การพัฒนาโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย

นายอารมย์ ตรีราช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A DEVELOPMENT OF HIGH INTENSITY INTERMITTENT TRAINING PROGRAM FOR VARSITY FOOTBALL PLAYERS

Mr. Arom Treeraj

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Sports Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2016
Copyright of Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย
โดย	นายอารมย์ ตรีราช
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. ไถ้ออน ชินธเนศ

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันชัย บุญรอด)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร. ไถ้ออน ชินธเนศ)

....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ทศพร ยิ้มลมัย)

....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ เจริญ กระบวนรัตน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อารมย์ ตรีราช : การพัฒนาโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย (A DEVELOPMENT OF HIGH INTENSITY INTERMITTENT TRAINING PROGRAM FOR VARSITY FOOTBALL PLAYERS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร. ได้ออน ชินธเนศ, หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย แบ่งออกเป็น 2 การศึกษาย่อยคือการศึกษาที่ 1 การศึกษาหารูปแบบการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งทำการทดลองในนักกีฬาฟุตบอลชาย 12 คน อายุ 18-22 ปีที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าร่วมการวิจัย โดยการใช้ค่า อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากกว่า 51 มล./นาที/กก. ขึ้นไปนักกีฬาที่ผ่านเกณฑ์ต้องฝึกตามโปรแกรมหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 โปรแกรม ทำการวัด ความเข้มข้นแลคเตทในเลือดก่อนและขณะพักฟื้นหลังการฝึกทันที ณ นาทีที่ 3, 6, 9 12 และ 15 รวมทั้งค่า เมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊ส จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของตูกี(Tukey’s) ผลการทดลองพบว่า โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 สามารถทำให้เกิดความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดและอัตราการกำจัดแลคเตทได้มากกว่ารูปแบบที่ 2 และ 3 ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่มีความใกล้เคียงกับการแข่งขันจริงมากที่สุด

การศึกษาที่ 2 ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและสมรรถภาพที่เจาะจงของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอล ชาย ทีมมหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 32 คน อายุ 18-22 ปีที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าร่วมการวิจัย โดยใช้ค่า อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากกว่า 51 มล./นาที/กก. ขึ้นไป แล้วทำการจับสลากเข้ากลุ่มเท่าๆกันโดยแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มควบคุม 16 คน และกลุ่มทดลอง 16 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพักควบคู่กับการฝึกซ้อมฟุตบอลตามโปรแกรมปกติ สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ รวมเป็นการฝึกทั้งหมด 18 ครั้ง โดยระยะเวลาในการฝึกเสริมในแต่ละครั้งคือ 25 นาที ส่วนในกลุ่มควบคุม ทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติและไม่มีการฝึกอื่นๆเพิ่มเติม การเก็บข้อมูลของค่าพลังแบบอนากาศนิยม ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และสมรรถภาพที่เจาะจงของนักฟุตบอล จะทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ภายในตัวแปร ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยกำหนดการทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดลองพบว่า หลังการฝึกครบ 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าพลังแบบอนากาศนิยม คือ 10.07±1.31และ 9.09±0.70 วัตต์/กก.ตามลำดับ ค่าความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม คือ 8.61±1.51และ 7.81±0.66 วัตต์/กก. ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงว่า ค่าพลังแบบอนากาศนิยม ค่าความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้าและค่าความสามารถในการวิ่งเร็วซ้ำระยะทางเดิม ในกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ส่วนค่า ความแข็งแรง ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว อัตราการสร้างแรง ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า การฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพักที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสามารถเพิ่มขีดความสามารถทางด้านพลังแบบอนากาศนิยม ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม และความสามารถในการวิ่งเร็วซ้ำระยะทางเดิม ในนักกีฬาฟุตบอลได้ เนื่องจากการฝึกลักษณะนี้เป็นการพัฒนาการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อโดยเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว นอกจากนั้นยังใช้เวลาในการฝึกที่ค่อนข้างสั้น ก็สามารถกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ จึงเห็นว่าควรนำมาใช้ในการฝึกซ้อมและพัฒนากีฬาฟุตบอลต่อไป

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา	ลายมือชื่อนิสิต ....
ปีการศึกษา 2559	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ....
	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม ....

5478613439 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: HIGH INTENSITY INTERMITTENT TRAINING/ BLOOD LACTATE CONCENTRATION/ANAEROBIC POWER/ ANAEROBIC CAPACITY/VARSITY FOOTBALL PLAYERS

AROM TREERAJ: A DEVELOPMENT OF HIGH INTENSITY INTERMITTENT TRAINING PROGRAM FOR VARSITY FOOTBALL PLAYERS. ADVISOR: ASST. PROF. PH.D. CHANINCHAI INTIRAPORN, CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. PH.D. THYON CHENTANEZ, pp.

Two experiments were undertaken to develop a high intensity intermittent training (HIIT) program for varsity football players. The aim of study 1 was to establish an optimal HIIT program based on measured physiological responses. Twelve male university soccer players age ranged 18-22 yrs with maximum oxygen consumption (VO_2max) greater than 51 ml/min/kg were recruited to participate in the study. Participants completed 3 different HIIT protocols in a randomized crossover order. Heart rate (HR) was continuously measured before and after each HIIT training protocol. Gas exchange and fingertip blood lactate (BLa) were also collected before each HIIT program and at 0, 3, 6, 9, 12 and 15 minutes post exercise. A one-way repeated measures ANOVA was applied to examine significant differences between each measured variable and a Tukey's post hoc test was employed. The results showed that both BLa concentrations and rate of BLa clearance were significantly greater in program I compared with program II and III, respectively ($p<0.05$). It was concluded that the HIIT program I induced similar physiological demands to varsity football competition.

In study 2, the addition of a HIIT program (established in study 1) to routine training on anaerobic performance and specific fitness in varsity football players was investigated. Thirty-two males from Mahidol University football team aged 18-22 yrs with VO_2max greater than 51 ml/min/kg were recruited to participate in the study were recruited to participate in the study. Participants were randomly allocated into 2 groups; HIIT (n=16) and control group (n=16). In the HIIT group, participants performed a routine training program with the addition of 25-min of HIIT, 3 days per week for 6 weeks (total 18 sessions). In the control group, participants performed only their regular training program. Anaerobic power, anaerobic capacity, repeated sprint ability, strength, speed, agility, rate of force development and BLa were measured before and after 6 weeks of training. The data were analyzed using an one-way multivariate analysis of variance to determine the interaction of different intervention groups and time courses at significant level of $p<0.05$. It was found that anaerobic power, anaerobic capacity and repeated sprint ability were greater in the HIIT group compared with the control group after six weeks of training. However, there were no significant differences in strength, speed, agility, rate of force development and BLa accumulation levels between the two groups. Moreover, there was no significant difference in VO_2max between two groups. These results suggest that the addition of a HIIT program to regular training enhances anaerobic performance due to neuromuscular adaptation; especially in fast-twitch muscle fibers (type II). Therefore, the addition of HIIT to a regular training program is able to improve anaerobic performance and optimize performance in varsity football players after 6 weeks of training.

Field of Study: Sports Science	Student's Signature ....
Academic Year: 2016	Advisor's Signature ....
	Co-Advisor's Signature ....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้มอบ “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” จากกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อใช้ในการทำวิจัยให้แก่ผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. ไถ้ออน ชินธเนศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตลอดจนคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาที่ดี คำแนะนำ ต่างๆมากมาย และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ความรู้ และดูแลเอาใจใส่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร กมุทศรี (มหาวิทยาลัยมหิดล) อาจารย์เอกวิทย์ แสวงผล (สถาบันการพลศึกษากรุงเทพ) อาจารย์ มาโนช บุตรเมือง (ผู้ฝึกสอนอิสระ) Mr.Tom Thorp (สโมสรฟุตบอลอาร์มี่ยูไนเต็ด) และ Mr. Carlos Sanchez Rubio (สโมสรฟุตบอล SCG เมืองทองยูไนเต็ด) ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ อาจารย์ ดร. ทศพร ยิ้มลมัย และรองศาสตราจารย์ เจริญ กระบวนรัตน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ นักกีฬาฟุตบอล ทีม มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องกลุ่มตัวอย่าง เป็นอย่างดี และที่สำคัญขอขอบพระคุณผู้มีส่วนช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตลอดจนกำลังใจจาก ภรรยา และลูกๆที่น่ารัก ที่คอยช่วยเหลือเป็นกำลังใจกันตลอดมา

ด้วยคุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้อุปการคุณทุกท่านของผู้วิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย....................ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.................... จ

กิตติกรรมประกาศ.................... ฉ

สารบัญ.................... ช

สารบัญตาราง.................... ฌ

สารบัญรูป ....ฑ

สารบัญแผนภูมิ.................... ด

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย.................... 4

คำถามของการวิจัย 4

สมมติฐานการวิจัย 4

คำจำกัดความของการวิจัย.................... 6

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

เอกสารที่เกี่ยวข้อง.................... 9

1.สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล 10

2.การฝึกสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาฟุตบอล 11

3.ความรู้พื้นฐานทางสรีรวิทยากับกีฬาฟุตบอล.................... 12

4.รูปแบบการฝึกเฉพาะเจาะจงเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายสำหรับกีฬาฟุตบอล 21

5.งานวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึกหนักสลับช่วงพัก.................... 26

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.................... 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

วิธีดำเนินการวิจัย 33
ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการสร้างรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย 33
กลุ่มตัวอย่าง 33
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 52
การวิเคราะห์ข้อมูล 52
ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและสมรรถภาพที่เจาะจงของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย 53
กลุ่มตัวอย่าง 53
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 56
การวิเคราะห์ข้อมูล 57
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 62
การศึกษาวิจัยขั้นตอนที่ 1 62
การศึกษาวิจัยขั้นตอนที่ 2 63
ผลการวิเคราะห์ในการศึกษาที่ 1 63
ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 83
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 106
สรุปผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 106
อภิปรายผลการวิจัยขั้นตอนที่ 1 108
สรุปผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 112
อภิปรายผลการวิจัยขั้นตอนที่ 2 114
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 119
รายการอ้างอิง 120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ภาคผนวก 127

