตัน และคณะ (Newton et al., 1999) ที่พบว่า การฝึกแบบบะลิสติกสามารถพัฒนาอัตราการพัฒนาแรงสูงสุด ทำให้สามารถออกแรงได้มากภายในระยะเวลาอันสั้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาด้านความสูงของการกระโดดในนักกีฬาวอลเลย์บอลชั้นเลิศได้

การที่กลุ่มทดลองมีการพัฒนาด้านความสามารถในการวิ่ง ภายหลังการฝึกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั้น อาจเป็นเพราะนักกีฬาสามารถออกแรงได้มากอย่างรวดเร็วหรือมีอัตราการพัฒนาแรงที่ดีขึ้น ทำให้เกิดการเชื่อมโยงไปถึงความสามารถในการเคลื่อนไหว แทบเบอร์ และคณะ (Taber et al., 2016) ได้เสนอแนวความคิดว่าอัตราการพัฒนาแรงอาจจะเป็นสมรรถภาพที่สำคัญที่สุดในทางกีฬา เนื่องจากมีความสำคัญในการนำแรงสูงสุดไปใช้ในการเคลื่อนไหวในทักษะกีฬาต่างๆ ซึ่งแต่ละทักษะมีระยะเวลาในการออกแรงที่จำกัดและแตกต่างกัน ซึ่งการที่จะออกแรงกล้ามเนื้อได้อย่างสูงสุดนั้นจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาประมาณ 300 มิลลิวินาที แต่การเคลื่อนไหวทักษะต่างๆ ใช้เวลาที่สั้นกว่านั้น แซตซิโอสกี และเครเมอร์ (Zatsiorsky & Kraemer, 2006) ได้รายงานว่าการสปรินท์มีเวลาในการออกแรง 0.08-0.10 วินาที และการกระโดดสูงมีเวลาในการออกแรง 0.17-

0.18 วินาที เพราะฉะนั้นอัตราการพัฒนาแรงสูงสุด จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการเชื่อมความแข็งแรงหรือแรงสูงสุดไปสู่ทักษะกีฬาได้

นอกจากนี้ผลของการฝึกในกลุ่มทดลองของเรา ยังสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ นิวตันและเครเมอร์ (Newton & Kraemer, 1994) ว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ควรมีการส่งเสริมต่อการพัฒนาอัตราการพัฒนาแรง การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานและทักษะการเคลื่อนไหว ซึ่งการพัฒนาปัจจัยเหล่านี้อาจเกิดจากการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular coordination) หรือมีการทำงานประสานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Excitatory reaction) กับปฏิกิริยารั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory reaction) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลาง (Bompa, 1993)

ความแตกต่างของการพัฒนาที่เกิดขึ้นอาจเกิดได้จากความแตกต่างของผลฉับพลันในการศึกษาที่ 1 ที่พบว่า เงื่อนไขของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อสูงสุด และความเร็วบาร์เบลสูงสุดในช่วงกระโดดขึ้น มากกว่าเงื่อนไขของกลุ่มควบคุม จึงอาจส่งผลให้กลุ่มทดลองมีการพัฒนาในด้านความสามารถการวิ่งในระยะ 5, 10 และ 20 เมตร รวมทั้งอัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา (Harris, Cronin, Hopkins, & Hansen, 2008; Requena et al., 2011; Sleivert & Taingahue, 2004) ที่พบว่าการฝึกในเงื่อนไขที่เกิดค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด จะส่งผลต่อการพัฒนาด้านการวิ่ง และอัตราการพัฒนาแรงสูงสุดได้ดี รวมทั้งการมีค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดที่ดีจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการมีความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้ดีขึ้นด้วย

ผลการศึกษาของเราสนับสนุน แนวความคิดและผลของงานวิจัยที่ผ่านมา (Baker & Nance, 1999; Scanlan et al., 2020; Thomas et al., 2015) ว่าปัจจัยสำคัญในการพัฒนาการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะใช้แรงระเบิด โดยเฉพาะในนักกีฬาบาสเกตบอล คือ อัตราการพัฒนาแรงสูงสุด (Taber et al., 2016) เนื่องจากในกลุ่มทดลองมีการพัฒนาด้านการวิ่ง เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง รวมทั้งมีการพัฒนาค่าเฉลี่ยอัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ จึงอาจกล่าวได้ว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้น เป็นผลมาจากเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกที่แตกต่างกัน

สรุปภาพรวมผลการวิจัยการศึกษาที่ 1 และ 2

ผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดในท่าสควอท เป็นเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก เนื่องจากช่วยลดการเกิดการรั้งการเคลื่อนไหวของรีเฟล็กซ์ กอลจิ เทนดอน ออร์แกน ที่เกิดจากแรงกระแทก และแรงดลใน 50 มิลลิวินาทีแรกได้ ส่งผลให้สามารถแสดงค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด และความเร็วบาร์เบล

สูงสุด ต่อเนื่องในจังหวะการกระโดดขึ้นในครั้งต่อไปได้ อย่างไรก็ตามเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกที่ 50% เป็นอีกเงื่อนไขหนึ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เช่นเดียวกัน

ผลของการฝึกในระยะ 6 สัปดาห์ พบว่า เกิดการพัฒนาไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ในด้านอัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์ และความสามารถในการวิ่ง ไม่มีความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการฝึก ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าการฝึกด้วยเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกส่งเสริมให้เกิดพลังกล้ามเนื้อและความเร็วบาร์เบลสูงสุด ส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาได้ดี จากการพัฒนาความสามารถในการออกแรงอย่างรวดเร็วหรือแรงระเบิดของกล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. โค้ชและผู้ฝึกสอนควรให้ความสำคัญกับระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักกีฬา ก่อนนำการแบกน้ำหนักกระโดดที่มีความหนัก 30% ของ 1 อาร์เอ็มไปใช้ในการฝึก รวมทั้งควรให้ความสำคัญกับเทคนิคหรือวิธีการในการลดแรงหรือความหนักในช่วงการลงสู่พื้น เพื่อลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บและลดการรั้งการเคลื่อนไหว จากรีเฟล็กซ์ของกอลจิ เทนดอน ออร์แกน ที่อาจจะเกิดขึ้น

2. หากโค้ชและผู้ฝึกสอนไม่สามารถที่จะใช้เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทกได้ เราเสนอแนะว่าสามารถใช้เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50% ที่มีผลใกล้เคียงกันกับเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100% แบบลดแรงกระแทก และง่ายต่อการนำไปใช้ได้

3. หากไม่สามารถที่จะลดความหนักเอ็คเซ็นตริกได้ โค้ชและผู้ฝึกสอนควรใช้น้ำหนักในการฝึกที่น้อยกว่า 30% ของ 1 อาร์เอ็ม เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาถึงค่าตัวแปรทางคิเนติกส์ และคิเนเมติกส์ที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละมุมข้อต่อ รวมทั้งแบบจำลองเงื่อนไขของร่างกายเพื่อสามารถอธิบายถึงตัวแปรที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น

2. อาจมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมในการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยความหนัก 30% ของ 1 อาร์เอ็ม ไปใช้เปรียบเทียบผลของช่วงโปรแกรมการฝึกซ้อมที่แตกต่างกัน

3. อาจมีการศึกษาเปรียบเทียบเพิ่มเติมระหว่างตำแหน่งของน้ำหนักหรือชนิดของบาร์ที่แตกต่างกัน เช่น บาร์ตรงและบาร์หกเหลี่ยม เพื่อพัฒนารูปแบบในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดต่อไป

บรรณานุกรม

ราตรี สุดทรวง. (2539). ประสาทสรีรวิทยา (พิมพ์ครั้งที่ 3 ed.). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.

Baker, D., & Nance, S. (1999). The Relation Between Running Speed and Measures of Strength and Power in Professional Rugby League Players. *J Strength Cond Res, 13*(3), 230-235.

Banda, D. S., Beitzel, M. M., Kammerer, J. D., Salazar, I., & Lockie, R. G. (2019). Lower-Body Power Relationships to Linear Speed, Change-of-Direction Speed, and High-Intensity Running Performance in DI Collegiate Women's Basketball Players. *J Hum Kinet, 68*, 223-232.

Basmajian, J., & De Luca, C. (1985). Description and analysis of the EMG signal. Muscles alive: their functions revealed by electromyography. In: Baltimore: Williams & Wilkins.

Bloomfield, J., Ackland, T. R., & Elliott, B. C. (1994). *Applied anatomy and biomechanics in sport*: Melbourne : Blackwell scientific.

Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G. M., Litjens, M. C. A., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine & Science in Sports & Exercise, 28*(11), 1402-1412.

Bompa, T. O. (1993). *Power Training for Sport: Plyometrics for Maximum Power Development*: Coaching Association of Canada.

Bordelon, N. M., et al. (2020). Optimal Load Magnitude and Placement for Peak Power Production in a Vertical Jump: A Segmental Contribution Analysis. *J Strength Cond Res, Publish Ahead of Print*(00), 1-9.

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010a). Adaptations in Athletic Performance after Ballistic Power versus Strength Training. *Med Sci Sports Exerc, 42*(8), 1582-1598.

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010b). Changes in the Eccentric Phase Contribute to Improved Stretch-Shorten Cycle Performance after Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 42*(9), 1731-1744.

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Med, 41*(2), 125-146.

Cox, R. C., & Vargas, J. S. (1966). A comparison of item selection techniques for norm-referenced and criterion-referenced tests.

De Luca, C. J. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of applied biomechanics, 13*(2), 135-163.

de Salles, B. F., et al. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports Med, 39*(9), 765-777.

Devita, P., & Skelly, W. A. (1992). Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetics in the lower extremity. *Med Sci Sports Exerc, 24*(1), 108-115.

Dierking, J. K., & Bemben, M. G. (1998). Delayed Onset Muscle Soreness. *Strength Conditioning, 20*(4), 44-48.

Dugan, E. L., Doyle, T. L., Humphries, B., Hasson, C. J., & Newton, R. U. (2004). Determining the optimal load for jump squats: a review of methods and calculations. *J Strength Cond Res, 18*(3), 668-674.

Faulkner, J., Claflin, D., & McCully, K. (1986). Human Muscle Power.

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.

Häkkinen, K., & Komi, P. V. (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc, 15*(6), 455-460.

Harris, N. K., Cronin, J. B., Hopkins, W. G., & Hansen, K. T. (2008). Squat jump training at maximal power loads vs. heavy loads: effect on sprint ability. *J Strength Cond Res, 22*(6), 1742-1749.

Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol, 10*(5), 361-374.

Hoffman, J. R., et al. (2005). Comparison of loaded and unloaded jump squat training on strength/power performance in college football players. *J Strength Cond Res, 19*(4), 810-815.

Hori, N., et al. (2008). Comparison of Weighted Jump Squat Training With and Without

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Eccentric Braking. *J Strength Cond Res, 22*(1), 54-65.

Hori, N., Newton, R. U., Nosaka, K., & McGuigan, M. R. (2006). Comparison of different methods of determining power output in weightlifting exercises. *Strength and Conditioning Journal, 28*(2), 34.

Humphries, B. J., Newton, R. U., & Wilson, G. J. (1995). The effect of a braking device in reducing the ground impact forces inherent in plyometric training. *Int J Sports Med, 16*(2), 129-133.

Kaneko, M. (1983). Training effect of different loads on thd force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand. J. Sports Sci., 5*, 50-55.

King, K. L. (2014). *Effects of an In-season Resistance Training Program on Lower Extremity Power Output in Collegiate Basketball Players.* (Doctor of Philosophy in Kinesiology). University of Arkansas, Fayetteville, (2297)

Klusemann, M. J., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., & Drinkwater, E. J. (2013). Activity profiles and demands of seasonal and tournament basketball competition. *Int J Sports Physiol Perform, 8*(6), 623-629.

Korkmaz, C., & Karahan, M. (2012). A Comparative Study on the Physical Fitness of Male Basketball Players in Different Divisions. *Journal of Physical Education And Sport Sciences, 6*(1), 16-26.

Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraldo, J. L., & Fu, F. H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med, 25*(1), 130-137.

Li, L., Olson, M. W., & Winchester, J. B. (2008). A proposed method for determining peak power in the jump squat exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 22*(2), 326-331.

Lyttle, A. D., Wilson, G. J., & Ostrowski, K. J. (1996). Enhancing Performance: Maximal Power Versus Combined Weights and Plyometrics Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 10*(3), 173-179.

McBride, J. M., McCaulley, G. O., & Cormie, P. (2008). Influence of preactivity and eccentric muscle activity on concentric performance during vertical jumping. *J Strength Cond Res, 22*(3), 750-757.

McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *J Strength Cond Res, 16*(1), 75-82.

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. (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med Sci Sports Exerc, 31*(2), 323-330.

Nuzzo, J. L., & McBride, J. M. (2013). The effect of loading and unloading on muscle activity during the jump squat. *J Strength Cond Res, 27*(7), 1758-1764.

O'Shea, P. (2000). *Quantum Strength Fitness: II*: Patrick's Books.

Paulus, D. C., Reiser, R. F., & Troxell, W. O. (2004). Pneumatic strength assessment device: design and isometric measurement. *Biomed Sci Instrum, 40*, 277-282.

Peterson, M. D., Alvar, B. A., & Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *J Strength Cond Res, 20*(4), 867-873.

Requena, B., García, I., Requena, F., de Villarreal, E. S., & Cronin, J. B. (2011). Relationship between traditional and ballistic squat exercise with vertical jumping and maximal sprinting. *J Strength Cond Res, 25*(8), 2193-2204.

Rhea, M., et al. (2016). Joint-Angle Specific Strength Adaptations Influence Improvements in Power in Highly Trained Athletes. *Human Movement, 17*(1), 43-49.

Ricard, M., & Veatch, S. (1990). Comparison of Impact Forces in High and Low Impact Aerobic Dance Movements. *Int J Sports Biomech, 6*, 67-77.

Rossetti, M., Munford, S., Snyder, B., Davis, S., & Moir, G. (2017). The Effects of Multiple Sets of Squats and Jump Squats on Mechanical Variables. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 34*(4), 1017-1023.

Scanlan, A. T., et al. (2020). The Isometric Midthigh Pull in Basketball: An Effective Predictor of Sprint and Jump Performance in Male, Adolescent Players. *15*(3), 409.

Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. *Strength and power in sport, 1*,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

381-395.

Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2006). *Sport Physiology for Coaches*: Human Kinetics.

Sleivert, G., & Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *Eur J Appl Physiol, 91*(1), 46-52.

Soriano, M., Jimenez-Reyes, P., Rhea, M., & Marín, P. (2015). The Optimal Load for Maximal Power Production During Lower-Body Resistance Exercises: A Meta-Analysis. *Sports Med*.

Spiteri, T., et al. (2019). Physical Determinants of Division 1 Collegiate Basketball, Women's National Basketball League, and Women's National Basketball Association Athletes: With Reference to Lower-Body Sidedness. *J Strength Cond Res, 33*(1), 159-166.

Stojanović, E., et al. (2018). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports Med, 48*(1), 111-135.

Taber, C., Bellon, C., Abbott, H., & Bingham, G. (2016). Roles of Maximal Strength and Rate of Force Development in Maximizing Muscular Power. *Strength and Conditioning Journal, 38*, 71-78.

Thomas, C., Comfort, P., Chiang, C.-Y., & Jones, A. P. (2015). Relationship between isometric mid-thigh pull variables and sprint and change of direction performance in collegiate athletes. *Journal of Trainology, 4*(1), 6-10.

Townsend, J. R., et al. (2019). Isometric Midthigh Pull Performance Is Associated With Athletic Performance and Sprinting Kinetics in Division I Men and Women's Basketball Players. *J Strength Cond Res, 33*(10), 2665-2673.

Turner, A. N., & Jeffreys, I. (2010). The Stretch-Shortening Cycle: Proposed Mechanisms and Methods for Enhancement. *Strength & Conditioning Journal, 32*(4), 87-99.

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

Wagle, J. P., et al. (2018). Accentuated Eccentric Loading and Cluster Set Configurations in the Back Squat: A Kinetic and Kinematic Analysis. *J Strength Cond Res, 0*(0), 1-8.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Walshe, A. D., & Wilson, G. J. (1997). The influence of musculotendinous stiffness on drop jump performance. *Can J Appl Physiol, 22*(2), 117-132.

Walshe, A. D., Wilson, G. J., & Ettema, G. J. (1998). Stretch-shorten cycle compared with isometric preload: contributions to enhanced muscular performance. *J Appl Physiol (1985), 84*(1), 97-106.

Wilk, K. E., et al. (1993). Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther, 17*(5), 225-239.

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

Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exerc, 25*(11), 1279-1286.

Wilson, J. M., & Flanagan, E. P. (2008). The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. *J Strength Cond Res, 22*(5), 1705-1715.

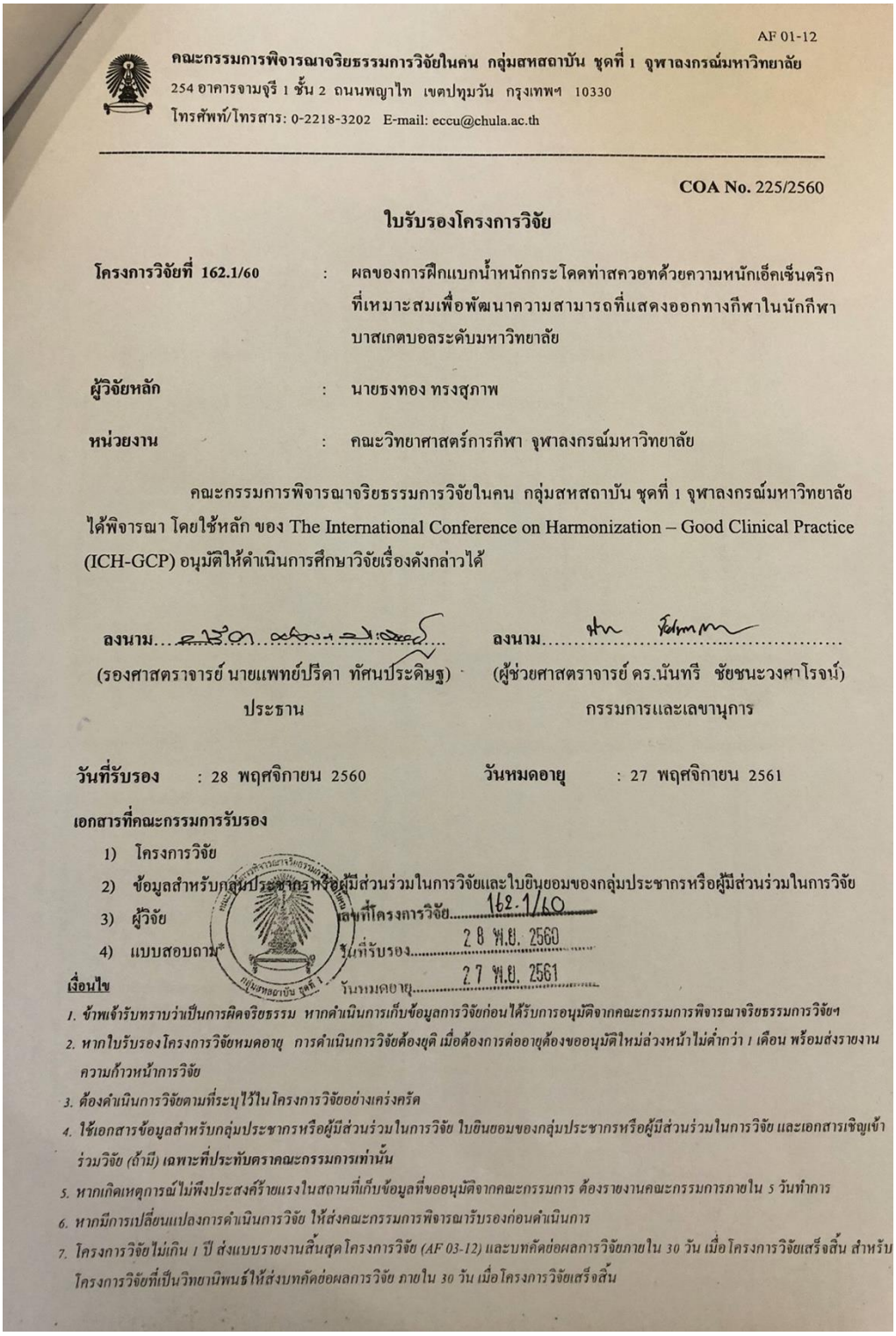
Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and Practice of Strength Training*: Human Kinetics.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
ใบรับรองผลพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน



AF 01-12

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

COA No. 225/2560

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 162.1/60 : ผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยหลัก : นายธงทอง ทรงสุภาพ

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

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

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

วันที่รับรอง : 28 พฤศจิกายน 2560 **วันหมดอายุ** : 27 พฤศจิกายน 2561

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

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

เลขที่โครงการวิจัย 162.1/60
วันที่รับรอง 28 พ.ย. 2560
วันหมดอายุ 27 พ.ย. 2561

เงื่อนไข

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

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การศึกษาที่ 1

AF 04-07

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การศึกษาที่ 1

(Patient/ Participant information Sheet)

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย

ชื่อผู้วิจัย นายธงทอง ทรงสุภาพ ตำแหน่ง นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศาสตราจารย์ ดร.โรเบิร์ต นิวตัน

- **สถานที่ติดต่อผู้วิจัย** คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ที่บ้าน) บ้านเลขที่ 555/89 ต.บางสีทอง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี 11130

โทรศัพท์มือถือ 089-7452995 E-mail : Tongthong_s@hotmail.com

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทที่มีผลฉับพลันต่อตัวแปรทางคิเนเมติกส์ คิเนติกส์ และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยทุกขั้นตอนของการทดสอบ และการฝึกทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยผู้วิจัยเอง ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการศึกษาออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

การศึกษาที่ 1 ศึกษาถึงความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย อายุ 18-25 ปี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 24 คน

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

1. เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี
2. มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวไม่ต่ำกว่า 1.6 เท่า สามารถแบกน้ำหนักย่อตัวเข่าทำมุมประมาณ 120 องศา แล้วดันตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง (Quarter squat)
3. ไม่มีโรคประจำตัว และอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ
4. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
5. ไม่มีการใช้ยา หรือสารกระตุ้นที่ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

1. ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ครบตามแบบแผนการวิจัยที่กำหนดหรือเกิดอาการบาดเจ็บระหว่างการวิจัย

กระบวนการการวิจัยที่กระทำต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ขั้นตอนก่อนการทดลอง

1. ทำการคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ในการคัดเลือก เก็บข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป พร้อมอธิบายรายละเอียดขั้นตอนของวิธีปฏิบัติในการดำเนินการทดลองด้วยตัวเอง

2. ทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือที่ใช้ *ณ ศูนย์ทดสอบวิจัยวัสดุและอุปกรณ์ทางการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย* โดยให้ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที และทำการแบกน้ำหนักด้วยน้ำหนักของบาร์เบล (20 กิโลกรัม) จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด พัก 4 นาที ทำการทดสอบไอโซเมตริก(Isometric squat) ที่มุม 135 องศา 5 วินาที จากนั้นทำการแบกน้ำหนักกระโดดตามสภาวะที่ได้รับเลือก (submaximal) จำนวน 6 ครั้ง ทั้งหมด 1 ชุด พักระหว่างชุด 4 นาที ทั้ง 4 สภาวะ

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

1. ทำการชั่งน้ำหนัก และอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที และทำการแบกน้ำหนักด้วยน้ำหนักของบาร์เบล (20 กิโลกรัม) จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด

2. ทำการติดเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ติดบริเวณมัดกล้ามเนื้อที่ต้องการศึกษา และทำการทดสอบแรงดึงเหยียดขา (Isometric squat) ที่มุม 135 องศา 5 วินาที 2 ครั้ง

3. ผู้เข้าร่วมการวิจัยแบกน้ำหนักกระโดดตามสภาวะที่ได้รับเลือก ย่อมุมเข่าตามที่นักกีฬาแต่ละคนถนัดโดยกระโดดให้เร็วและสูงที่สุด จำนวน 6 ครั้ง ทั้งหมด 2 ชุด พักระหว่างชุด 4 นาที *ใช้เวลาในการทดลองแต่ละครั้งประมาณ 1 ชั่วโมง* ซึ่งในการทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด 4 สภาวะ ตามแบบแผนการทดลอง แต่ละสภาวะห่างกันเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงบทบาท และระดับของความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด ผลในการฝึกที่นำไปใช้ประโยชน์ในด้านการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา การจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมของนักกีฬา รวมทั้งเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า เทคนิคที่ใช้ในการช่วยฝึกซ้อมพัฒนานักกีฬา *และเพื่อพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาของประเทศต่อไป*

ความเสี่ยงในการเข้าร่วมวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์บาร์ป้องกัน (Safety bar) *เพื่อช่วยลดความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บ จากความผิดพลาดทางด้านเทคนิคขณะการแบกน้ำหนักกระโดด และแรงกระแทกของน้ำหนักขณะลงสู่พื้น ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่า และข้อเท้าพลิกได้* สำหรับการทดสอบผู้วิจัยได้ควบคุมการฝึกด้วยตนเอง ซึ่งมีความชำนาญในการควบคุมการฝึกในขั้นตอนต่างๆ *หากเกิดอาการบาดเจ็บจากการทดลอง จะได้รับการช่วยเหลือปฐมพยาบาลเบื้องต้น และนำส่งโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบในการออกค่ารักษาพยาบาลทั้งหมด*

การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดย**สมัครใจ** และสามารถ**ปฏิเสธ**ที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกทำลายหลังจากได้รับการตีพิมพ์เป็นระยะเวลา 2 ปี

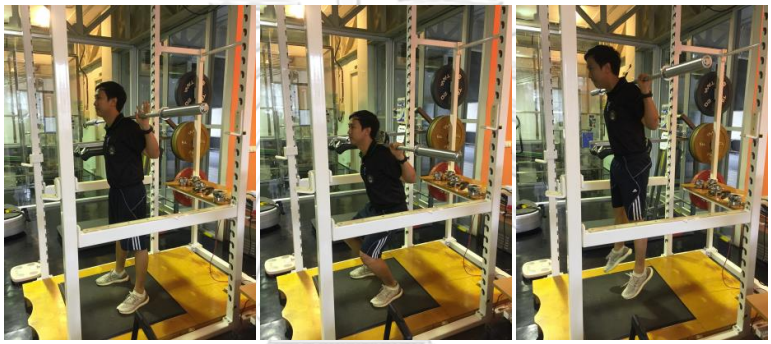
หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว**เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่**