ภาคผนวก ก การหาปริมาณออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)ทางตรง โดยใช้วิธีของ Bruce's Treadmill Protocol (1971) 128

ภาคผนวก ข การทดสอบ Vertical jump test Countermovement jump (CMJ) Squat jump (SJ) 141

ภาคผนวก ค การทดสอบวิ่งเร็ว 35 เมตร 6 รอบ (Running-based Anaerobic Sprint Test: RAST Test) 151

ภาคผนวก ง การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยระบบไอโซไคเนติก 153

ภาคผนวก จ การทดสอบยืนกระโดดสูง (Vertical Jump) 154

ภาคผนวก ฉ การทดสอบหาค่าแลคเตทในเลือด 155

ภาคผนวก ช การทดสอบวิ่งเร็ว (Sprint Test: 40 meters) 156

ภาคผนวก ซ การทดสอบวิ่งเก็บของ (Shuttle Run) 157

ภาคผนวก ฌ การทดสอบความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (Repeated Sprint Ability) 158

ภาคผนวก ญ แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย Study I 159

ภาคผนวก ฎ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 162

ภาคผนวก ฏ โปรแกรมการฝึกทักษะฟุตบอลตามปกติ สัปดาห์ที่ 1-6 164

ภาคผนวก ฐ ใบรับรองการผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคน 165

ภาคผนวก ฑ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย 167

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 168

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้มีโอกาสถูกสุ่ม ป้องกันการลำเอียงและการเรียนรู้ผู้วิจัยจึงทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้าทำการทดลองแบบ Counter Balanced Design 35

ตารางที่ 2 แสดงโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 37

ตารางที่ 3 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2 38

ตารางที่ 4 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3 40

ตารางที่ 5 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3 41

ตารางที่ 6 แสดงโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 43

ตารางที่ 7 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2 44

ตารางที่ 8 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2 46

ตารางที่ 9 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3 47

ตารางที่ 10 แสดงโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 49

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาจากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบสอบถามความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 63

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาจากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบสอบถามความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2 65

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาจากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบสอบถามความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3 66

ตารางที่ 14 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 คน ของการศึกษาขั้นตอนที่ 1 68

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร) และ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 69

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดด้วยวิธีของ ตูกีย์ (Tukey’s) หลังการฝึกนาทีที่ 0 70

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ด้วยวิธีของ ตูกีย์ (Tukey’s) หลังการฝึกนาทีที่ 3 71

ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 72

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ด้วยวิธีของตูกีย์ (Tukey’s) หลังการฝึกนาทีที่ 12.. 73

ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด (ร้อยละ) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 74

ตารางที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจน (มิลลิลิตร/นาที)และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 75

ตารางที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิลิตร/นาที) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 76

ตารางที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศต่อนาที (ลิตร/นาที)และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 77

ตารางที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดสูง (เซนติเมตร)การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 78

ตารางที่ 25 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการทดลอง..................... 83

ตารางที่ 26 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One way MANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม .. 84

ตารางที่ 27 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One way MANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 85

ตารางที่ 28 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ภายในกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ) (n=16) 86

ตารางที่ 29 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ภายในกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (ฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ) (n=16)... 88

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับ โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 89

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยพลังอนากาศนิยม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 89

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยดัชนีความเมื่อยล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับ โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 90

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างแรง ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 90

ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างถนัด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 91

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอขาข้างถนัด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก + โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 91

ตารางที่ 36 ค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับ โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)........ 92

ตารางที่ 37 ค่าเฉลี่ยความเร็วระยะ 40 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)........ 92

ตารางที่ 38 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 93

ตารางที่ 39 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)........ 93

ตารางที่ 40 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลกเตทในเลือด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับ โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)........ 94

ตารางที่ 41 ค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 94

ตารางที่ 42 ค่าเฉลี่ยพลังอนากาศนิยม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 ฝึกโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 95

ตารางที่ 43 ค่าเฉลี่ยดัชนีความเมื่อยล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 95

ตารางที่ 44 ค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างแรง ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 96

ตารางที่ 45 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างถนัด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 96

ตารางที่ 46 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอขาข้างถนัด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 97

ตารางที่ 47 ค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 97

ตารางที่ 48 ค่าเฉลี่ยความเร็ว 40 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 98

ตารางที่ 49 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 98

ตารางที่ 50 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 99

ตารางที่ 51 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16) 99

ตารางที่ 52 แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย Study I 159

ตารางที่ 53 แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย Study II 160

ตารางที่ 54 แบบบันทึกเวลาการทดสอบ Repeated Sprint Ability 161

ตารางที่ 55 แบบบันทึกเวลาการทดสอบ Running Base Anaerobic Sprint Test 161

ตารางที่ 56 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 162

ตารางที่ 57 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2 162

ตารางที่ 58โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3 163

ตารางที่ 59 โปรแกรมการฝึกทักษะฟุตบอล ตามปกติ สัปดาห์ที่ 1-6 164

สารบัญรูป

รูปที่ 1 การทดสอบอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคนในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Portable Gas Analysis) ก่อนการทดลอง 36

รูปที่ 2 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 37

รูปที่ 3 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 39

รูปที่ 4 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 3 40

รูปที่ 5 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 3 42

รูปที่ 6 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 43

รูปที่ 7 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 44

รูปที่ 8 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 46

รูปที่ 9 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 3 48

รูปที่ 10 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 49

รูปที่ 11 แสดงวิธีการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการสร้างรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย 51

รูปที่ 12 แสดงวิธีการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและสรีรวิทยาของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย 61

รูปที่ 13 ภาพจริงการประกอบเครื่องวิเคราะห์แก๊ส 130

รูปที่ 14 การต่อประกอบเครื่องเบื้องต้น 131

รูปที่ 15 การต่อสายเข้าเครื่อง 131

รูปที่ 16 การต่อสายนำแก๊สกับสาย Flow sensor 132

รูปที่ 17 หน้าจอมอนิเตอร์หลังการเปิดเครื่อง 133

รูปที่ 18 หน้าตาโปรแกรม JAEGER 133

รูปที่ 19 การทำการ Calibrate เครื่อง OXYCON 134

รูปที่ 20 การต่อกระบอก Calibrate 135

รูปที่ 21หน้าจอของหน้าการ calibrate volume 135

รูปที่ 22 Gas Calibrate Analyzer 136

รูปที่ 23 แสดง ค่า ความชื้นในอากาศกับอุณหภูมิแวดล้อม 137

รูปที่ 24 ขั้นตอนการเริ่มทำการวัดค่าต่าง 137

รูปที่ 25 กราฟการหายใจปกติ 138

รูปที่ 26หน้าตาของ หน้า Breath by Breath 138

รูปที่ 27 การเลือกรายงานข้อมูล 139

รูปที่ 28 แสดงผลของข้อมูล 139

รูปที่ 29 เครื่องวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ขณะออกกำลังกายแบบไร้สาย 140

รูปที่ 30 แท่นวัดแรงกระแทก 141

รูปที่ 31ตัวอย่างการกระโดด 142

รูปที่ 32 แสดงผลการทดสอบ 143

รูปที่ 33 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงกระแทก 144

รูปที่ 34 แสดงอัตราเร่งของการกระโดด 145

รูปที่ 35 แสดงความเร็วการกระโดด 146

รูปที่ 36 แสดงพลังของการกระโดด 146

รูปที่ 37 แสดงค่าอัตราการสร้างแรงกระโดด 149

รูปที่ 38 การทดสอบวิ่งเร็ว 35 เมตร 6 รอบ (Running-based Anaerobic Sprint Test :RAST Test) 152

รูปที่ 39 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยระบบไอโซไคเนติก 153

รูปที่ 40 การทดสอบยืนกระโดดสูง (Vertical Jump) 154

รูปที่ 41 การทดสอบหาค่าแลคเตทในเลือด 155

รูปที่ 42 การทดสอบวิ่งเร็ว (Sprint Test: 40 meters) 156

รูปที่ 43 การทดสอบวิ่งเก็บของ (Shuttle Run) 157

รูปที่ 44 การทดสอบความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (Repeated Sprint Ability). 158

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่ 1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 100

แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยพลังแบบอนากาศนิยม ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่ 1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยพลังแบบอนากาศนิยมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 100

แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีความเมื่อยล้าระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยดัชนีความเมื่อยล้าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 101

แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิมระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิมดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 101

แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความเร็ว 40 เมตร ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความเร็ว 40 เมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 102

แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้องอขาถนัดระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้องอขาถนัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 102

แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดขาถนัดระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่ 1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดขาถนัด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 103

แผนภูมิที่ 8 แสดงผลค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 103

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 104

แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยความแคล่วคล่องว่องไว ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแคล่วคล่องว่องไว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 104

แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างแรง ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างแรง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาปะทะยอดนิยมที่สุดอีกชนิดหนึ่งคือฟุตบอล และการที่กีฬาฟุตบอลได้รับความนิยมเช่นนี้ก็เนื่องมาจากมนต์เสน่ห์ของนักกีฬาฟุตบอลที่มีรูปแบบการเล่นและแข่งขันที่ตื่นเต้นเร้าใจและมีลักษณะการเคลื่อนไหวเป็นแบบเกมรุกสลับกับเกมรับที่มีประสิทธิภาพ มีช่วงของเกมรุกที่หลากหลายพร้อมกับการตั้งรับอย่างรวดเร็ว รวมทั้งความมหัศจรรย์ในการยิงประตูที่หลากหลายลีลาสวยงาม ทั้งนี้การที่นักกีฬาฟุตบอลจะมีทักษะการเคลื่อนไหวของร่างกายระหว่างการเล่นที่หลากหลายรูปแบบได้พลิ้วไหวสวยงามอย่างนี้ไม่ว่าจะเป็น การเตะลูกฟุตบอลการวิ่งถอยหลัง วิ่งเร็วช่วงสั้นๆ การหมุนตัว การกระโดดสกัดกั้น กระโดดโหม่ง หรือการยิงประตู เป็นต้น โดยมีความหนักของจังหวะการเคลื่อนไหวแบบ ความหนักระดับต่ำ (Low-intensity) ความหนักระดับปานกลาง (Moderate-intensity) และความหนักระดับสูง (High-intensity) ระหว่างการแข่งขัน 90 นาที สลับกันไป โดยที่นักกีฬาจะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางรวมประมาณ 9-12 กิโลเมตร มีการเคลื่อนไหวในระยะทางสั้นๆ ตั้งแต่ 15-20 เมตร และมีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวทุกๆ 3 ถึง 6 วินาที ระบบพลังงานที่ใช้เป็นทั้งแบบแอโรบิกและ แอนแอโรบิก สลับกันไปตามความหนักของเกมการแข่งขัน นั้น นักกีฬาฟุตบอลจะต้องเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายและจิตใจที่สมบูรณ์ที่สุด (Tomas S. et al .,2005) การที่นักกีฬาฟุตบอลมีสมรรถภาพทางกายที่สมบูรณ์ทุกด้านนั้นจะสามารถเล่นฟุตบอลบอลด้วยลีลาที่สร้างความสนุกสนานตื่นเต้นเร้าใจผู้ชมตลอดเวลา 90 นาที ตลอดจนการที่ผู้เล่นมีความสามารถและศักยภาพในการยิงประตูที่สวยงาม ที่ทรงไว้ซึ่งประสิทธิภาพและพลังกล้ามเนื้อขาด้วยความแม่นยำแล้วยิ่งส่งผลให้มีผู้ชมที่หลงใหลในมนต์เสน่ห์ของฟุตบอลมากทวีคูณยิ่งขึ้นอย่างไรก็ดี นอกจากนักกีฬาฟุตบอลจะมีพรสวรรค์ในการเล่นและยิงประตูแล้ว สิ่งที่จะขาดไม่ได้เลยก็คือ การมีรูปแบบการฝึกซ้อมที่เป็นระบบอย่างมีแบบแผนตามหลักทฤษฎีที่อาศัยหลักการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์การกีฬา มาเป็นองค์ประกอบในการฝึกซ้อมแล้ว โดยเฉพาะรูปแบบการฝึกซ้อมที่มีความเฉพาะเจาะจงกับกีฬาฟุตบอลแล้วยิ่งจะเพิ่มขีดความสามารถและศักยภาพของนักฟุตบอลได้มากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ดี ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลด้านแอโรบิก (Aerobic training) เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous training) การฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval training) และการฝึก

แบบเกมสนามเล็ก (Small side game) เป็นต้น โดยเป็นรูปแบบการฝึกที่นำมาฝึกเสริมให้กับนักกีฬาฟุตบอลเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงเตรียมความพร้อมของร่างกายทั่วไป โดยมีการผสมผสานรูปแบบการเคลื่อนไหวของกีฬาฟุตบอลให้เข้ากับรูปแบบการฝึกได้อย่างเหมาะสม ดังเช่น ไรล์ลี่ และ ไวท์ (Reilly and White.,2005) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการฝึกแบบเกมสนามเล็ก (Small side game) กับ การฝึกแบบหนักสลับเบา (Classical interval training) โดยทำการฝึกคล้ายกันโดยเป็นรูปแบบการวิ่ง ซึ่งใช้วิธีการที่เหมือนกันคือ ใช้เวลา 4 นาที ในการฝึก เมื่อครบ 4 นาที จะทำการพัก 3 นาทีระหว่างรอบ โดยวัดอัตราการเต้นของหัวใจและแลกเตทในเลือด พบว่าทั้งสองรูปแบบการฝึกไม่มีความแตกต่างกันของค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจน แม็คมิลแลน เค (McMillan K.,2005) ทำการศึกษาการฝึกแบบเฉพาะเจาะจง (Specific dribbling track) เป็นการเลี้ยงบอลให้มีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ร้อยละ 90 ถึง 95 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นระยะเวลา 4 นาที สลับกับการวิ่งเหยาะโดยระดับอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นระยะเวลา 3 นาที ทำการฝึก 4 รอบร่วมกับการฝึกซ้อมตามปกติเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดหลังการฝึกเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนการฝึก

อย่างไรก็ตาม การฝึกแบบหนักสลับช่วงพัก (High-intensity intermittent training) ซึ่งเป็นรูปแบบการฝึกซ้อมที่มีการผสมผสานการเคลื่อนไหวในลักษณะการทำงานของร่างกายที่ใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic System) มีการออกแรงเต็มความสามารถสูงสุด (Maximum effort) มีช่วงเวลาในการพักแต่ละเที่ยวน้อย และที่สำคัญมีลักษณะการใช้พลังงานและการเคลื่อนไหวที่ใกล้เคียงกับการเล่นกีฬาฟุตบอลที่เป็นแบบการทำงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน คือ มีการเคลื่อนที่ในแต่ละครั้งด้วยอัตราความเร็วสูงสุดภายในเวลาไม่เกิน 10 วินาที (Bangsbo,2007) นั้น ยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ในการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่เฉพาะเจาะจงของการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Specific intermittent anaerobic training) ของนักกีฬาฟุตบอล เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนในช่วงเตรียมความพร้อมที่เฉพาะเจาะจงก่อนการแข่งขันจริง เท่าใดนัก ซึ่งการฝึกแบบหนักสลับช่วงพัก นี้ เป็นการฝึกที่ผสมผสานกันระหว่าง ความแข็งแรงสูงสุด พลังและความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม ผ่านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic system) เป็นรูปแบบการฝึกที่เฉพาะเจาะจงที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงของการแข่งขันฟุตบอล ดังที่ แบงส์โบ (Bangsbo .,2013) รายงานว่า ค่าเฉลี่ยของระยะทางการวิ่งเร็วสุด (Sprint) ในการแข่งขันฟุตบอลประมาณ 15-20 เมตร ต่อครั้ง อย่างไรก็ดี ในการแข่งขันกีฬาฟุตบอล ไม่เพียงแต่นักกีฬาจะมีทักษะเทคนิคที่ดีเยี่ยมแล้วจะทำให้นักกีฬามีประสิทธิภาพในการยิงประตูและได้รับชัยชนะในการแข่งขัน แต่ถ้าหากนักกีฬาทีมนั้นเป็นผู้ที่มี

สมรรถภาพทางกายที่ต่ำ การฟื้นสภาพร่างกายช้า แล้ว ก็ยิ่งจะเป็นเรื่องยากมากที่จะได้มาซึ่งชัยชนะ โดยจะสังเกตเห็นได้จากในช่วง 20 นาทีสุดท้ายก่อนหมดเวลาการแข่งขันฟุตบอลนักกีฬาแต่ละคนจะมีสภาพร่างกายที่เมื่อยล้ามาก อันเป็นผลมาจากการเคลื่อนไหวของร่างกายที่หนักในหลากหลายรูปแบบและทิศทาง จะเห็นว่ามีการยิงประตูในช่วงเวลานี้ก็จะเกิดขึ้นถี่มาก โดยเฉพาะกับทีมที่มีผู้เล่นที่มีความสามารถของร่างกายในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ที่ดี มีความเร็วและพลังของกล้ามเนื้อขาที่ดีแล้ว และที่สำคัญยิ่งสามารถฟื้นสภาพร่างกายได้เร็ว ก็ยิ่งจะมีพลังกล้ามเนื้อขาในการยิงประตูคู่ต่อสู้ได้อย่างแม่นยำและได้รับชัยชนะมาสู่ทีมในที่สุด ดังนั้นนักกีฬาฟุตบอลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับโปรแกรมการฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพัก เพื่อเสริมสร้างและเก็บรักษาความแข็งแรง ความเร็ว พลังกล้ามเนื้อขาไว้สำหรับในการยิงประตูทั้งระยะใกล้และไกล เปิดบอลระยะไกลเพื่อเปลี่ยนทิศทางการเล่น หรือกระโดดขึ้นโหม่งลูกบอลเพื่อสกัดหรือทำประตู รวมทั้งการวิ่งไล่ประกบคู่ต่อสู้ ให้มีประสิทธิภาพ ในขณะที่ร่างกายมีความเมื่อยล้าอย่างเต็มที่มาก่อนแล้ว

ถึงแม้ว่า จะมีงานวิจัยหลายเรื่องที่สรุปได้ว่า การฝึกแบบใช้ออกซิเจนในระดับความหนักสูงจะส่งผลให้นักกีฬามีขีดความสามารถด้านความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนได้ดีขึ้น แต่การศึกษาวิจัยการฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจนในลักษณะแบบหนักสลับช่วงพัก (High intensity intermittent training) ยังมีการศึกษาที่ไม่มากนักโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกสำหรับนักกีฬาฟุตบอลที่เป็นความเฉพาะเจาะจงของการฝึกโดยการผสมผสานกันที่เป็นการฝึกในลักษณะการสร้างความแข็งแรงสูงสุดและ พลังกล้ามเนื้อขา มาประสานกับการฝึกที่เฉพาะเจาะจง (Specific sports training) ที่เป็นการฝึกที่เน้นการเสริมสร้างความเร็วและความคล่องตัวในการเคลื่อนไหวเชิงกีฬา โดยผู้วิจัยมีข้อคำถามว่า การตอบสนองทางสรีรวิทยาอย่างทันทีทันใดของการออกกำลังแบบหนักสลับช่วงพักนั้นรูปแบบใดจะตอบสนองได้มากกว่ากันโดยเฉพาะระยะเวลาในการฟื้นสภาพร่างกาย (Recovery time) เพื่อที่จะนำไปสู่การตอบคำถามว่าในการแข่งขันฟุตบอลนั้น ตลอดระยะเวลาแข่นขัน 90 นาที หรือ 120 นาที จะทำอย่างไรในขณะที่ร่างกายมีความเมื่อยล้าอย่างมากแล้ว นักฟุตบอลถึงจะมีขีดความสามารถในการฟื้นสภาพร่างกายได้เร็วเพื่อที่จะวิ่งไล่ประกบคู่ต่อสู้ ด้วยความเร็วและพลังกล้ามเนื้อขาที่เต็มเปี่ยม ได้ทุกครั้ง รวมทั้งยังสามารถที่จะมีพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในการยิงประตู สามารถกระโดดขึ้นแย่งบอล โหม่ง สกัดหรือทำประตู และรับส่งบอลด้วยความแม่นยำในขณะที่ความแข็งแรง ความเร็วและพลังกล้ามเนื้อขากับความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนลดลงน้อยที่สุดหรือไม่ลดลงเลย อันที่จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถในการพักฟื้นสภาพร่างกายได้อย่างรวดเร็ว (Recovery) และนั่นก็คือเมื่อมี รูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักในลักษณะผสมผสานกันระหว่างความแข็งแรง ความเร็วและพลังกล้ามเนื้อขาแล้ว จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและความสามารถของนักกีฬาฟุตบอลได้อย่างไรบ้างทั้งในระยะเวลาทันทีทันใดและระยะเวลาที่นานขึ้น รวมทั้งรูปแบบการฝึกใดที่จะมีความเหมาะสมกับการพัฒนาเสริมสร้างสมรรถภาพนักกีฬาฟุตบอลและ