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

ผู้วิจัยจะมอบค่าตอบแทน สำหรับค่าพาหนะและค่าชดเชยการเสียเวลามาดำเนินการทดลอง ที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครั้งละ 200 บาท รวมทั้งเตรียมน้ำดื่ม ให้แก่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยในแต่ละครั้งด้วย

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม การวิจัยในคนกลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th”

รูปภาพขณะทดสอบการแบกน้ำหนักกระโดด



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การศึกษาที่ 2 กลุ่มทดลอง

AF 04-07

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การศึกษาที่ 2 กลุ่มทดลอง

(Patient/ Participant information Sheet)

ชื่อโครงการวิจัย	ผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย
ชื่อผู้วิจัย	นายธงทอง ทรงสุภาพ ตำแหน่ง นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ ดร.โรเบิร์ต นิวตัน
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย	คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
(ที่บ้าน)	บ้านเลขที่ 555/89 ต.บางสีทอง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี 11130
โทรศัพท์มือถือ	089-7452995 E-mail : Tongthong_s@hotmail.com

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดโดยควบคุมความหนักเอ็คเซ็นตริกที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยทุกขั้นตอนของการทดสอบ และการฝึกทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยผู้วิจัยเอง ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการศึกษาออกเป็นดังต่อไปนี้

การศึกษาที่ 2 ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม อายุระหว่าง 18-25 ปี ซึ่งได้จากการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 24 คน

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

1. เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี
2. มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวไม่ต่ำกว่า 1.6 เท่า สามารถแบกน้ำหนักย่อตัวเข่าทำมุมประมาณ 120 องศา แล้วดันตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง (Quarter squat)
3. ไม่มีโรคประจำตัว และอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ
4. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
5. ไม่มีการใช้ยา หรือสารกระตุ้นที่ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ
6. *เป็นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การศึกษาที่ 1*

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

1. ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ครบตามแบบแผนการวิจัยที่กำหนดหรือเกิดอาการบาดเจ็บระหว่างการวิจัย

กระบวนการการวิจัยที่กระทำต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

1. ทำการทดสอบความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาก่อนการทดลอง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 วัน ห่างกัน 48 ชม. วันแรกทำการทดสอบ 1.องค์ประกอบของร่างกาย*ด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (BIA)* จากนั้น*ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที 2. ทำการทดสอบ*ความสามารถในการกระโดด*บนแผ่นวัดแรง วิธีทดสอบยืนย่อตัวกระโดด (Countermovement jump) การทดสอบย่อตัวกระโดด (Static jump) และการทดสอบกระโดดรอปจัมพ์ (Drop jump) แบบละ 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที หลังจากนั้นพักเป็นระยะเวลา 10 นาที 3.ทดสอบความเร็วในระยะ 20 เมตร และ 4.ทดสอบความคล่องตัวด้วยวิธีการวิ่งแตะกรวยเป็นรูปแบบ ที เทส (T-test) โดยอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการวิ่งเกือบเต็มความสามารถ 2 รอบ พัก 3 นาที ทำการทดสอบวิ่งระยะ 20 เมตรทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 3 นาที หลังจากนั้นทำการพักเป็นระยะเวลา 10 นาที ทำการทดสอบความคล่องตัวทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 3 นาที วันที่สองทำการทดสอบความแข็งแรง และพลังของกล้ามเนื้อ*ด้วยเครื่อง FT700 Power Cage 1.ทดสอบน้ำหนักที่มากที่สุดที่นักกีฬาสามารถยกได้ 1 ครั้ง (1RM) โดยอบอุ่นร่างกาย เริ่มยกน้ำหนักในท่าบาร์เบลสควอท 20 กิโลกรัม 1-5 ครั้ง แล้วทำการเพิ่มน้ำหนักที่นักกีฬาสามารถยกได้ไม่เกิน 4 ครั้ง ทำการทดสอบทั้งแบบคอนเซ็นตริกอย่างเดียว และแบบเอ็คเซ็นตริกร่วมกับคอนเซ็นตริก พักระหว่างการทดสอบอย่างน้อย 5 นาที 2. ทำการทดสอบแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้น้ำหนัก 30% ของ 1RM แบบเอ็คเซ็นตริกร่วมกับคอนเซ็นตริก กระโดดให้เร็วและสูงที่สุดทั้งหมด 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที 3.ทำการทดสอบไอโซเมตริก (Isometric mid-thigh pull) บนแท่นวัดแรง โดยย่อเข่าทำมุม 135 องศาและออกแรงเกร็งค้างครั้งละ 5 วินาที 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที 4.ทำการทดสอบไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180 และ 300 องศาต่อวินาทีด้วย*เครื่องไอโซคิเนติก ยี่ห้อ Physiomed รุ่น Con-trex ประเทศเยอรมัน ทดสอบโดยอบอุ่นร่างกาย 1 เซ็ตๆละ 3 ครั้ง พักระหว่างเซ็ต 3 นาที แล้วทำการทดสอบความเร็วที่กำหนดอย่างละ 1 เซ็ตๆละ 3 ครั้ง

2. แบ่งผู้เข้าร่วมวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ทั้ง 2 กลุ่มทำการชั่งน้ำหนัก และอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที และแบกน้ำหนักกระโดดด้วยบาร์เบล (20 กิโลกรัม) จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด

3. กลุ่มทดลองทำการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสม (ผลจากการศึกษาที่ 1) จำนวน 6 ชุดๆละ 6 ครั้ง พักระหว่างชุด 4 นาที ใช้เวลาแต่ละครั้งประมาณ 1 ชั่วโมง ฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ๆละ 2 วัน คือ วันจันทร์ และวันพฤหัสบดี ช่วงเวลา 9.00-12.00 น.

4. ทำการทดสอบความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาหลังการทดลอง โดยใช้วิธีการทดสอบเช่นเดียวกับก่อนการทดลอง

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงบทบาท และระดับของความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด ผลในการฝึกที่นำไปใช้ประโยชน์ในด้านการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา การจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมของนักกีฬา รวมทั้งเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า เทคนิคที่ใช้ในการช่วยฝึกซ้อมนักกีฬา *และเพื่อพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาของประเทศต่อไป*

ความเสี่ยงในการเข้าร่วมวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์บาร์ป้องกัน (Safety bar) *เพื่อช่วยลดความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บ จากความผิดพลาดทางด้านเทคนิคขณะการแบกน้ำหนักกระโดด และแรงกระแทกของน้ำหนักขณะลงสู่พื้น ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่า และข้อเท้าพลิกได้* สำหรับการทดสอบผู้วิจัยได้ควบคุมการฝึกด้วยตนเอง ซึ่งมีความชำนาญในการควบคุมการฝึกในขั้นตอนต่างๆ *หากเกิดอาการบาดเจ็บจากการทดลอง จะได้รับการช่วยเหลือปฐมพยาบาลเบื้องต้น และนำส่งโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบในการออกค่ารักษาพยาบาลทั้งหมด*

การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดย**สมัครใจ** และสามารถ**ปฏิเสธ**ที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกทำลายหลังจากได้รับการตีพิมพ์เป็นระยะเวลา 2 ปี

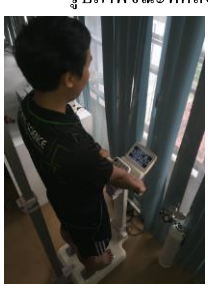
หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว**เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่**

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

ผู้วิจัยจะมอบค่าตอบแทน สำหรับค่าพาหนะและค่าชดเชยการเสียเวลามาดำเนินการทดลอง ที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครั้งละ 200 บาท รวมทั้งเตรียมน้ำดื่ม ให้แก่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยในแต่ละครั้งด้วย

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม การวิจัยในคนกลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th”

รูปภาพขณะทดสอบความสามารถทางกีฬา



รูปภาพขณะทดสอบความสามารถทางกีฬา (ต่อ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การศึกษาที่ 2 กลุ่มควบคุม

AF 04-07

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การศึกษาที่ 2 กลุ่มควบคุม

(Patient/ Participant information Sheet)

ชื่อโครงการวิจัย	ผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย
ชื่อผู้วิจัย	นายธงทอง ทรงสุภาพ ตำแหน่ง นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ ดร.โรเบิร์ต นิวตัน
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย	คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
(ที่บ้าน)	บ้านเลขที่ 555/89 ต.บางสีทอง อ.บางกรวย จ.นนทบุรี 11130
โทรศัพท์มือถือ	089-7452995 E-mail : Tongthong_s@hotmail.com

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดโดยควบคุมความหนักเอ็คเซ็นตริกที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยทุกขั้นตอนของการทดสอบ และการฝึกทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยผู้วิจัยเอง ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการศึกษาออกเป็นดังต่อไปนี้

การศึกษาที่ 2 ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่มีต่อการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม อายุระหว่าง 18-25 ปี ซึ่งได้จากการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 24 คน

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

1. เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี
2. มีอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวไม่ต่ำกว่า 1.6 เท่า สามารถแบกน้ำหนักย่อตัวเข่าทำมุมประมาณ 120 องศา แล้วดันตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง (Quarter squat)
3. ไม่มีโรคประจำตัว และอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ
4. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
5. ไม่มีการใช้ยา หรือสารกระตุ้นที่ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ
6. *เป็นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การศึกษาที่ 1*

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

1. ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ครบตามแบบแผนการวิจัยที่กำหนดหรือเกิดอาการบาดเจ็บระหว่างการวิจัย

กระบวนการการวิจัยที่กระทำต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

1. ทำการทดสอบความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาก่อนการทดลอง โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 วัน ห่างกัน 48 ชม. วันแรกทำการทดสอบ 1.องค์ประกอบของร่างกาย*ด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (BIA)* จากนั้น*ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที 2. ทำการทดสอบ*ความสามารถในการกระโดด*บนแผ่นวัดแรง วิธีทดสอบยืนย่อตัวกระโดด (Countermovement jump) การทดสอบย่อตัวกระโดด (Static jump) และการทดสอบกระโดดดรอปจัมพ์ (Drop jump) แบบละ 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที หลังจากนั้นพักเป็นระยะเวลา 10 นาที 3.ทดสอบความเร็วในระยะ 20 เมตร และ 4.ทดสอบความคล่องตัวด้วยวิธีการวิ่งแตะกรวยเป็นรูปแบบ ที เทส (T-test) โดยอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการวิ่งเกือบเต็มความสามารถ 2 รอบ พัก 3 นาที ทำการทดสอบวิ่งระยะ 20 เมตรทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 3 นาที หลังจากนั้นทำการพักเป็นระยะเวลา 10 นาที ทำการทดสอบความคล่องตัวทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 3 นาที วันที่สองทำการทดสอบความแข็งแรง และพลังของกล้ามเนื้อ*ด้วยเครื่อง FT700 Power Cage 1.ทดสอบน้ำหนักที่มากที่สุดที่นักกีฬาสามารถยกได้ 1 ครั้ง (1RM) โดยอบอุ่นร่างกาย เริ่มยกน้ำหนักในท่าบาร์เบลสควอท 20 กิโลกรัม 1-5 ครั้ง แล้วทำการเพิ่มน้ำหนักที่นักกีฬาสามารถยกได้ไม่เกิน 4 ครั้ง ทำการทดสอบทั้งแบบ คอนเซ็นตริกอย่าง และแบบเอ็คเซ็นตริกร่วมกับคอนเซ็นตริก พักระหว่างการทดสอบอย่างน้อย 5 นาที 2. ทำการทดสอบแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้น้ำหนัก 30% ของ 1RM แบบเอ็คเซ็นตริกร่วมกับคอนเซ็นตริก กระโดดให้เร็วและสูงที่สุดทั้งหมด 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที 3.ทำการทดสอบไอโซเมตริก (Isometric mid-thigh pull) บนแท่นวัดแรง โดยย่อเข่าทำมุม 135 องศาและออกแรงเกร็งค้างครั้งละ 5 วินาที 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที 4.ทำการทดสอบไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60, 180 และ 300 องศาต่อวินาทีด้วย*เครื่องไอโซคิเนติก ยี่ห้อ Physiomed รุ่น Con-trex ประเทศเยอรมัน ทดสอบโดยอบอุ่นร่างกาย 1 เซ็ตๆละ 3 ครั้ง พักระหว่างเซ็ต 3 นาที แล้วทำการทดสอบความเร็วที่กำหนดอย่างละ 1 เซ็ตๆละ 3 ครั้ง

2. แบ่งผู้เข้าร่วมวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ทั้ง 2 กลุ่มทำการชั่งน้ำหนัก และอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที และแบกน้ำหนักกระโดดด้วยบาร์เบล (20 กิโลกรัม) จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด

3. กลุ่มควบคุม ทำการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดด้วยความหนัก 30 % ของ 1 RM ควบคุมระดับความหนักเอ็คเซ็นตริก โดยใช้ความหนัก 100% จำนวน 6 ชุดๆละ 6 ครั้ง พักระหว่างชุด 4 นาที ใช้เวลาแต่ละครั้งประมาณ 1 ชั่วโมง ฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ๆละ 2 วัน คือ วันจันทร์ และวันพฤหัสบดี ช่วงเวลา 9.00-12.00 น.