ยังสามารถที่จะนำไปพัฒนาประยุกต์ใช้กับกีฬาชนิดอื่นๆที่มีการเคลื่อนไหวคล้ายๆกับกีฬาฟุตบอลได้อีกต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยมี 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสร้างรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและสมรรถภาพที่เจาะจงของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย

คำถามของการวิจัย

1. รูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักใดที่สามารถส่งผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาในนักกีฬาฟุตบอลได้ดีที่สุด
2. รูปแบบการฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพักส่งผลต่อการการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและสมรรถภาพที่เจาะจงของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัยได้มากน้อยเพียงใด

สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีสมมติฐานของการวิจัยดังนี้

สมมติฐานของการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 คือหลังการฝึกทันที หลังการฝึกนาทีที่ 3 6 9 12 และ 15 รูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 รูปแบบน่าจะมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการระบายอากาศต่อนาที และความสามารถในการยืนกระโดดสูงแตกต่างกัน

สมมติฐานของการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 คือ การฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพักน่าจะมีค่าเฉลี่ยของพลังแบบอนากาศนิยม ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ความเร็วสูงสุด อัตราการ

สร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุด ความคล่องแคล่วว่องไว อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และดัชนีความเมื่อยล้า ดีขึ้นและแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของตัวแปรเหล่านี้ที่ทำการฝึกฟุตบอลอย่างเดียว

ขอบเขตของการวิจัย

1.ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะพัฒนาโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย

2.กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัยที่มีอายุระหว่าง 18-22 ปี เป็นเพศชาย โดยแบ่งออกเป็นสองขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เพื่อศึกษาการสร้างรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลของมหาวิทยาลัย มหิดลเพศชาย จำนวน 12 คน

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและสมรรถภาพที่เจาะจงของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย ใช้กลุ่มตัวอย่างอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งเป็นนักกีฬาฟุตบอลของมหาวิทยาลัยมหิดลเช่นกัน เพศชาย จำนวน 32 คน โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ด้วยการจับสลากเพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก และการฝึกซ้อมฟุตบอลตามโปรแกรมปกติ จำนวน 16 คน เป็นกลุ่ม ทดลอง

กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกซ้อมฟุตบอลตามโปรแกรมปกติ จำนวน 16 คน เป็นกลุ่มควบคุม

3.ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variables) คือ โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก และโปรแกรมการฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variables) แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้คือ

3.2.1 ตัวแปรตามในขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วย

3.2.1.1 ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

3.2.1.2 อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด

3.2.1.3 อัตราการเต้นของหัวใจ

3.2.1.4 อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

3.2.1.5 การสร้างคาร์บอนไดออกไซด์

3.2.1.6 อัตราการระบายอากาศต่อหนึ่งนาที

3.2.1.7 ความสามารถในการยืนกระโดดสูง

3.2.2 ตัวแปรตามขั้นตอนที่ 2 ประกอบด้วย

3.2.2.1 พลังแบบอนากาศนิยม

3.2.2.2 ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม

3.2.2.3 ดัชนีความเมื่อยล้า

3.2.2.4 ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

3.2.2.5 อัตราการพัฒนาแรงของกล้ามเนื้อขา

3.2.2.6 ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด

3.2.2.7 ความเร็วสูงสุด

3.2.2.8 ความคล่องแคล่วว่องไว

3.2.2.9 อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

3.2.2.10 อัตราการลดลงของความเร็วในการวิ่งซ้ำระยะทางเดิม

คำจำกัดความของการวิจัย

การฝึกหนักสลับช่วงพัก (High intensity intermittent training) หมายถึง การฝึกที่มีการสลับช่วงการฝึกกับเวลาพักโดยใช้กิจกรรมที่มีความหนักสูงในระยะเวลาสั้นกับช่วงพักเวลาสั้นๆ โดยงานวิจัยครั้งนี้ใช้ความพยายามสูงสุด (Maximum effort) ในการออกแรงเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาควบคุมความหนักในการฝึก

ท่าคลีนพูลล์ (Clean pull) หมายถึงการดึงบาร์เบลล์ขึ้นจากพื้นในท่าคลีนตั้งแต่ตำแหน่งเริ่มต้น (The first start position) ไปจนถึงการสิ้นสุดของการดึงในช่วงที่ 2 (The second pull) ซึ่งจะสิ้นสุดที่การเหยียดจนสุดของขาและสะโพก พร้อมกับการยักไหล่ (Shrug) ขึ้น โดยที่แขนยังคงเหยียดตรง ซึ่งจะไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนตัวอยู่ใต้บาร์เบลล์ ดังแสดงในรูปที่ 2 (1)

เวลาในการฟื้นสภาพร่างกาย (Recovery time) หมายถึง ระยะเวลาฟื้นสภาพร่างกายหลังจากที่ร่างกายทำงานหนักแล้วกลับมาสู่สภาวะปกติได้เร็ว ในการวิจัยครั้งนี้ พิจารณาจากอัตราการกำจัดแลกเตทในเลือดที่ลดลงทุกช่วงเวลา มีหน่วยเป็น ร้อยละ ดังที่ เมนไซส์ และคณะ (Menzies P, et al. 2010) รายงานว่า การพักฟื้นสภาพร่างกายด้วยวิธี active recovery หลังการออกกำลังกายหนักสุดนั้น สามารถกำจัดแลคเตทในเลือดได้เร็วกว่า การพักฟื้นสภาพร่างกายด้วยวิธี passive recovery ถึงร้อยละ 40

ความสามารถที่แสดงออกทางอากาศนิยม (Aerobic performance) หมายถึง ความสามารถสูงสุดของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดในการปฏิบัติกิจกรรมทางกาย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้

วัดโดยตรงจากอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากการทดสอบด้วยการวิ่งบนลู่กลโดยผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas analysis) กับแบบเคลื่อนที่ (Portable) มีหน่วยเป็น มล./กก./นาที ดังที่ ดารอส และคณะ (Daros LB, et al. 2012) รายงานว่า วิธีการทดสอบหาค่าความสามารถสูงสุดของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดในห้องปฏิบัติการด้วยการวิ่งบนลู่กลผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊ส กับการทดสอบด้วยวิธีการทดสอบในภาคสนาม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ.05

ความสามารถที่แสดงออกทางอนาภาศนิยม (Anaerobic performance) หมายถึง ความสามารถสูงสุดของการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการปฏิบัติกิจกรรมทางกาย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้วัดจากพลังแบบอนากาศนิยม ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม และดัชนีความเมื่อยล้า ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธี การทดสอบรันนิ่งเบสแอนแอโรบิก สปรินท์ (Running based anaerobic sprint test : RAST Test) ดังที่ คิปริอัน และ เกจด้า (Cipryan L and Gajda V, 2011) รายงานว่า ควรนำรูปแบบการทดสอบ RAST Test มาทดสอบ anaerobic power ในนักฟุตบอลแต่ไม่ควรนำมาคำนวณหาค่า อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในนักฟุตบอล

พลังแบบอนากาศนิยม (Anaerobic power) หมายถึง ความสามารถสูงสุดของกล้ามเนื้อในการการสร้างพลังงานจากระบบฟอสฟาเจน เพื่อใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมของร่างกายภายในเวลาสั้นที่สุดมีหน่วยเป็น วัตต์/กก. ดังที่ เบริกเกส และคณะ (Burgess K, et al. 2016) รายงานว่า RAST Test เป็นแบบทดสอบที่มีความเหมาะสมต่อการทดสอบภาคสนามสำหรับนักกีฬาฟุตบอลโดยเฉพาะในการคำนวณหาค่า พลังแบบอนากาศนิยม และความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม

ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม (Anaerobic capacity) หมายถึง ความสามารถสูงสุดในการรักษาระดับการทำงานของกล้ามเนื้อในการใช้พลังงานที่สร้างจากระบบฟอสฟาเจนและระบบไกลโคไลซีสให้คงอยู่มากที่สุด มีหน่วยเป็นวัตต์/กก.