4. ทำการทดสอบความสามารถที่แสดงออกทางกีฬาหลังการทดลอง โดยใช้วิธีการทดสอบเช่นเดียวกับก่อนการทดลอง

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงบทบาท และระดับของความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมในการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด ผลในการฝึกที่นำไปใช้ประโยชน์ในด้านการพัฒนาความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา การจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมของนักกีฬา รวมทั้งเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า เทคนิคที่ใช้ในการช่วยฝึกซ้อมนักกีฬา *และเพื่อพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาของประเทศต่อไป*

ความเสี่ยงในการเข้าร่วมวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์บาร์ป้องกัน (Safety bar) *เพื่อช่วยลดความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บ จากความผิดพลาดทางด้านเทคนิคขณะการแบกน้ำหนักกระโดด และแรงกระแทกของน้ำหนักขณะลงสู่พื้น ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บบริเวณข้อเข่า และข้อเท้าพลิกได้* สำหรับการทดสอบผู้วิจัยได้ควบคุมการฝึกด้วยตนเอง ซึ่งมีความชำนาญในการควบคุมการฝึกในขั้นตอนต่างๆ *หากเกิดอาการบาดเจ็บจากการทดลอง จะได้รับการช่วยเหลือปฐมพยาบาลเบื้องต้น และนำส่งโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบในการออกค่ารักษาพยาบาลทั้งหมด*

การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดย**สมัครใจ** และสามารถ**ปฏิเสธ**ที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกทำลายหลังจากได้รับการตีพิมพ์เป็นระยะเวลา 2 ปี

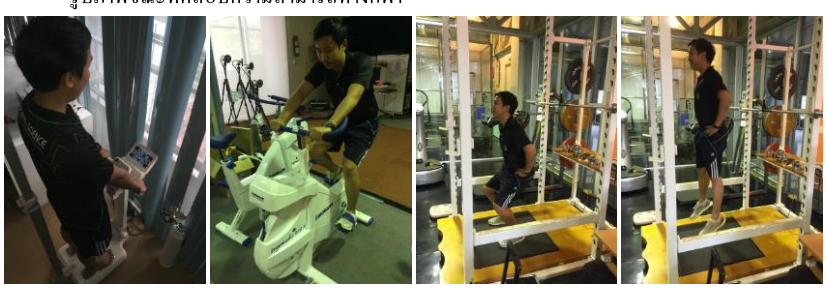
หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว**เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่**

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

ผู้วิจัยจะมอบค่าตอบแทน สำหรับค่าพาหนะและค่าชดเชยการเสียเวลามาดำเนินการทดลอง ที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครั้งละ 200 บาท รวมทั้งเตรียมน้ำดื่ม ให้แก่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยในแต่ละครั้งด้วย

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม การวิจัยในคนกลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202 E-mail: eccu@chula.ac.th”

รูปภาพขณะทดสอบความสามารถทางกีฬา



AF 04-07

รูปภาพขณะทดสอบความสามารถทางกีฬา (ต่อ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรม วงศ์ประเสริฐ	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารมย์ ตรีราช	วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร กมุทศรี	วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
4. อาจารย์ ว่าที่ ร.ต.ธเนษฐ์พงษ์ สุขวงศ์	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
5. อาจารย์มาโนช บุตรเมือง	ผู้เชี่ยวชาญด้านการฝึกสมรรถภาพทางกาย การกีฬาแห่งประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

ผลการประเมินเนื้อหาของโปรแกรมการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด

(Weighted jump squat training)

ภายใต้ดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์

เนื้อหา	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
1. ท่าที่ใช้ยืนตรงเท้ากว้างประมาณช่วงไหล่แบกน้ำหนัก แล้วย่อตัวลงมุมเข่าตามที่นักกีฬาแต่ละคนถนัดโดยกระโดดให้เร็วและสูงที่สุดต่อเนื่องกับการลงสู่พื้น	4	1	0	0.8
2. ความหนักที่ใช้ในการฝึก 30% ของ 1 อาร์เอ็ม	5	0	0	1.0
3. จำนวนครั้งต่อชุดของการฝึก จำนวน 6 ครั้ง	5	0	0	1.0
4. จำนวนชุดของโปรแกรมการฝึก จำนวน 6 ชุด	5	0	0	1.0
5. ระยะเวลาการพักระหว่างชุด 4 นาที	4	1	0	0.8
6. ความถี่ของโปรแกรมการฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์	5	0	0	1.0
7. ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก 6 สัปดาห์	5	0	0	1.0
8. ช่วงอบอุ่นร่างกายปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที แบกน้ำหนักกระโดดด้วยบาร์เบล 20 กิโลกรัม จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด	3	2	0	0.6

จากตารางแสดงผลการตรวจสอบ พบว่า ไม่มีข้อรายการใดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 (Cox & Vargas, 1966) แสดงว่ามีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ฝึกนักกีฬาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

ผลการประเมินเนื้อหาของโปรแกรมการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสม (Weighted jump squat training with optimal eccentric loading)

ภายใต้ดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์

เนื้อหา	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
1. ท่าที่ใช้ยืนตรงเท้ากว้างประมาณช่วงไหล่แบกน้ำหนัก แล้วย่อตัวลงมุมเข่าตามที่นักกีฬาแต่ละคนถนัดโดยกระโดดให้เร็วและสูงที่สุดต่อเนื่องกับการลงสู่พื้น	4	1	0	0.8
2. ความหนักที่ใช้ในการฝึก 30% ของ 1 อาร์เอ็ม	5	0	0	1.0
3. จำนวนครั้งต่อชุดของการฝึก จำนวน 6 ครั้ง	5	0	0	1.0
4. จำนวนชุดของโปรแกรมการฝึก จำนวน 6 ชุด	5	0	0	1.0
5. ระยะเวลาการพักระหว่างชุด 4 นาที	4	1	0	0.8
6. ความถี่ของโปรแกรมการฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์	5	0	0	1.0
7. ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก 6 สัปดาห์	5	0	0	1.0
8. ช่วงอบอุ่นร่างกายปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที แบกน้ำหนักกระโดดด้วยบาร์เบล 20 กิโลกรัม จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด	3	2	0	0.6

จากตารางแสดงผลการตรวจสอบ พบว่า ไม่มีข้อรายการใดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 (Cox & Vargas, 1966) แสดงว่ามีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ฝึกนักกีฬาได้ภาคผนวก

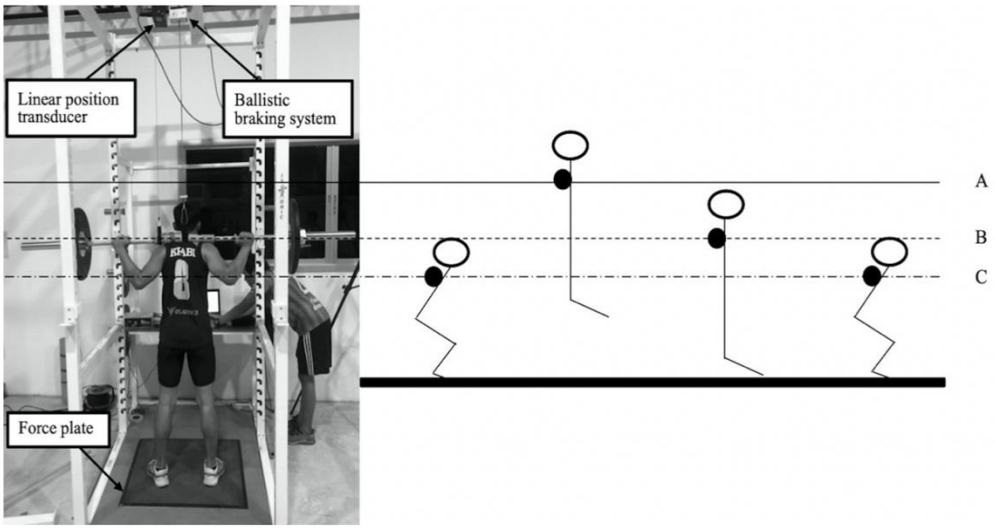
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ
การคิดความหนักเอ็คเซ็นตริก

ยกตัวอย่าง

ผู้เข้าร่วมวิจัยมีน้ำหนัก 75 กิโลกรัม ความหนักที่แบก 50 กิโลกรัม (30 % ของ 1 อาร์เอ็ม)
วิธีของนารุฮิโระ โฮริ และคณะ (Hori et al., 2008)

ความหนักเอ็คเซ็นตริก = [น้ำหนักตัว + (เงื่อนไข x ความหนักที่แบก)]



ภาพทำงานของระบบเบรกแม่เหล็กไฟฟ้า

โดยเส้น A แสดงถึงจุดที่กระโดดสูงสุด เส้น B แสดงถึงจุดที่เท้าสัมผัสพื้น และเส้น C แสดงถึงจุดที่งอเข่าจนต่ำสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 50 เปอร์เซ็นต์ = [75 + (0.5 x 50)]
= [75 + 25] = 100 กิโลกรัม

ดังนั้น นักกีฬาจะกระโดดขึ้นด้วยความหนัก 125 กิโลกรัม (น้ำหนักตัว + ความหนักที่แบก) และลงสู่พื้นด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100 กิโลกรัม (จากจุด A ถึง C)

เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 75 เปอร์เซ็นต์ = [75 + (0.75 x 50)]
= [75 + (37.5)] = 112.5 กิโลกรัม

ดังนั้น นักกีฬาจะกระโดดขึ้นด้วยความหนัก 125 กิโลกรัม (น้ำหนักตัว + ความหนักที่แบก)

และลงสู่พื้นด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 112.5 กิโลกรัม (จากจุด A ถึง C)

เงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100 เปอร์เซ็นต์ = [75 + (1.00 x 50)]

= [75 + (50)] = 125 กิโลกรัม

ดังนั้น นักกีฬาจะกระโดดขึ้นด้วยความหนัก 125 กิโลกรัม (น้ำหนักตัว + ความหนักที่แบก) และลงสู่พื้นด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 125 กิโลกรัม (จากจุด A ถึง C)

และเงื่อนไขความหนักเอ็คเซ็นตริก 100 เปอร์เซ็นต์แบบลดแรงกระแทก

= [75 + (1.00 x 50)]

= [75 + (50)] = 125 กิโลกรัม

ดังนั้น นักกีฬาจะกระโดดขึ้นด้วยความหนัก 125 กิโลกรัม (น้ำหนักตัว + ความหนักที่แบก) และลงสู่พื้นด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 125 กิโลกรัม (จากจุด A ถึง B)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

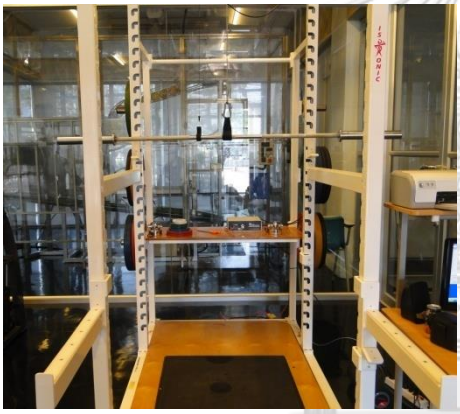
ภาคผนวก ฉ
วิธีการตั้งค่าระดับแรงเบรกแบบเอ็คเซ็นตริก

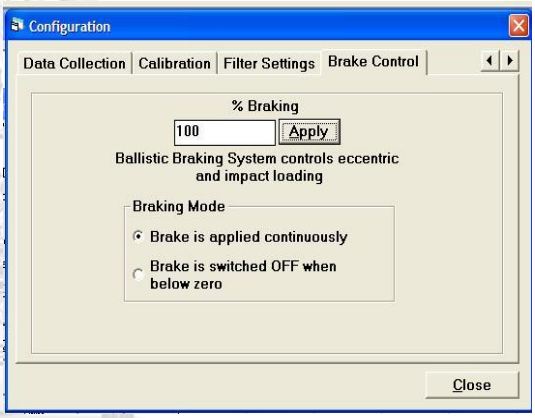
เครื่องมือ

1. เครื่องบะลิสติก เบรกกิ้ง ซิสเต็ม (Ballistic braking system) ประเทศออสเตรเลีย
2. โอลิมปิคบาร์เบลและแผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ประเทศสวีเดน
3. บาร์ป้องกัน (Safety bar)
4. เครื่องบะลิสติก เมสเซอเมินท ซิสเต็ม (Ballistic measurement system)

วิธีการ

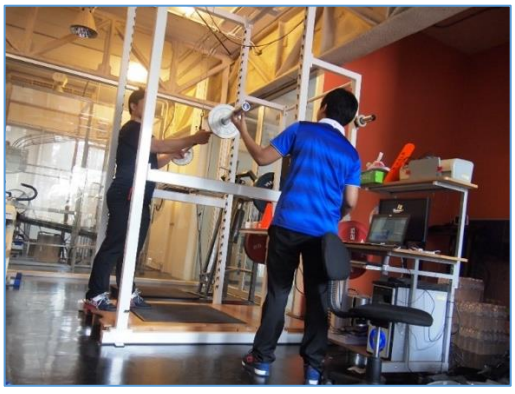
1. ยกโอลิมปิคบาร์เบลให้ลอยเหนือจากบาร์ป้องกันเล็กน้อย
2. ตั้งค่าระดับแรงเบรกแบบเอ็คเซ็นตริกที่ 100 เปอร์เซ็นต์





จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ค่อยๆ เพิ่มแผ่นน้ำหนักใส่ในโอลิมปิคบาร์เบล จนกว่าโอลิมปิคบาร์เบลจะเคลื่อนลงมาอยู่ที่บาร์ป้องกัน
4. คำนวนค่าระดับแรงเบรกแบบเอ็คเซ็นตริกที่ต้องการ และตั้งค่าในเครื่องบะลิสติก เมสเซอเมินท์ ซิสเต็ม (Ballistic measurement system)



ภาคผนวก ช
รูปแบบการฝึก และโปรแกรมการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด
(Weighted jump squat training)

รูปแบบการฝึก

การฝึกแบกน้ำกระโดด หมายถึง การฝึกที่รวมการฝึกด้วยน้ำหนักแบบประเพณีนิยม และการฝึกพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน โดยเน้นให้นักกีฬาสามารถแสดงพลังกล้ามเนื้อออกมาให้ได้สูงที่สุด หรือเรียกว่าการฝึกพลังกล้ามเนื้อสูงสุด รูปแบบของการเคลื่อนไหวที่ใช้ในการฝึก คือ การออกแรงดันหรือโยนวัตถุให้ลอยขึ้นในอากาศอย่างรวดเร็ว เช่น ท่าการแบกน้ำหนักกระโดด (Weighted Jump squat) และท่านอนผลักน้ำหนัก (Bench press throw) จะเน้นการออกแรงสูงสุดอย่างรวดเร็วในจังหวะการกระโดดขึ้นจากพื้น และจังหวะการปล่อยวัตถุให้ลอยขึ้นจากอากาศ โดยที่ไม่มีการลดความเร่งของกล้ามเนื้อในช่วงใกล้จะสิ้นสุดการเคลื่อนไหว *ซึ่งรูปแบบการฝึกนี้มีการศึกษาที่ได้รับการยอมรับ เช่น โคมี่ และคณะ (Cormie et al., 2010a) ที่ศึกษาเปรียบเทียบการฝึกในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่นักกีฬา*

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ใช้น้ำหนักจากโอลิมปิกบาร์เบล และแผ่นเหล็กเพิ่มน้ำหนักแบกไว้บนบ่าแล้วย่อตัวลงต่อเนื่องกับการกระโดดขึ้นจากพื้นให้สูงสุดในแนวดิ่ง และลงสู่พื้น โดยมีการศึกษาการฝึกดังนี้

1. ติดตั้งเครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 power cage) ให้พร้อมกับการทำงาน และทำการใส่น้ำหนักที่ใช้ฝึก

2. ให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกาย เตรียมความพร้อม ก่อนทำการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด

3. ให้นักกีฬามายืนในเครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ แล้วยืนตรงเท้ากว้างประมาณช่วงไหล่ แบกน้ำหนัก แล้วย่อตัวลงมุมเข่าตามที่นักกีฬาแต่ละคนถนัดโดยกระโดดให้เร็วและสูงที่สุดต่อเนื่องกับการลงสู่พื้น

4. ทำในลักษณะแบบนี้ต่อเนื่องจนกว่าจะครบจำนวนชุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โปรแกรมการฝึก

1. ช่วงอบอุ่นร่างกาย ประกอบด้วย

    - ปั่นจักรยานวัดงาน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที

    - แบกน้ำหนักกระโดดด้วยบาร์เบล (20 กิโลกรัม) จำนวน 6 ครั้ง 1 ชุด

2. ฝึกโปรแกรมแบกน้ำหนักกระโดด ด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริก 100 เปอร์เซ็นต์

    ความหนัก 30% ของหนึ่งอาร์เอ็ม

    จำนวนครั้ง 6 ครั้ง

    จำนวนชุด 6 ชุด

3. เวลาพัก

    - พักระหว่างชุด 4 นาที

4. คูลดาวน์ (Cool-down) 10 นาที

    - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

5. ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ติดต่อกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ซ

แบบบันทึกประวัติ และข้อมูลก่อนการทดลองของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

วันที่.....

เลขที่กลุ่มตัวอย่าง.....

อายุ..... น้ำหนัก.....กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์ไขมัน.....

ส่วนสูง.....เซนติเมตร ประสบการณ์ในการฝึกด้วยน้ำหนัก.....ปี

น้ำหนักที่ยกได้ ในท่าควอเตอร์สคอวท.....กิโลกรัม

มีอาการบาดเจ็บจากการฝึกซ้อมปกติหรือไม่.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฌ

แบบบันทึกการศึกษาที่ 1 เพื่อหาความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสม

สำหรับการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด

เลขที่กลุ่มตัวอย่าง..... ช่วงการกระโดดขึ้น / ลงสู่พื้น

ตัวแปร	กระโดดครั้งที่	เงื่อนไข 50 เปอร์เซ็นต์	เงื่อนไข 75 เปอร์เซ็นต์	เงื่อนไข 100 เปอร์เซ็นต์	เงื่อนไข แบบลดแรงกระแทก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ญ

แบบบันทึกการศึกษาที่ 2 ข้อมูลการทดสอบความสามารถที่แสดงออกทางกีฬา

เลขที่กลุ่มตัวอย่าง..... อายุ..... ส่วนสูง.....

ตัวแปร	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 6 สัปดาห์
1 อาร์เอ็มสัมพัทธ์		
แรงดึงไอโซเมตริกสูงสุดสัมพัทธ์		
อัตราการพัฒนาแรงสูงสุดสัมพัทธ์		
พลังสูงสุดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดสัมพัทธ์		
พลังสูงสุดในท่ายืนย่อกระโดดสัมพัทธ์		
พลังสูงสุดในท่าย่อกระโดดสัมพัทธ์		
ความสูงในการกระโดด		
ดรอปจัมพ์		
ระยะ 5 เมตร		
ระยะ 10 เมตร		
ระยะ 20 เมตร		
ทีเทส		
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที		
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที		
แรงเหยียดเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที		
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที		
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 180 องศาต่อวินาที		
แรงงอเข่าไอโซคิเนติกที่ความเร็ว 300 องศาต่อวินาที		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฎ
แบบทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (1 อาร์เอ็ม)

เครื่องมือ

1. เครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 Power Cage) ประเทศออสเตรเลีย
2. โอลิมปิคบาร์เบลและแผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ประเทศสวีเดน
3. บาร์ป้องกัน (Safety bar)

วิธีการการทดสอบ ตามคำแนะนำของโฮริ และคณะ (Hori et al., 2008)

1. อบอุ่นร่างกาย ด้วยการเริ่มยกน้ำหนักบาร์เบล 20 กิโลกรัม 1-5 ครั้ง 1 ชุด ในท่าแบกน้ำหนักย่อตัวเข่าทำมุม ประมาณ 120 องศา แล้วดันตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรง (Quarter squat)

2. ทำการเพิ่มความหนัก 20-40 กิโลกรัม ในแต่ละชุด พักระหว่างชุด 4 นาที จนถึงน้ำหนักประมาณ 60% ของ 1 อาร์เอ็ม

3. ทำการเพิ่มความหนัก 5-10 กิโลกรัม ในแต่ละชุด พักระหว่างชุด 4 นาที จนถึงน้ำหนักประมาณ 90% ของ 1 อาร์เอ็ม (ยกได้จำนวน 4 ครั้ง)

4. นำน้ำหนักที่ยกได้จำนวน 4 ครั้ง ไปคำนวณหาค่า 100% หรือ 1 อาร์เอ็ม

รูปขณะทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ภาคผนวก ฏ
การทดสอบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

เครื่องมือ

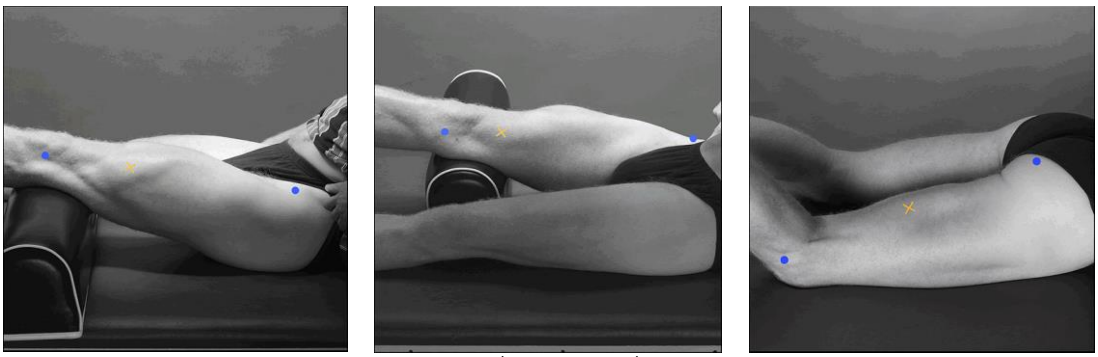
1. เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบไร้สาย รุ่น WBA ยี่ห้อ Megawin ประเทศฟินแลนด์ 1000 hz และคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม Megawin เวอร์ชั่น 3.1b
2. อิเล็คโทรด รุ่น Kendall ยี่ห้อ Covidien ประเทศเยอรมณี
3. กล้องวิดีโอ รุ่น DFK 23U618 ยี่ห้อ The Imaging Source ประเทศเยอรมณี 120 fps
4. ที่โกนหนวด สำลี และแอลกอฮอล์
5. เครื่องวัดองศาของข้อต่อ (Goniometer)
6. เครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 Power Cage) ประเทศออสเตรเลีย

วิธีการการทดสอบ ตามคำแนะนำของเฮอร์เมนส์ และคณะ (Hermens et al., 2000) SENIAM

1. ทำการโกนขนและเช็ดแอลกอฮอล์ทำความสะอาดเพื่อเตรียมพื้นผิวบริเวณมัดกล้ามเนื้อที่จะทำการศึกษาก่อนติดเซ็นเซอร์
2. ทำการวัดตำแหน่ง และมาร์คจุดที่จะทำการติดเซ็นเซอร์ บริเวณขาข้างขวา
3. ทำการทดสอบหาคาการทำงานสูงสุดของกลามเนื้อ (MVC) โดยการทดสอบไอโซเมตริกท่าสควอท (Isometric squat) ที่มุม 135 องศา 5 วินาที จำนวน 2 ครั้ง
4. ทำการเก็บข้อมูลขณะทำการทดสอบแบกน้ำหนักกระโดดในแต่ละเงื่อนไข
5. นำข้อมูลการทำงานของกล้ามเนื้อที่ได้จากการแบกน้ำหนักกระโดด มาเปรียบเทียบกับค่าการทำงานสูงสุดของกล้ามเนื้อ เพื่อเปลี่ยนหน่วยให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) โดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละของค่าการทำงานสูงสุด (%MVC)

จากสมการ %MVC = (Amplitude value / MVC amplitude) x 100

รูปภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล



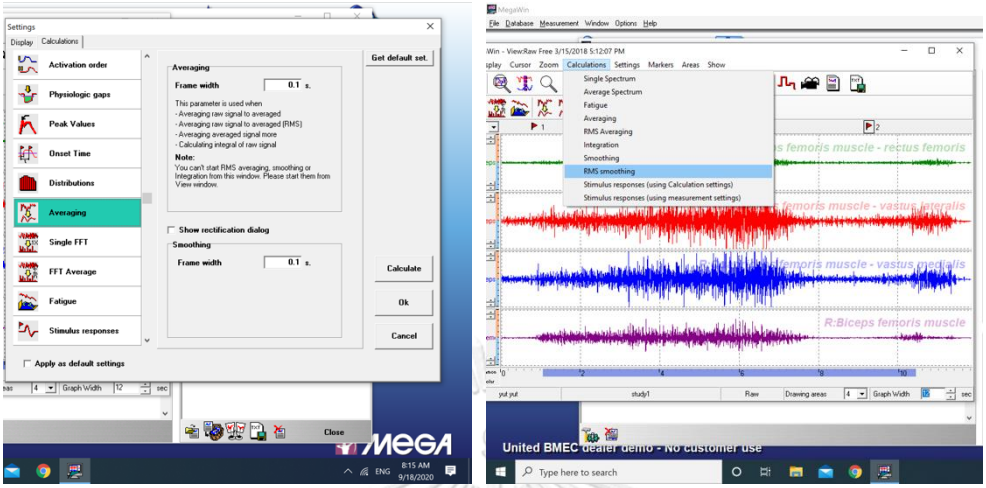
รูปภาพตำแหน่งที่ทำการวัดเพื่อติดเซ็นเซอร์