ดัชนีความเมื่อยล้า (Fatigue index) หมายถึง ค่าที่บ่งบอกถึงความล้าของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นหลังจากการทำงานหนักผ่านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีหน่วยเป็น วัตต์/วินาที

อัตราการระบายอากาศต่อหนึ่งนาที (Minute ventilation) หมายถึง ค่าที่บ่งบอกถึงความลึกและอัตราการหายใจ มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที

น้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ในท่าคลีนพูลล์ (One –repetition maximum clean pull) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงได้มากที่สุดในการหดตัวของกล้ามเนื้อหนึ่งครั้ง ในการยกท่าคลีนพูลล์

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้นวัตกรรมในการสร้างรูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพัก เพื่อการเสริมสร้างพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่สามารถฟื้นสภาพร่างกายได้เร็ว ในการนำไปใช้ฝึกเพื่อความเป็นเลิศทางกีฬาฟุตบอล

2. ได้โปรแกรมการฝึกเพื่อเสริมสร้างความสามารถของร่างกายที่ประหยัดเวลาในการฝึกซ้อมและตรงกับท่าทางการเคลื่อนไหวของกีฬาฟุตบอล อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับกีฬาชนิดอื่นที่มีการเคลื่อนไหวคล้ายกับกีฬาฟุตบอลได้ เช่น ฟุตซอล รักบี้ฟุตบอล และบาสเกตบอล เป็นต้น

3. นักกีฬาสามารถทำการฝึกซ้อมได้พร้อมเพรียงกันในจำนวนที่มากขึ้น และประหยัดพื้นที่ในการฝึก

4. ช่วยทดแทนการซื้อเครื่องมือฝึกราคาแพงจากต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการพัฒนารูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอล จึงได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็นข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

2.การฝึกสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาฟุตบอล

3.ความรู้พื้นฐานทางสรีรวิทยากับกีฬาฟุตบอล

- การใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิกในกีฬาฟุตบอล
- การเกิดแลกเตทในการเล่นฟุตบอล
- การทำงานระบบหายใจกับกีฬาฟุตบอล
- การทำงานของระบบไหลเวียนเลือดกับกีฬาฟุตบอล
- การทำงานของระบบกล้ามเนื้อขณะการออกกำลังกาย
- ความสัมพันธ์ระหว่างแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วของการเคลื่อนที่ (Force-Velocity)
- ความเมื่อยหรือการอ่อนแรงในระหว่างเกมการแข่งขัน
- ความอ่อนล้าเมื่อสิ้นสุดเกมการแข่งขัน
- อิทธิพลของใยกล้ามเนื้อต่อการล้า
- การทำงานของระบบประสาทขณะออกกำลังกาย

4.รูปแบบการฝึกเฉพาะเจาะจงเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายสำหรับกีฬาฟุตบอล

- การฝึกหนักสลับช่วงพัก (High Intensity Intermittent training)
- การฝึกแบบเกมสนามเล็ก (Small side game)
- การฝึกเชิงซ้อน (Complex Training)
- การฝึกแบบผสมผสานที่เฉพาะเจาะจง

5.งานวิจัยเกี่ยวกับการฝึกหนักสลับช่วงพัก

1.สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

กีฬาฟุตบอลผู้เล่นจะมีรูปแบบการเล่นที่แตกต่างกันมากมายและความหนักก็แตกต่างกันเริ่มจากการยืนนิ่งจนถึงการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดดังนั้นนอกจากจะมีความสามารถที่ดีในการใช้พลังสูงสุดแล้วผู้เล่นก็ควรที่จะสามารถทำงานเป็นระยะเวลานานๆได้สิ่งเหล่านี้ทำให้ฟุตบอลแตกต่างไปจากกีฬาประเภทอื่นที่เป็นการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องซึ่งอาจเป็นประเภทความหนักมากหรือปานกลางเช่นวิ่ง 400 เมตรและวิ่งมาราธอนตามลำดับ(ปทุมและนิตยา, 2547) กีฬาในสมัยใหม่จะมีมาตรฐานการแข่งขันที่สูงขึ้นต่างจากอดีต มีความกดดันมากขึ้น มีความแน่นอนแม่นยำมากขึ้น พร้อมทั้งประสิทธิภาพในการแข่งขันและมีข้อผิดพลาดระหว่างการแข่งขันที่น้อยลงเรื่อยๆ ซึ่งนักกีฬามีความแข็งแรงของร่างกายที่มากขึ้น มีความอดทนและสามารถฝึกได้นานอย่างไม่น่าเชื่อ มีความมุ่งมั่นพยายามผลักดันตัวเองและเหนือข้อจำกัดทางกายภาพปกติสมรรถภาพทางกายถือว่าเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเล่นกีฬาหรือการแข่งขันของกีฬาทุกประเภท สมรรถภาพทางกายของนักกีฬา คือ ความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดของหัวใจ หลอดเลือด ปอดและกล้ามเนื้อ ซึ่งส่งผลให้มีสุขภาพที่สมบูรณ์ สามารถปฏิบัติงานประจำได้อย่างดี มีองค์ประกอบทั่วไปคือ ความแข็งแรง (Strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) และความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด (Cardiovascular endurance) ในแต่ละชนิดกีฬาต้องการองค์ประกอบของสมรรถภาพในด้านต่างๆขึ้นอยู่กับลักษณะ การแข่งขัน รูปแบบการเล่นของแต่ละชนิดกีฬานั้นๆ

ฟุตบอลเป็นกีฬาที่ต้องการองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาที่หลากหลายด้านด้วยกัน เพื่อให้นักกีฬาสามารถปฏิบัติทักษะต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสมรรถภาพที่สำคัญประกอบไปด้วย ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ(Cardio-respiratory endurance) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ความเร็ว (Speed) และพลังของกล้ามเนื้อ การเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาฟุตบอลถือว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นโดยองค์ประกอบที่สำคัญที่ต้องเสริมสร้างก่อน คือ ความอดทน (Endurance) ตามด้วยความแข็งแรง (Strength) และพลังของกล้ามเนื้อ(Power) นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบด้านอื่นๆที่ต้องเสริมสร้างด้วย คือ ความเร็ว (Speed) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) และความอ่อนตัว (Flexibility) ฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีการใช้พลังงานทั้งแบบใช้ออกซิเจน(Aerobic energy) และการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic energy) ผสมผสานกันไปตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสนามแข่งขัน ซึ่งสอดคล้องกับ อุทัย (2549) กล่าวไว้ว่า กีฬาฟุตบอลนอกจากจะแข่งขันในเรื่องของแผนการเล่นและเทคนิคการเล่นแล้วยังแข่งขันในเรื่องของสมรรถภาพทางกายด้วยความสมบูรณ์ของ

ร่างกาย ในการเล่นฟุตบอลแตกต่างจากการออกกำลังกายในการเล่นกีฬาประเภทอื่นๆ เช่น ยกน้ำหนักที่ต้องการความแข็งแรงไม่ต้องการความว่องไว ส่วนการเล่นฟุตบอลนั้นต้องการความสามารถทุกด้านประกอบกัน คือ ความเร็ว (Speed) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความแข็งแรง (Strength) และความอดทน (Endurance) เนื่องจากกีฬาฟุตบอลมีการเคลื่อนไหวของร่างกายอยู่ตลอดเวลา แต่เป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่สม่ำเสมอมีการเปิดเกมรุกรับที่เร็วซึ่งตัวนักกีฬาเองต้องมีการเคลื่อนไหวตลอด 90 นาทีของเวลาในการแข่งขันหรือมากกว่านั้น การทำงานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดต้องทำงานหนักและต่อเนื่องตลอดเวลา ในปัจจุบันเกมการเล่นได้เปลี่ยนไป นั่นคือรูปแบบการเล่นที่ผู้เล่นทุกตำแหน่งสามารถทดแทนตำแหน่งกันได้ตลอดเวลาเพื่อให้มีเกมรุกที่หลากหลายและเกมรับที่เหนี่ยวแน่นขึ้น ดังนั้นการเคลื่อนไหวของกีฬาก็เพิ่มขึ้นตามลำดับส่งผลให้นักกีฬาฟุตบอลต้องมีความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular endurance) ที่เพิ่มขึ้นนักกีฬาอาชีพต้องมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด อย่างน้อย 60 ม.ล./ก.ก./นาที มีความคล่องตัวที่สูง (Agility) มีความเร็ว (Speed) โดยเฉพาะระยะทาง 30 - 50 เมตร (Bangsbo, 1994; Railly, 1993)

2.การฝึกสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาฟุตบอล

กีฬาฟุตบอล เป็นกีฬาที่มีการเล่น การเคลื่อนไหวร่างกาย การขึ้นลงสนามรวดเร็ว นักกีฬาฟุตบอลจึงมีความจำเป็นต้องมีสมรรถภาพทางกายที่แข็งแกร่งไม่แพ้กีฬาชนิดอื่นแนวทางการเล่นที่ต้องมีการเลี้ยงลูก ส่งลูกและการกระโดดขึ้นลงที่ต้องใช้ความแข็งแรงความอดทนของร่างกายความเร็วและพลังของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะกล้ามเนื้อขาในบริเวณขา สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล หมายถึงความสามารถทางกายในการทำกิจกรรมต่างๆ ขณะเล่นฟุตบอล ที่ประกอบด้วยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความอดทน และความเร็วยิ่งมีความพร้อมทางร่างกายมากเท่าไรการเล่นฟุตบอลก็ยิ่งมีประสิทธิภาพที่นำไปสู่ผลการแข่งขันที่ดี ในการเล่นกีฬาฟุตบอลมีการขึ้นลงสนามอย่างรวดเร็ว นักกีฬาจึงต้องมีความเร็วซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในเวลาอันสั้นส่งผลให้สามารถลุกหรือตั้งรับได้อย่างมีประสิทธิภาพนักกีฬาฟุตบอลจึงจำเป็นต้องสามารถเคลื่อนที่จากแดนของตนเอง ไปยังแดนตรงข้ามหรือลงจากแดนตรงข้ามมายังแดนของตนเองในเวลาอันสั้น นอกจากความเร็วในการเล่นเคลื่อนไหวแล้ว ความเร็วในการตอบสนองทางด้านจิตใจหรือความรู้สึกก็เป็นความเร็วที่ส่งผลต่อการเล่นด้วยอีกทางหนึ่ง สอดคล้องกับเจริญ กระบวนรัตน์ (2547) สรุปว่า การฝึกซ้อมในกีฬาฟุตบอลสามารถแบ่งการฝึกซ้อมออกได้เป็น 4 ส่วน คือ การฝึกซ้อมทางเทคนิค การฝึกซ้อมทางแทกติก การฝึกทางจิต การปรับตัวภายในทีม และ การฝึกสมรรถภาพทางกาย โดยจุดมุ่งหมายสำคัญของการฝึกสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาฟุตบอล คือ

ต้องการให้นักฟุตบอลสามารถเคลื่อนไหวร่างกายด้วยความมั่นใจว่าจะสามารถใช้เทคนิคทักษะได้อย่างเต็มความสามารถตลอดเกมการแข่งขันในแต่ละครั้งและตลอดรายการแข่งขัน โดยหลักสำคัญในการฝึกสมรรถภาพทางกายคือ ในขั้นตอนแรก เป็นการเตรียมความพร้อมของร่างกายทั่วไป ควบคู่กับการฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะกลุ่มที่จำเป็นต้องใช้ในกีฬาฟุตบอล ในขั้นที่สอง เป็นการพัฒนาเทคนิคแต่ละทักษะให้ชำนาญควบคู่ไปกับการฝึกสมรรถภาพทางกายภายใต้การจำลองรูปแบบการฝึกให้เหมือนสถานการณ์จริง และในขั้นที่สาม พัฒนารูปแบบการฝึกที่มุ่งเน้นการกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจและท้าทายให้นักฟุตบอลที่ต้องใช้ทักษะความสามารถและความพยายามเพิ่มมากขึ้นโดยใช้ทักษะเทคนิคแตกต่างกันออกไปตามขนาดของพื้นที่ที่กำหนดให้ใช้ในการฝึกแต่ละรูปแบบ

3.ความรู้พื้นฐานทางสรีรวิทยากับกีฬาฟุตบอล

การใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิกในกีฬาฟุตบอล

การวิ่งในช่วงเวลาสั้นๆ ด้วยความเร็วสูงสุดขณะแข่งขันฟุตบอลภายในเวลาไม่กี่วินาทีนั้นพลังงานที่ใช้มาจากการสลายครีอาทีน ฟอสเฟต และส่วนน้อยมาจาก เอทีพี ที่สะสมไว้ ส่วนที่เหลือของพลังงานแบบแอนแอโรบิกได้มาจากขบวนการไกลโคไลซิส ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการสะสมของแลกเตท และเมื่อช่วงเวลาในการแข่งขันฟุตบอลนานขึ้น ไกลโคไลซิส ก็จะมีบทบาทมากกว่า (ปทุมและนิตยา 2547)

ในการใช้ครีอาทีน ฟอสเฟตและ เอ ที พี ในฟุตบอลนั้น ปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ครีอาทีนไคเนส (Creatine kinase) ที่สร้าง เอ ที พี ขึ้นมาใหม่จากการสลายครีอาทีน ฟอสเฟต จะถูกกระตุ้นเมื่อมีการออกกำลังกายปฏิกิริยาอาจจะเกิดขึ้นได้เร็วมากร่วมกับไกลโคไลซิสเพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของ เอ ที พี ให้อยู่ในระดับสูงเมื่อเริ่มต้นการออกกำลังกายหนัก อย่างไรก็ตามการเก็บสะสมครีอาทีนฟอสเฟต มีขีดจำกัดและสามารถใช้ได้เพียงไม่กี่วินาทีในการวิ่งสูงสุด ดังที่ ชูศักดิ์และกันยา 2536 รายงานว่า พลังงานจาก เอทีพี และครีอาทีน ฟอสเฟต สะสมอยู่กล้ามเนื้อทั่วร่างกายมีเพียง 570-690 มิลลิโมล คิดเป็นพลังงานได้ 5.7-6.9 กิโลแคลอรี ซึ่งเป็นจำนวนที่น้อยสามารถใช้ในการออกกำลังกายอย่างหนักได้เพียง 10 วินาที เท่านั้น ในการแข่งขันฟุตบอล ความเข้มข้นของครีอาทีนฟอสเฟตจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ที่เป็นผลมาจากธรรมชาติของการเคลื่อนไหวในการเล่นที่เป็นช่วงๆ (Intermittent) และครีอาทีนฟอสเฟตยังมีหน้าที่สำคัญในการเป็นตัวบัฟเฟอร์ ทำให้มีพลังงานสำหรับกล้ามเนื้อในช่วงที่เพิ่มความหนักของการออกกำลังอย่างรวดเร็ว

การเกิดแลกเตทในการเล่นฟุตบอล

กระบวนการไกลโคไลซิสในกล้ามเนื้อถูกกระตุ้นและเกิดเป็นแลกเตทเมื่อมีการเริ่มต้นออกกำลังกายระดับความเข้มข้นของแลกเตทในเลือดมักจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการผลิตพลังงานแบบแอนแอโรบิคแลกตาซิด (Anaerobic lactacid system) ปทุมและนิตยา 2547 ได้สรุปว่า การศึกษาในนักกีฬาฟุตบอลโดยการเก็บตัวอย่างเลือดเมื่อช่วงพักครึ่งแรกจบเกมและระหว่างเกมการเล่นเพื่อวิเคราะห์หาแลกเตท ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นของแลกเตทในเลือดหลังจากจบเกมการแข่งขันมีค่าประมาณ 10 มิลลิโมล/ลิตรและมีค่ามากกว่า15 มิลลิโมล/ลิตรในผู้เล่นระดับดิวิชันหนึ่งของสวีเดนต่อมาพบค่าที่ใกล้เคียงกันในการสำรวจผู้เล่นลีกของสวีเดน เอคบลอม (Ekblom 1986) ระดับความเข้มข้นของแลกเตทในเลือดของผู้เล่นดิวิชันหนึ่งมีค่า 9.5 และ7.2 มิลลิโมล/ลิตรหลังจากครึ่งเวลาแรกและหลังตามลำดับในขณะที่ผู้เล่นดิวิชันสี่ มีค่า4.0 และ3.9 มิลลิโมล/ลิตรตามลำดับผู้เล่นในดิวิชั่นสองและสาม มีค่าอยู่ระหว่างค่าทั้งสองช่วงการศึกษาต่อมา เจอริส และ คณะ (Gerisch et al.,1988) พบว่า ระดับความเข้มข้นของแลกเตทในเลือดมีค่าระหว่าง4-6 มิลลิโมล/ลิตรเมื่อครึ่งเวลาแรกและหลังจากทันทีที่จบเกมในการแข่งขันสมัครเล่นของเยอรมันและพบค่าที่ใกล้เคียงกันที่ช่วงกลางของทั้งสองครึ่งเวลาในการแข่งขันเกมมิตรภาพของมหาวิทยาลัยในเยอรมันและยังมีรายงานว่าค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นแลกเตทในเลือดมีระดับเดียวกับในนักกีฬาชั้นแนวหน้าของเดนมาร์กและนักกีฬาระดับอุดมศึกษาของอังกฤษค่าที่ต่ำกว่าของระดับแลกเตทในเลือดที่พบในครึ่งเวลาหลังเมื่อเปรียบเทียบกับครึ่งเวลาแรกนั้นมีความคล้ายคลึงกับที่พบในการศึกษาอื่นๆซึ่งเกิดจากการลดความถี่และระยะเวลาของช่วงเวลาที่เป็นการออกกำลังกายที่มีความหนักสูงมากและสอดคล้องกับระดับของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่ต่ำลง การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของระดับความเข้มข้นแลกเตทอาจจะกว้างมากโดยค่าสูงสุดที่มักพบอาจจะสูงกว่า10 มิลลิโมล/ลิตร นอกจากนั้นการตรวจวัดแลกเตทในเลือดจากนักกีฬาคนเดียวกันหลายๆครั้งระหว่างเกมการแข่งขันก็ยังพบความแตกต่างอย่างมาก การค้นพบเหล่านี้น่าจะเป็นผลจากความแตกต่างของกิจกรรมก่อนมีการเก็บตัวอย่างเนื่องจากมีข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่าการวัดแลกเตทในเลือดมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับกิจกรรมการออกกำลังที่ความเข้มข้นสูงมากก่อนที่จะมีการเก็บตัวอย่าง

การทำงานระบบหายใจกับกีฬาฟุตบอล

หน้าที่ของระบบหายใจ คือ การจัดหาออกซิเจน (O_2) สำหรับเมตะบอลิสึ่มของร่างกายและกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเป็นผลมาจากออกซิเดชั่น ซึ่งตามปกติในขณะพักร่างกายจะใช้ออกซิเจน ประมาณ 250 มิลลิลิตร/นาที แต่เมื่อออกกำลังกายหนักอาจต้องใช้ ออกซิเจน เพิ่มขึ้นถึง 30 เท่า ดังนั้นร่างกายจึงต้องปรับการหายใจให้เปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการในขณะออกกำลังกาย นอกจากนั้นการหายใจยังต้องมีบทบาทรักษาดุลของกรด-ด่างในเลือดในขณะออกกำลังกายให้

คงที่ได้อีกด้วย ในการออกกำลังกายหรือเล่นฟุตบอลจะทำให้การหายใจเพิ่มขึ้นทั้งอัตราการหายใจ (R.R.)และความลึกในการหายใจ (Tidal Volume) โดยที่เมื่อออกกำลังกายอย่างหนักทั้งอัตราและปริมาตรอากาศหายใจต่อนาทีจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดระยะการออกกำลังกาย ถึงแม้ว่าความลึกในการหายใจอาจจะลดลงบ้าง เนื่องจากเหนื่อยมากจึงต้องมีอัตราการหายใจที่เร็วเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มงานของการหายใจให้มากขึ้นแต่ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนก๊าซในปอดจะไม่ค่อยดี เพราะว่าอากาศส่วนหนึ่งเข้าไปในถุงลม เพื่อการแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยที่อีกส่วนหนึ่งบรรจุอยู่เพียงในหลอดลม เมื่อมีการหายใจเร็วจึงทำให้หายใจตื้นลง อากาศเข้าไปถึงถุงลมได้น้อย การหายใจจึงเสียเปล่ามากขึ้น ปกติการหายใจที่จะให้ได้อากาศ 1 ลิตร นั้นจะต้องใช้ออกซิเจน 0.8-2.0 ลบ.ซม. เพื่อใช้งานของการหายใจ (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536) ดังนั้น เมื่อการหายใจไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ จึงต้องนำออกซิเจนเพื่อไปใช้ในงานของการหายใจมากขึ้น ในการแข่งขันฟุตบอล เป็นการออกกำลังกายปานกลางถึงออกกำลังกายหนัก ดังนั้นร่างกายจะหายใจเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มความลึกในการหายใจ(Tidal volume) เป็นส่วนใหญ่ และเพิ่ม อัตราการหายใจเป็นส่วนน้อย ซึ่งเมื่อหายใจลึกจะทำให้การระบายอากาศในถุงลม เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 70 ของการระบายกาศต่อหนึ่งนาที (Minute ventilation) ในขณะพักจนมีค่ามากกว่า ร้อยละ85ของ การระบายกาศต่อหนึ่งนาที ในขณะออกกำลังกาย เมื่อเกมการแข่งขันที่หนักขึ้น ค่าความลึกในการหายใจจะเริ่มอยู่ในระยะพลาโท (Plateau) ที่ประมาณ ร้อยละ60ของความจุปอด ส่วนค่า การระบายอากาศต่อหนึ่งนาทีก็ยังเพิ่มขึ้นไปอีกโดยการเพิ่มอัตราการหายใจนั้นเอง แบงส์โบ (Bangsbo ,2011) กล่าวว่า ผลการฝึกแอโรบิกที่มีต่อระบบหายใจ นอกจากจะส่งผลให้ปอดมีขนาดใหญ่ขึ้น ความจุปอดเพิ่มสูงขึ้นแล้วในผู้ใหญ่ กล้ามเนื้อที่ควบคุมระบบหายใจจะมีความแข็งแรงกว่าเดิม และทนต่อความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น โดยจะเห็นว่า การระบายอากาศต่อหนึ่งนาทีสูงสุดมีค่ามากกว่า 200 ลิตร /นาที