รูปภาพทำการเตรียมพื้นผิว และติดเซ็นเซอร์

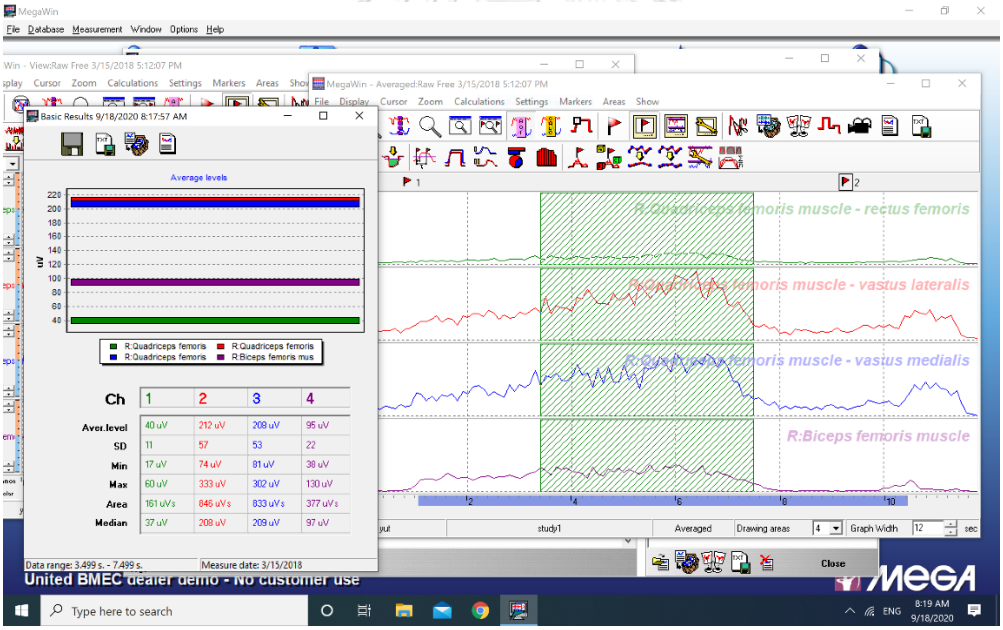
รูปภาพขณะทำทดสอบหาคาการทำงานสูงสุดของกลามเนื้อ (MVC)

ขั้นตอนการวิเคราะห์และดึงข้อมูล

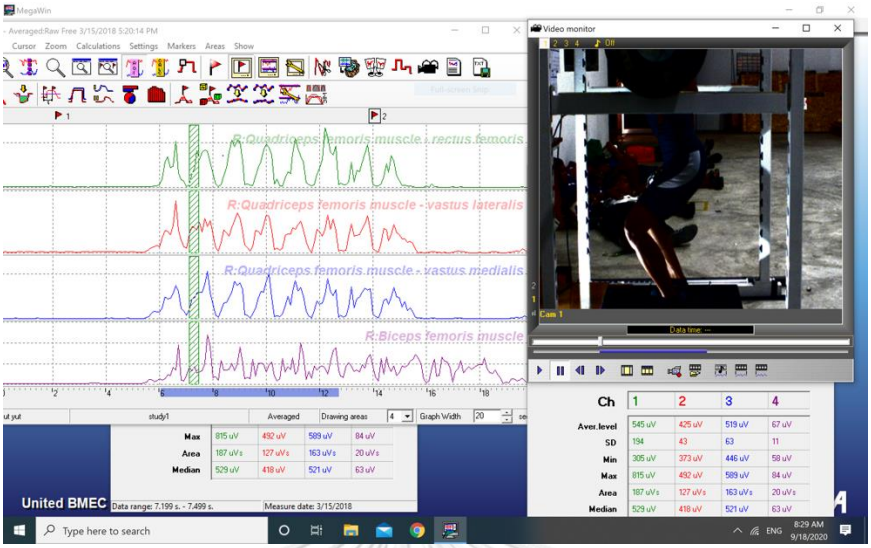
1. ทำการตั้งค่าเวลาในการคำนวณข้อมูลเป็น ค่าเฉลี่ย RMS ที่ 100 มิลลิวินาที



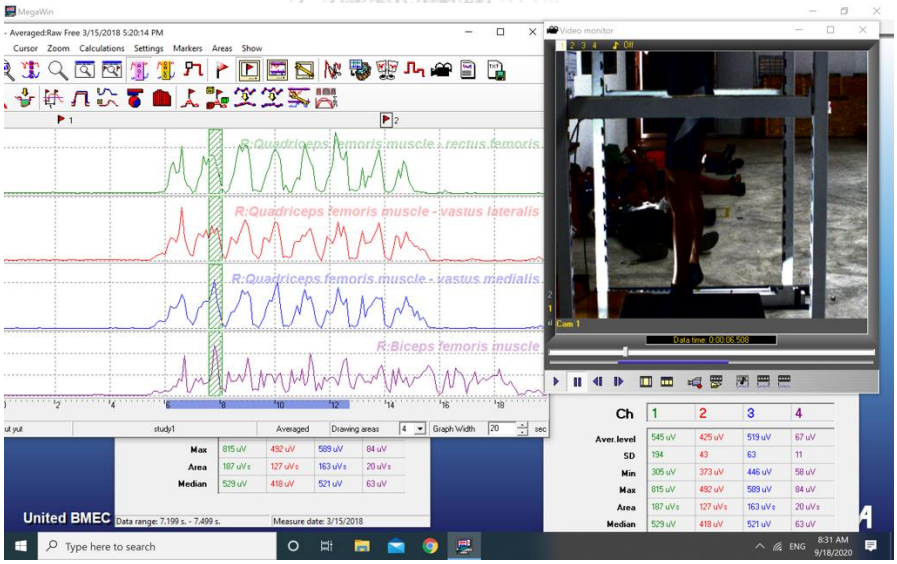
2. ทำการเลือกช่วงที่มีค่าสูงที่สุด จากการทำไอโซเมตริกสควอท



3. ทำการวิเคราะห์และดึงข้อมูลในช่วงการลงสู่พื้น



4. ทำการวิเคราะห์และดึงข้อมูลในช่วงการกระโดดขึ้น



5. ทำการวิเคราะห์และดึงข้อมูลจนครบจำนวนครั้งในแต่ละชุด

ภาคผนวก ฐ
การเตรียมความพร้อมและการสอบเทียบของเครื่องมือ

ผู้วิจัยมีการเตรียมความพร้อม และสอบเทียบเครื่องมือ ก่อนการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรคิเนติกส์ และคิเนเมติกส์ โดยใช้แท่นวัดแรง และเซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง ด้วยวิธีการเดิมทุกครั้ง เพื่อความแม่นตรงและน่าเชื่อถือของข้อมูล ตามวิธีการของบริษัทผู้ผลิดเครื่องมือ

เครื่องมือ

1. เครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 Power Cage) ประเทศออสเตรเลีย
2. โอลิมปิคบาร์เบลและแผ่นน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ประเทศสวีเดน
3. บาร์ป้องกัน (Safety bar)
4. แท่นวัดแรง รุ่น 400S ยี่ห้อ Fitness technology ประเทศออสเตรเลีย 600 hz
5. เซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง รุ่น PT5A linear position transducer ยี่ห้อ Celesco Transducer Products ประเทศแคนาดา 600 hz
6. โปรแกรมบะลิสติก เมสเชอเม้นท์ ซิสเต็ม (Ballistic measurement system software) ประเทศออสเตรเลีย

วิธีการสอบเทียบแท่นวัดแรง

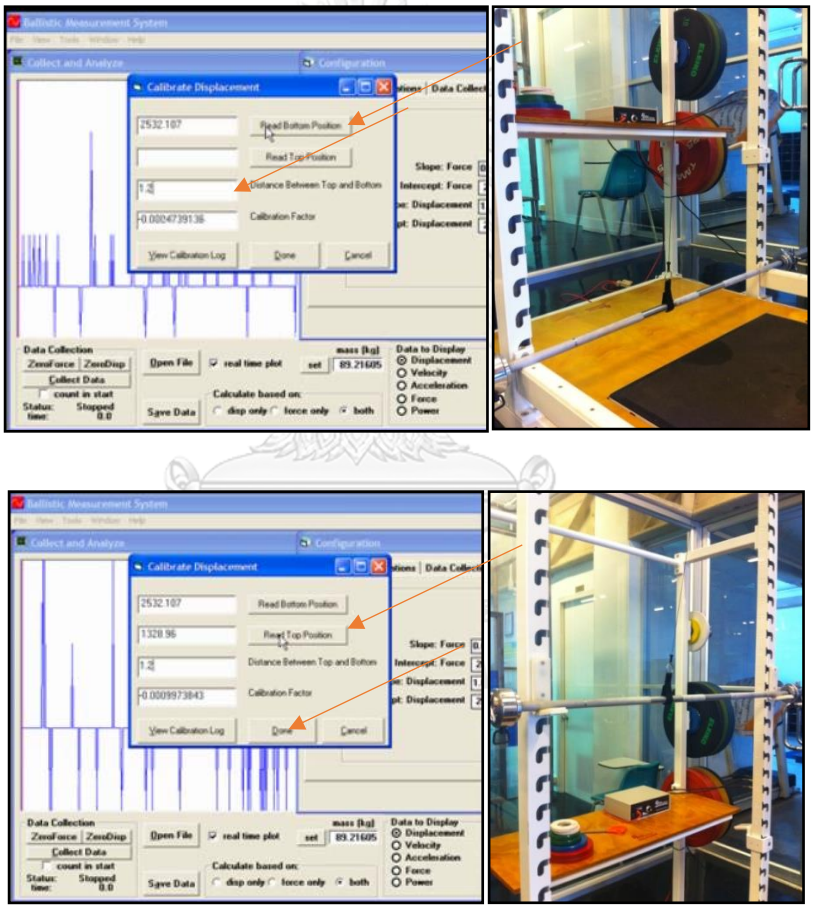
1. ทำการวางแผ่นน้ำหนัก ด้วยน้ำหนักที่น้อยลงบนแท่นวัดแรง และป้อนค่าน้ำหนักลงในโปรแกรม จากนั้นกด Read force A
2. ทำการวางแผ่นน้ำหนัก ด้วยน้ำหนักที่มากลงบนแท่นวัดแรง และป้อนค่าน้ำหนักลงในโปรแกรม จากนั้นกด Read force B และ Done เครื่องจะทำการสอบเทียบเสร็จสิ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการสอบเทียบเซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง

1. ทำการนำเซ็นเซอร์วัดตำแหน่งไปติดที่บาร์เบล และนำบาร์เบลไปวางบนบาร์ป้องกันหมายเลข 1 จากนั้นกด Read bottom position
2. ทำการย้ายบาร์เบลไปวางบนบาร์ป้องกันหมายเลข 16 และป้อนค่าระยะห่างระหว่างบาร์ป้องกัน 1.2 เมตร ลงโปรแกรม จากนั้นกด Read top position เครื่องจะทำการสอบเทียบเสร็จสิ้น

รูปภาพขณะทำการสอบเทียบแท่นวัดแรง



รูปภาพขณะทำการสอบเทียบเซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง

ภาคผนวก ฑ
การดึงข้อมูลผลของตัวแปรคิเนติกส์และคิเนเมติกส์

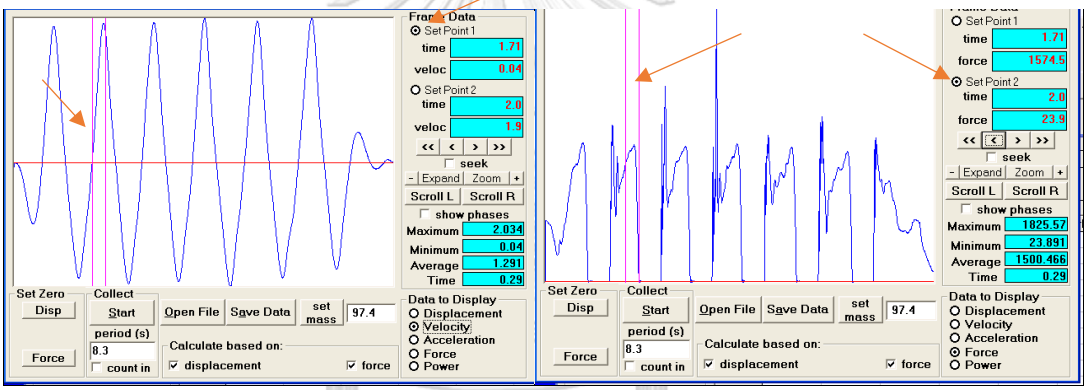
เครื่องมือ

1. โปรแกรมบะลิสติก เมสเซอเม้นท์ ซิสเต็ม (Ballistic measurement system software) ประเทศออสเตรเลีย

2. แท่นวัดแรง รุ่น 400S ยี่ห้อ Fitness technology ประเทศออสเตรเลีย 600 hz

3. เซ็นเซอร์วัดตำแหน่ง รุ่น PT5A linear position transducer ยี่ห้อ Celesco Transducer Products ประเทศแคนาดา 600 hz

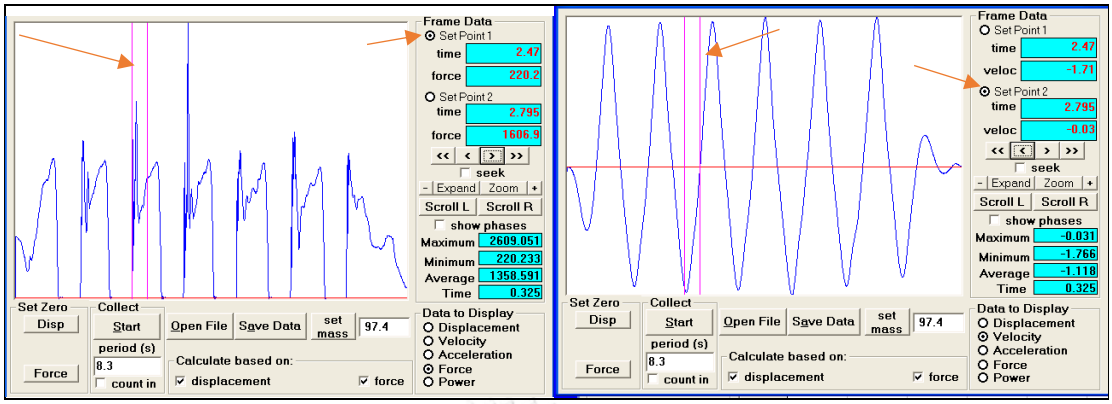
วิธีการช่วงกระโดดขึ้น



รูปขณะดึงข้อมูลของช่วงกระโดดขึ้น จุดเริ่มวิเคราะห์ (Set Point1) มีค่าความเร็วเป็นศูนย์ จนถึงจุดสุดท้ายที่วิเคราะห์ (Set Point2) ค่าแรงปฏิกิริยาสะท้อนจากพื้นมากกว่า 10 นิวตัน

โดยสามารถเลือกดูตัวแปรต่างๆ ในช่วงที่เลือก ได้จากเมนู Data to Display

วิธีการช่วงลงสู่พื้น



รูปขณะดึงข้อมูลของช่วงลงสู่พื้น จุดเริ่มวิเคราะห์ (Set Point1) มีค่าแรงปฏิกิริยาสะท้อนจากพื้นมากกว่า 10 นิวตัน จนถึงจุดสุดท้ายที่วิเคราะห์ (Set Point2) มีค่าความเร็วเป็นศูนย์

โดยทำการดึงข้อมูลวิเคราะห์ในการกระโดดครั้งที่ 2-6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

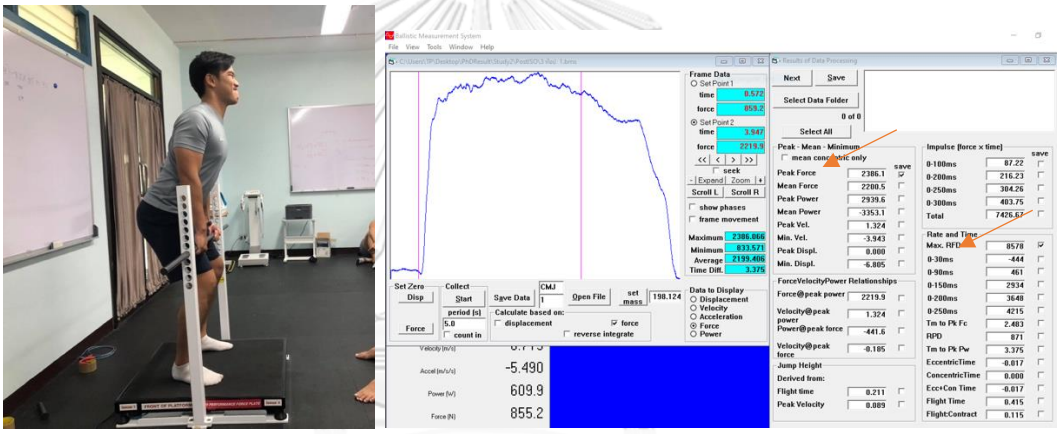
ภาคผนวก ฒ
แบบทดสอบแรงดึงท่าไอโซเมตริกมิดไธพูล (Isometric mid-thigh pull)

เครื่องมือ

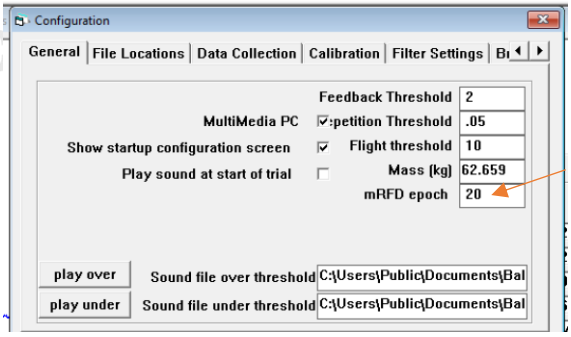
1. เครื่องเอฟที 700 พาวเวอร์เคจ (FT700 Power Cage) ประเทศออสเตรเลีย
2. แท่นวัดแรง รุ่น 400S ยี่ห้อ Fitness technology ประเทศออสเตรเลีย 600 hz
3. โปรแกรมบะลิสติก เมสเชอเม้นท์ ซิสเต็ม (Ballistic measurement system software) ประเทศออสเตรเลีย

วิธีการ

ทำการทดสอบแรงดึงไอโซเมตริก (Isometric mid-thigh pull) บนแท่นวัดแรง โดยย่อเข่าทำมุม 135 องศาและออกแรงเกร็งค้างครั้งละ 5 วินาที 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที



รูปขณะทำการทดสอบ



ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เลือกจุดหรือช่วงวิเคราะห์ให้ครอบคลุมกับช่วงที่เกิดค่าแรงดึงสูงสุด
2. ตั้งค่าการคำนวณค่าอัตราการพัฒนาแรงสูงสุด ในทุกช่วง 20 มิลลิวินาที

ภาคผนวก ณ

แบบทดสอบไอโซคิเนติก (Isokinetic test)

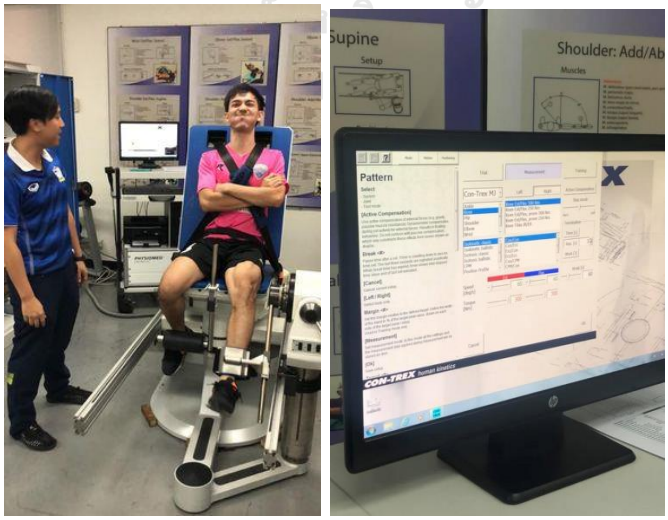
ในการศึกษานี้ มีการทดสอบไอโซคิเนติก ทั้งหมด 2 ท่าๆ ละ 3 ความเร็ว ได้แก่ ท่านั่งเหยียดเข่าที่ความเร็ว 60,180 และ 300 องศาต่อวินาที และท่านั่งงอเข่าที่ความเร็ว 60,180 และ 300 องศาต่อวินาที

เครื่องมือ

1. เครื่องไอโซคิเนติก รุ่น Con-trex ยี่ห้อ Physiomed ประเทศเยอรมัน

วิธีการ

1. ทำการปรับที่นั่งให้กลุ่มตัวอย่างมีมุมของสะโพกที่ 95 องศา
2. ทำการรัดเข็มขัดและสายยึดต่างๆเพื่อความมั่นคงขณะทดสอบ
3. ทำการทดสอบในขาข้างที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนถนัด
4. ทำการอบอุ่นร่างกาย โดยทำด้วยความพยายามเกือบสูงสุด 1 ชุดๆ ละ 3 ครั้ง ในแต่ละความเร็ว พักระหว่างชุด 3 นาที
5. ทำการทดสอบความเร็วที่กำหนดอย่างละ 1 ชุดๆ ละ 3 ครั้ง โดยเรียงจากช้าไปหาเร็ว
6. นำค่าทอร์คสูงสุดที่ได้ในแต่ละความเร็วไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ



รูปขณะทำการทดสอบและตั้งค่าความเร็วของเครื่องมือ

ภาคผนวก ด
แบบทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการกระโดด

เครื่องมือ

1. แท่นวัดแรง รุ่น 400S ยี่ห้อ Fitness technology ประเทศออสเตรเลีย 600 hz

2. โปรแกรมบะลิสติก เมสเซอเม้นท์ ซิสเต็ม (Ballistic measurement system software) ประเทศออสเตรเลีย

3. จักรยานวัดงาน รุ่น 828E ยี่ห้อ Monark ประเทศสวีเดน

4. กล่อง ความสูง 40 เซนติเมตร

5. โอลิมปิกบาร์เบลและน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ประเทศสวีเดน

วิธีการทดสอบท่ายืนย่อตัวกระโดด ท่าย่อตัวกระโดด และดรอปจัมพ์

1. ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการปั่นจักรยานวัดงานรุ่น 828E ยี่ห้อ Monark ประเทศสวีเดน เป็นเวลา 5 นาที 100 วัตต์ 60 รอบต่อนาที พัก 4 นาที

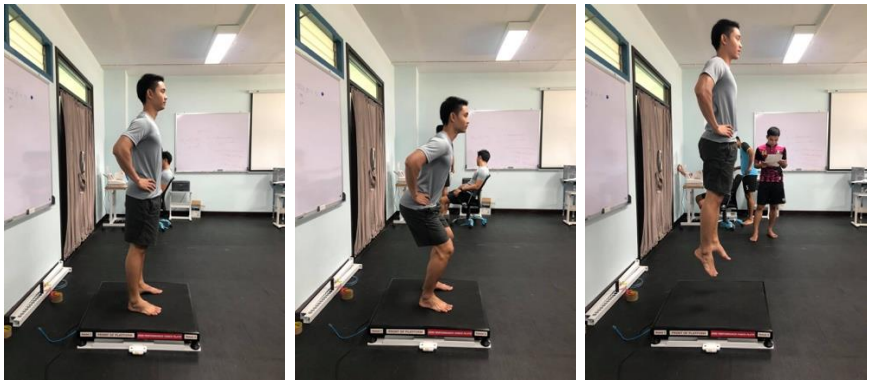
2. ทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดบนแท่นวัดแรง ด้วยวิธีทดสอบยืนย่อตัวกระโดด (Countermovement jump) การทดสอบย่อตัวกระโดด (Static jump) โดยจะย่อค้างไว้ 3 วินาทีก่อนกระโดด และการทดสอบกระโดดดรอปจัมพ์ (Drop jump) ด้วยความสูง 40 เซนติเมตร วิธีละ 3 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที หลังจากนั้นพักเป็นระยะเวลา 10 นาที

วิธีการทดสอบท่าแบกน้ำหนักกระโดด

1. ทำการทดสอบในวันที่สอง หลังจากทดสอบค่า 1 อาร์เอ็ม

2. นำน้ำหนัก 1 อาร์เอ็มที่ได้จากการทดสอบในแต่ละช่วงการฝึกไปใช้ในการแบกกระโดด

3. ทำการทดสอบแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้น้ำหนัก 30% ของ 1 อาร์เอ็ม กระโดดให้เร็วและสูงที่สุดทั้งหมด 2 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 3 นาที