Chulalongkorn University

การทำงานของระบบไหลเวียนเลือดกับกีฬาฟุตบอล

ระบบไหลเวียนเลือด มีหน้าที่สำคัญในการนำออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อเพื่อใช้รวมทั้งการนำเอาของเสียกลับออกมาจากกล้ามเนื้อด้วย จึงเปรียบเสมือนเป็นระบบขนส่งในร่างกายและความทนทานในการทำงานของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับ การทำงานของระบบไหลเวียนเลือด ดังนั้นเมื่อเล่นฟุตบอลกล้ามเนื้อทำงาน ระบบไหลเวียนเลือดจะต้องเพิ่มการทำงานขึ้นด้วย เพื่อตอบสนองความต้องการของกล้ามเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงของระบบไหลเวียนเลือดในขณะเล่นฟุตบอล นอกจากขึ้นอยู่กับการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดแล้ว ยังขึ้นอยู่กับการทำงานของระบบอื่น ๆ ในร่างกายด้วยโดยเฉพาะระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ

เมื่อมีการเล่นฟุตบอล สิ่งที่เปลี่ยนแปลงตอบสนองพื้นที่ คือ อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นทันที และจะยังเพิ่มขึ้นเช่นนี้ ตลอดระยะเวลาในการแข่งขันหรือฝึกซ้อมฟุตบอล โดยการ

เพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ ในระยะเริ่มต้นของการเล่นฟุตบอล โดยการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจในระยะเริ่มต้นของการเล่นฟุตบอล เกิดจากกลไกทางระบบประสาทที่ส่งมาควบคุมโดยตรง เช่น พลังประสาทที่ส่งมาตามเส้นประสาทออโตโนมิค และในระยะต่อส่วนใหญ่เกิดจากกลไกทางรีเฟล็กซ์ ที่เนื่องจากมาจากผลผลิตของการเล่นฟุตบอลมากระตุ้น เช่น กรดแลกติก การขาดออกออกซิเจน เป็นต้น เมื่อมีการเล่นฟุตบอลในจังหวะเบา ๆ อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นทันทีแต่เพิ่มไม่มาก แล้วก็คงเพิ่มอยู่ด้วย อัตรานั้นตลอดระยะการเล่นฟุตบอล ในจังหวะเบา ๆ และเมื่อเพิ่มความหนักขึ้นเป็นระดับปานกลาง อัตราการเดินของหัวใจก็เพิ่มขึ้นโดยรวดเร็วเช่นกัน แต่ก็ขึ้นอยู่กับจังหวะการเคลื่อนที่หรือความหนักเบาในการเคลื่อนไหว อัตราที่เพิ่มขึ้นนี้จะคงอยู่ด้วยอัตราค่อนข้างคงที่ เมื่อหยุดเคลื่อนไหว อัตราการเต้นของหัวใจจะค่อย ๆ กลับสู่สภาวะปกติและเกมการแข่งขันที่หนักอัตราการเดินของหัวใจจะเพิ่มขึ้นสู่ระดับสูงโดยทันที เมื่อหยุดเคลื่อนไหวก็จะปรับค่อยๆ ลดลงเช่นกัน สิ่งหนึ่งที่ปรับเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเล่นฟุตบอล คือปริมาตรเลือดที่หัวใจบีบแต่ละครั้ง (S.V.) และจะปรับเพิ่มขึ้นมาก เมื่อความหนักในการเล่นฟุตบอลหนักจนเกินระดับของจุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) จะมีปัจจัยอื่นมาเสริมอีก 2 อย่างคือ กล้ามเนื้อที่ทำงานเพิ่มขึ้นก็จะเป็นตัวขัดขวางการไหลของเลือด และมีการหลั่งแคติคอลเอมีน (Catecholamine) เพิ่มขึ้น จึงเป็นการเพิ่มทั้งปริมาณเลือดที่บีบออกจากหัวใจแต่ละครั้ง และ อัตราการเต้นของหัวใจ การที่ปริมาณเลือดที่บีบออกจากหัวใจแต่ละครั้ง เพิ่มขึ้น ขณะเล่นฟุตบอล เกิดเนื่องจากการหลั่งเอปิเนพรินและนอร์เอปิเนพรินออกมาจากปลายประสาท ซิมพาเทติก ในตอนต้นและในตอนหลัง ยังมี เอปิเนพริน หลั่งออกมาจากต่อมแอดรีนัล เมดุลล่า จึงทำให้ปริมาณเลือดที่บีบออกจากหัวใจแต่ละครั้งเพิ่มขึ้นและ ปริมาณเลือดขณะหัวใจบีบตัวครั้งสุดท้าย (End-Systolic Volume) ลดลง

การทำงานของระบบกล้ามเนื้อขณะการออกกำลังกาย

ชูศักดิ์และกันยา (2536) ได้สรุป ชนิดของกล้ามเนื้อลายคือ ใยของกล้ามเนื้อลายมีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ใยของกล้ามเนื้อลายมีสีต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนมัยโอโกลบิน (Myoglobin) ซึ่งมีอยู่ในกล้ามเนื้อ โดยทำให้กล้ามเนื้อมีสีแดงและทำหน้าที่เก็บออกซิเจน ดังนั้นกล้ามเนื้อที่มีมัยโอโกลบินมากจึงเรียกว่าเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดง(Red muscle fiber) ส่วนกล้ามเนื้อที่มีมัยโอโกลบินน้อยจึงเรียกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว(White muscle fiber)สำหรับเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดงนั้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า แต่มี ไมโตคอนเดรีย และหลอดเลือดฝอยมากกว่า ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวมี Sacroplasmic reticulum มากว่าเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดง เส้นใยกล้ามเนื้อลายนั้นหดตัวด้วยความเร็วแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการสลาย เอ ที พี นอกจากนั้นยังแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับขบวนการทางเมตะบอลิสึ่มในการใช้การสร้าง เอ ที พี เช่น กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เคลื่อนไหวลูกนัยน์ตา มีช่วงการหดตัวเพียง 1/40 วินาที ส่วนกล้ามเนื้อน่อง(Gastrocnemius

)มีช่วงการหดตัว 1/15 วินาที และกล้ามเนื้อ Soleus มีช่วงการหดตัวยาวมากคือ ประมาณ 1/5 วินาที ซึ่งหมายถึงว่าช่วงการหดตัวของกล้ามเนื้อต่างๆ นั้นได้ปรับตัวให้เหมาะสมกับลักษณะของงานที่ต้องกระทำ คือ กล้ามเนื้อองลูกนัยน์ตาต้องทำให้นัยน์ตาเคลื่อนไหวรวดเร็วเพื่อมองตามวัตถุที่เคลื่อนไหว ส่วนกล้ามเนื้อน่องก็ต้องหดตัวด้วยความเร็วปานกลางจึงจะทำให้เคลื่อนไหวได้เร็วเพียงพอใช้ในการวิ่งหรือการกระโดด แต่กล้ามเนื้อ Soleus นั้นใช้สำหรับรักษาท่าทางของร่างกาย จึงไม่ต้องการความเร็ว

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วของการเคลื่อนที่(Force-Velocity)

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วของการเคลื่อนที่ได้ แรงของกล้ามเนื้อเมื่อไปทำหน้าที่ดึงกระดูก จะทำให้ช่วงของการเคลื่อนไหวที่วัดได้เป็นโมเมนต์ (โมเมนต์ = แรง x แขนของคาน) ค่าโมเมนต์สูงสุด (Peak torque) เกิดขึ้นที่ความเร็วค่อนข้างช้า คือ 57 องศาต่อวินาที และพบว่าค่าโมเมนต์สูงสุดจะมีค่าลดลงเมื่อความเร็วของการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า โมเมนต์ ที่มีค่ามากที่สุดจะเกิดขึ้นเมื่อความเร็วของการเคลื่อนที่ช้าที่สุด และยังพบอีกด้วยว่า โมเมนต์ ที่เกิดขึ้นจะมีค่ามากขึ้นเมื่อมีเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวปริมาณมาก นอกจากนั้นยังมีความเร็วมากเมื่อมีเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวมากความสัมพันธ์ระหว่าง แรงกับความเร็ว (Force-velocity) ของกล้ามเนื้อเหยียดขา ที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่าเมื่อมี เส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว เปอร์เซ็นต์มากกว่า ซึ่งการที่กล้ามเนื้อที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวมากจะมีประโยชน์ต่อนักกีฬาที่ต้องใช้กำลังในการแข่งขัน ที่แสดงความสัมพันธ์ของแรงกับความเร็วเชิงมุมในการเคลื่อนที่(Force-velocity curves) ของนักกีฬาประเภทต่างๆ สังเกตว่านักกีฬาที่แข่งวิ่งเร็วและกระโดดสูงจะมีค่าโมเมนต์มากกว่านักกีฬาชนิดอื่น ควรสังเกตว่านักกีฬาวิ่งเร็วหรือนักกระโดดมีเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว มากถึงร้อยละ 61 ส่วนนักกีฬาที่เดินแข่งมีเพียง ร้อยละ41ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาว ในกลุ่มที่ไม่ใช่นักกีฬามีค่าเพียง ร้อยละ56 ซึ่งใกล้เคียงกับกลุ่มของนักกีฬาวิ่งเร็วหรือนักกีฬากระโดดที่มีร้อยละ61 ข้อมูลนี้เสนอแนะว่าการฝึกฝนย่อมมีอิทธิพลต่อ Force-velocity curves ซึ่งForce-velocity curves ของกล้ามเนื้อเหยียดขาในนักกีฬากลุ่มต่างๆ สังเกตว่านักกีฬาวิ่งเร็วและกระโดดสูงมีค่า โมเมนต์ มากกว่านักกีฬากลุ่มอื่น ส่วนนักกีฬาที่ต้องใช้ความอดทนมีค่าโมเมนต์ น้อยกว่า