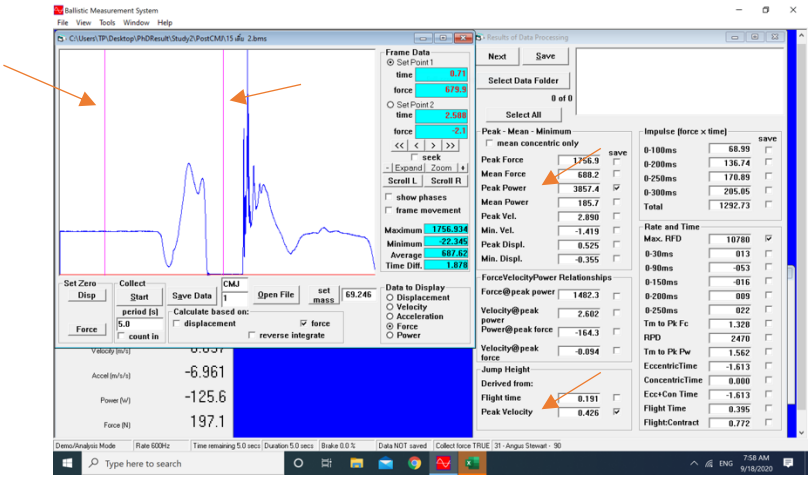
รูปขณะทดสอบท่ายืนย่อตัวกระโดด

รูปขณะทดสอบท่าย่อตัวกระโดด

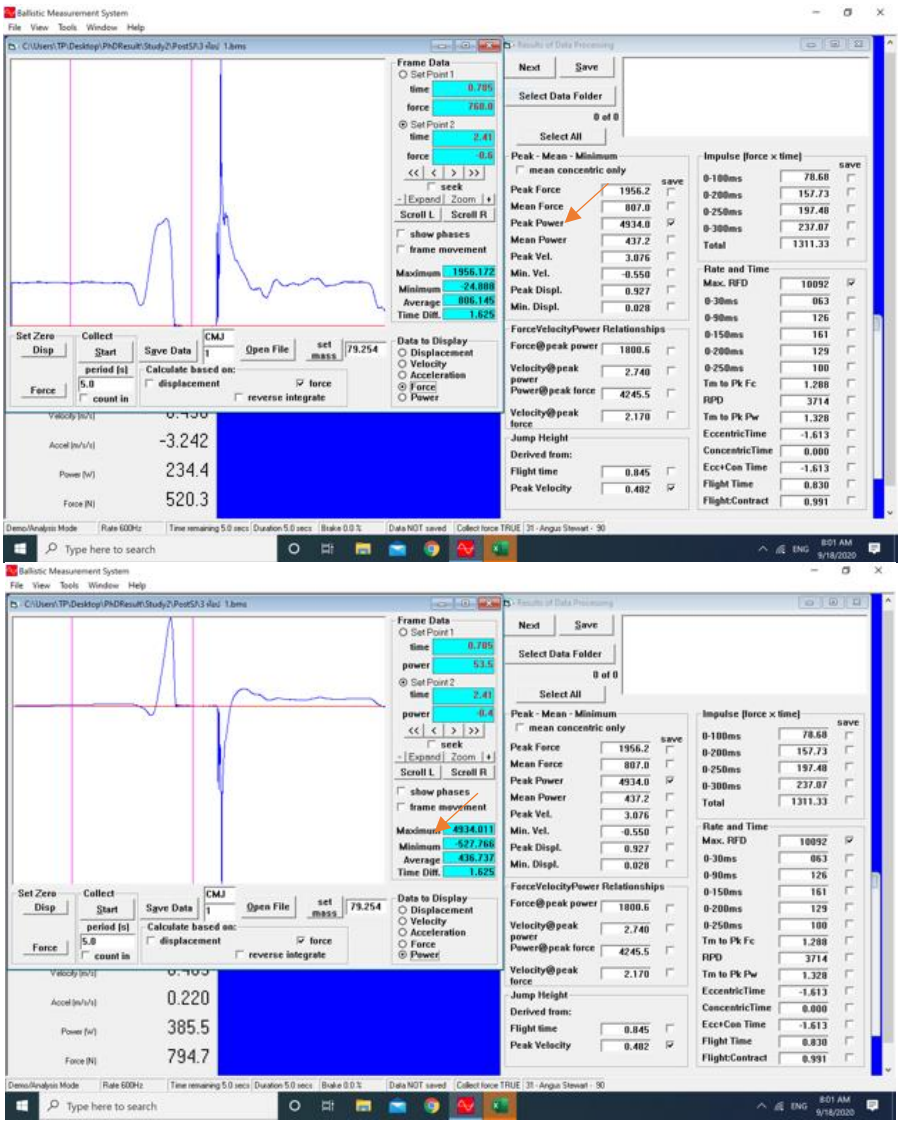
รูปขณะทดสอบท่าดรอปจัมพ์ และแบกน้ำหนักกระโดด

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สำหรับท่ายืนย่อตัวกระโดดทำการดึงค่า 2 ตัวแปร คือ พลังสูงสุด และความสูงในการกระโดด โดยเลือกช่วงที่ต้องการวิเคราะห์จากกราฟของแรงปฏิกิริยา ตามรูปประกอบ

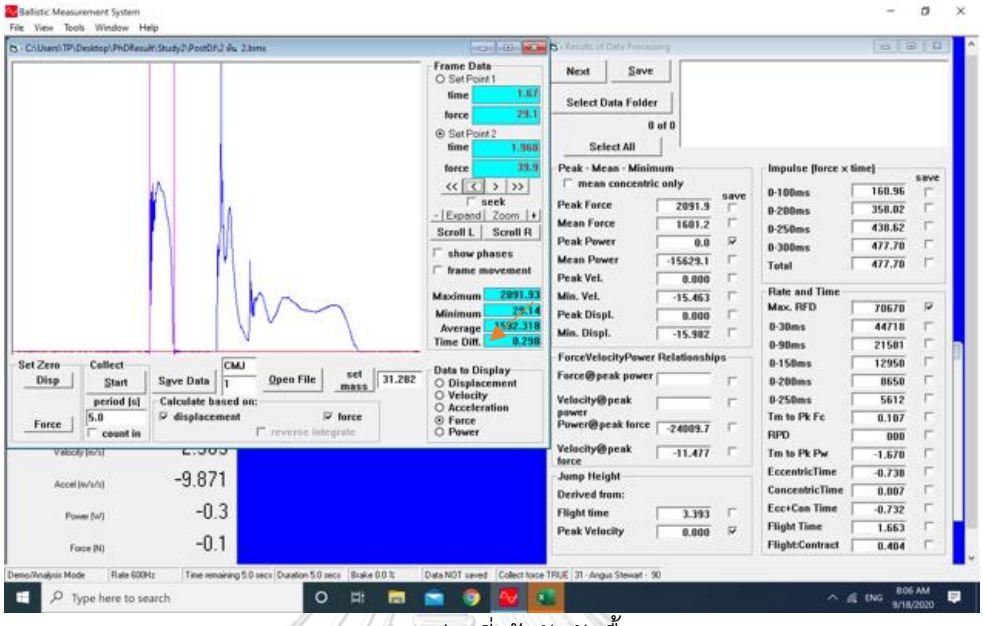


2. สำหรับท่าย่อตัวกระโดดทำการดึงค่า 1 ตัวแปร คือ พลังสูงสุด โดยเลือกช่วงที่ต้องการวิเคราะห์จากกราฟของแรงปฏิกิริยาหรือพลังได้เช่นกัน ตามรูปประกอบ

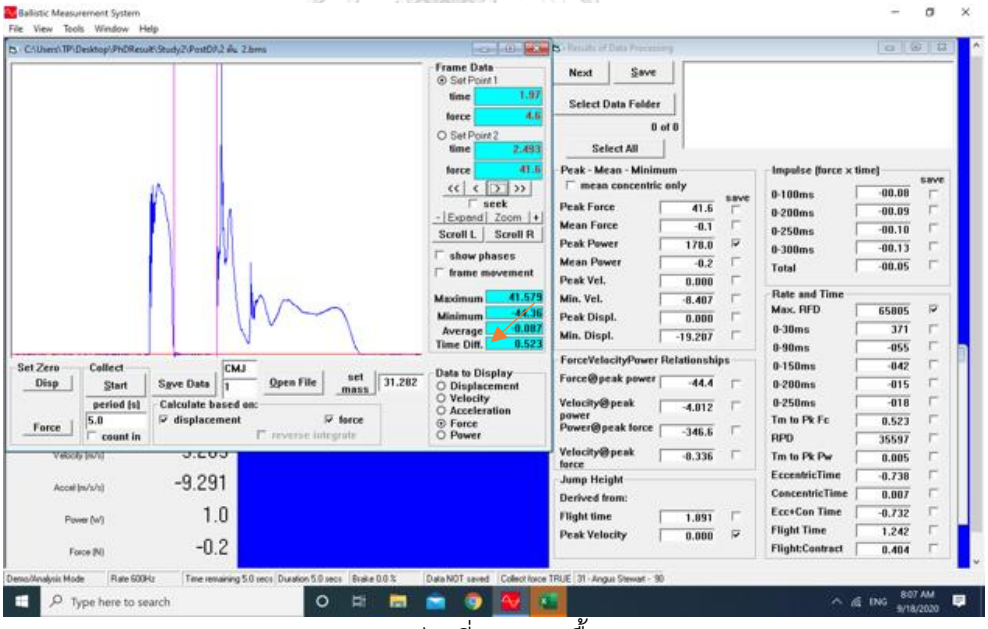


3. สำหรับท่าแบกน้ำหนักกระโดดทำการดึงค่า 1 ตัวแปร คือ พลังสูงสุด โดยเลือกช่วงที่ต้องการวิเคราะห์จากกราฟของแรงปฏิกิริยาหรือพลังได้เช่นกัน ตามรูปประกอบ

4. สำหรับท่ากระโดดดรอปจัมพ์ทำการดึงค่า 1 ตัวแปร คือ ระยะเวลาลอยตัว / ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น โดยเลือกช่วงที่ต้องการวิเคราะห์จากกราฟของแรงปฏิกิริยา ตามรูปประกอบ



รูปขณะช่วงที่เท้าสัมผัสพื้น



รูปขณะช่วงที่ลอยจากพื้น

ภาคผนวก ต
แบบทดสอบความสามารถในการวิ่ง และเปลี่ยนทิศทาง

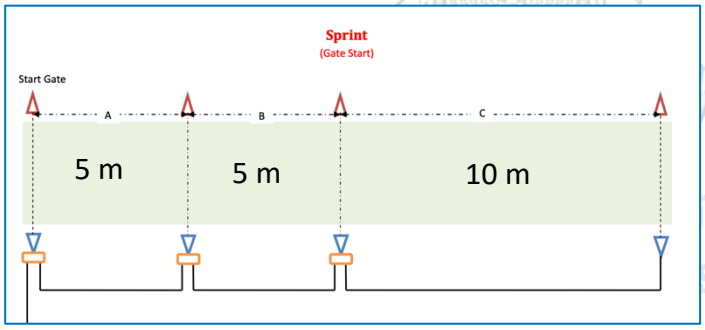
ในการศึกษานี้ มีการทดสอบความสามารถในการวิ่ง 3 ระยะ ได้แก่ 5 10 และ 20 เมตร และมีการทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางด้วยวิธี ที เทส เพื่อความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬา

เครื่องมือ

1. เครื่องทดสอบความเร็ว กล้องอินฟาเรด รุ่น Kinematic measurement system ยี่ห้อ Fitness technology ประเทศออสเตรเลีย
2. กรวย
3. สายวัดระยะ

วิธีการทดสอบความสามารถในการวิ่ง

1. ทำการอบอุ่นร่างกายด้วยวิธีการวิ่งเกือบเต็มความสามารถ 2 รอบ พัก 3 นาที
2. ทำการทดสอบทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 3 นาที



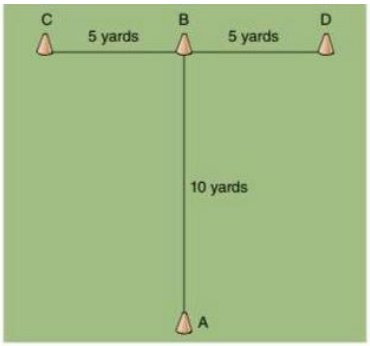


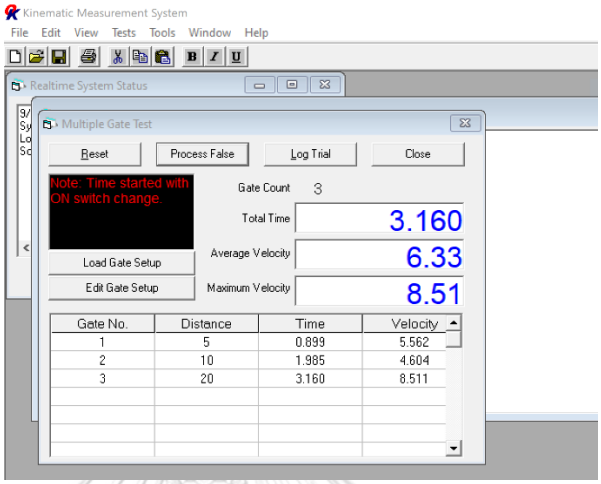
FIGURE 13.11 Floor layout for the T-test.
Adapted, by permission, from Semenick, 1990 (100).

วิธีการทดสอบ ที เทส

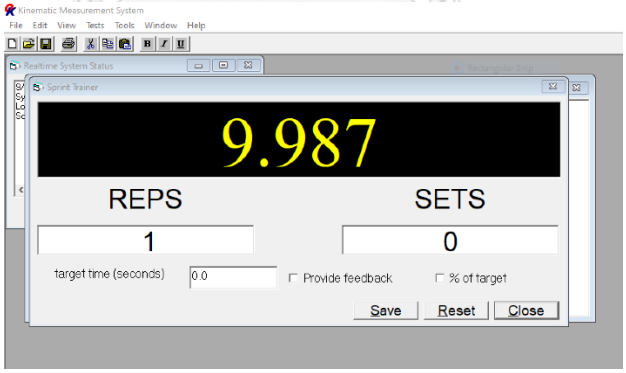
1. ทำการทดสอบภายหลังการทดสอบความสามารถในการวิ่ง โดยพักระยะเวลา 10 นาที
2. ทำการทดสอบวิ่งแตะกรวยตามจุดที่กำหนด ทั้งหมด 3 รอบ พักระหว่างรอบ 3 นาที

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สำหรับการทดสอบสปรินท์ตั้งค่าระยะทางแต่ละช่วงที่ทำการทดสอบ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะแสดงค่าเวลาเมื่อนักกีฬาวิ่งผ่าน ตามรูปประกอบ



2. สำหรับการทดสอบที เทส ที่ต้องการระยะเวลาจากระยะทางเดียว สามารถดึงค่าได้จากโหมดสปรินท์ซ้ำได้ ตามรูปประกอบ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายธงทอง ทรงสุภาพ
วัน เดือน ปี เกิด	21 มีนาคม 2531
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงใหม่
วุฒิการศึกษา	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 1 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2553 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2555
ที่อยู่ปัจจุบัน	888/169 ยูดีไลท์รัชวิภา ถ.วิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ผลงานตีพิมพ์	Prajongjai, V. and Songsupap, T. (2019). A Study of dynamic strength index in thai national badminton players: case presentation. Science and Racket Sports VI. (37-43). Bangkok, Kuala Lumpur, Singapore: Samba tisk.
รางวัลที่ได้รับ	ได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา ระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ประจำปี 2553

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University