ความสัมพันธ์ระหว่างพลังกับความเร็วในการเคลื่อนไหวเชิงมุม(Power-Velocity)

ความสัมพันธ์ระหว่างพลังของกล้ามเนื้อ (Power) กับความเร็วของการเคลื่อนไหว (Velocity) กระทำโดยการวัดการเหยียดขาและใช้ผู้ถูกทดลองกลุ่มเดียวกับการวัด โมเมนต์ ทั้งนี้โดยคำนวณพลังกล้ามเนื้อจากผลงานในหน่วยเวลา ผลการศึกษาพบว่าพลังสูงสุดที่เกิดจากกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเป็น Exponential นั้นก็คือมีการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อมากเมื่อมีการเคลื่อนไหวช้า และเพิ่ม

น้อยลงเมื่อเคลื่อนไหวเร็วขึ้น ทางด้านชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อพบว่า พลังสูงสุด เพิ่มมากเมื่อกล้ามเนื้อนั้นมีเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวมากความสัมพันธ์ระหว่างพลังกับความเร็วในการเคลื่อนไหวเชิงมุม(Power-velocity) ของกล้ามเนื้อเหยียดขา พบว่าพลังสูงสุดเพิ่มเป็น Exponential เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น สำหรับนักกีฬาประเภทต่างๆ จะเห็นได้ชัดเจนว่าพลังสูงสุดเพิ่มมากขึ้นในกลุ่มของนักกีฬาที่ต้องใช้กำลังมาก เช่น นักกีฬาวิ่งเร็วและนักกีฬากระโดด ความสัมพันธ์ระหว่างพลังกับความเร็วในการเคลื่อนไหวเชิงมุม ของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าในกีฬากลุ่มต่างๆ พบว่าพลังสูงสุด มีค่าสูงในนักกีฬาที่ต้องใช้กำลัง และมีเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวมากด้วย

ความเมื่อยหรือการอ่อนแรงการอ่อนแรงในระหว่างเกมการแข่งขัน

ปทุมและนิตยา (2547) ได้สรุปว่า การอ่อนแรงในระหว่างเกมการแข่งขันเป็นอาการชั่วคราวและอาจใช้เวลาหลายนาทีก่อนอาการจะเริ่มขึ้นอย่างไรก็ตามการอ่อนแรงของนักกีฬาส่งผลกระทบต่อผลการแข่งขันดังนั้นจึงจำเป็นมากที่จะต้องทำให้นักกีฬาฟื้นตัวได้เร็วที่สุดที่จะทำได้เวลาที่ต้องใช้ในการกลับคืนสู่สภาพปกติหลังจากการออกกำลังกายหนักขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่นระดับความสมบูรณ์ทางกายของนักกีฬากิจกรรมในช่วงการฟื้นตัวความหนักและความนานของการออกกำลังกายปัจจัยหลังนี้มีการค้นพบว่าเวลาที่ใช้ในการวิ่ง ประมาณ 5.5 วินาที จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อทำการวิ่งเร็ว 40 เมตรซ้ำๆกัน 15 รอบในขณะที่ความเร็วจะไม่เปลี่ยนแปลงถ้าวิ่ง 40 รอบระยะทางเพียง 15 เมตร ประมาณ 2.5 วินาที ในทั้งสองกรณีการวิ่งแต่ละรอบจะมีเวลาพัก 30 วินาทีดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าเวลา 30 วินาทีเป็นเวลาที่เพียงพอสำหรับการฟื้นตัวจากการออกกำลังกายสูงสุดที่ใช้เวลาประมาณ 3 วินาที แต่ไม่พอเพียงสำหรับการออกกำลังกายสูงสุดที่ใช้เวลาประมาณ 6 วินาที ความอ่อนล้าอาจจะเกิดช้าลงได้โดยการฝึกฝนซึ่งเกิดจากสิ่งต่างๆที่พัฒนาความสามารถของนักกีฬาทำให้ทนต่อภาวะแลกเตทสูงและความอ่อนแรงตลอดจนฟื้นตัวจากการออกกำลังกายอย่างหนักได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ ชูศักดิ์และกันยา (2536) รายงานว่า เมื่อออกกำลังกายและเพิ่มความหนักขึ้นร่างกายจะมีปริมาณของแลกเตทเพิ่มขึ้นและจะมีอาการเริ่มเมื่อยหรือล้าขึ้นมาตรงนี้เรียกว่า จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) ซึ่งหมายถึง ระดับความหนักของการออกกำลังกาย หรือใช้ ออกซิเจน ที่ซึ่งมีการเพิ่มขบวนการเผาผลาญพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน(Anaerobic Metabolism) และมีกรดแลกติกเพิ่มขึ้นมากเช่นกัน ดังนั้น จุดเริ่มล้าจึงเป็นระดับที่พบว่ามีกรดแลกเตทเพิ่มขึ้นมากในเลือด โดยสามารถตรวจวัดค่าจุดเริ่มล้า ก็คือ การเจาะเลือดตรวจระดับแลกเตทเป็นระยะขณะที่มีการออกกำลังกาย และเพิ่มความหนักขึ้น และมีวิธีที่เร็วและสะดวกคือ การสังเกตการณ์ระบายอากาศต่อหนึ่งนาที (Minute ventilation) รวมทั้งปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น เพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้นกับความหนักของการออกกำลังกายจนกระทั่งถึงจุดจุดหนึ่งที่ซึ่ง Minute ventilation กับ CO_2 เพิ่มมากขึ้นทันทีทำให้สังเกตได้

ความอ่อนล้าเมื่อสิ้นสุดเกมการแข่งขัน

เมื่อสิ้นสุดเกมการแข่งขันฟุตบอลความอ่อนล้าอาจจะไม่ได้เกิดจากการออกกำลังที่หนักมากเพียงอย่างเดียวแต่อาจจะเกิดจากการหมดแรงของกล้ามเนื้อโดยรวมๆซึ่งเป็นผลจากการออกกำลังกายก่อนหน้านี้ในระหว่างเกมการแข่งขันนักกีฬาอาจสามารถออกกำลังกายที่ความหนักไม่มากได้และออกกำลังสูงสุดได้ในช่วงสั้นๆแต่ความสามารถในการออกกำลังที่ความหนักสูงในช่วงเวลายาวนานขึ้นอาจจะลดลงไปซึ่งมักเกิดจากการลดลงของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อมีการใช้ไกลโคเจนที่สะสมไว้ในรูปแบบที่อาจแตกต่างกันเส้นใยกล้ามเนื้อที่ต้องพึ่งพาเส้นใยกล้ามเนื้ออื่นๆหรือต้องมีเส้นใยอื่นมาช่วยทำงานมีศักยภาพต่ำที่จะสังเคราะห์ไกลโคเจนกลับคืนมักจะเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ไกลโคเจนลดลงอย่างมากขณะออกกำลังกายเหตุดังกล่าวอาจทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อที่จะออกกำลังทำงานได้มีจำนวนลดลงไปไม่พอเพียงที่จะเกิดแรงสำหรับการออกกำลังกายซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่เพิ่มประสิทธิภาพของการออกกำลังกายแบบยาวนานเป็นช่วงๆด้วยการเพิ่มไกลโคเจนในกล้ามเนื้อโดยการรับประทานอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงก่อนการทดสอบดังนั้นจึงค่อนข้างจะชัดเจนว่าการเตรียมร่างกายให้พร้อมก่อนเกมการแข่งขันฟุตบอลนั้นควรคำนึงถึงการบริโภคที่เหมาะสมซึ่งดูรายละเอียดได้ในส่วนของโภชนาการสำหรับนักกีฬาฟุตบอลการผลิตพลังงานแบบแอโรบิกเพื่อใช้ในเกมการแข่งขันฟุตบอลสามารถประมาณได้จากการวัดในระหว่างหรือเมื่อสิ้นสุดเกมทันทีเช่นการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและการวัดอุณหภูมิที่ทวารหนักจากการวัดดังกล่าวการผลิตพลังงานแบบแอโรบิกของนักกีฬาชั้นนำมีค่าประมาณ70% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นการยากที่จะหาปริมาณของพลังงานที่ผลิตมาในเชิงแอนแอโรบิกในระหว่างเกมการแข่งขันเนื่องจากความหนักของการออกกำลังกายมีความแตกต่างกันแต่พลังงานที่ได้จากระบบนี้อาจเป็นเพียงส่วนน้อยของการใช้พลังงานรวมในการแข่งขันอย่างไรก็ตามระบบแอนแอโรบิกก็เป็นระบบที่สำคัญมากระหว่างเกมการเล่นเพราเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาการออกกำลังกายหนักในระหว่างเกมซึ่งศักยภาพเชิงแอโรบิกมีความสัมพันธ์ทางตรงกับระดับการแข่งขันฟุตบอลดังนั้นนักกีฬาที่มีสมรรถภาพสูงจึงสามารถออกกำลังกายหนักซ้ำๆได้ในระหว่างเกมและมีความแตกต่างระหว่างบุคคลในสมรรถนะดังกล่าวรวมถึงการผลิตพลังงานรวมและพลังงานในเชิงแอโรบิกและแอนแอโรบิกที่จะนำมาใช้ในการแข่งขันความอ่อนแรงระหว่างการออกกำลังกายหนักอาจจะมีความซับซ้อนและเป็นการยากที่จะชี้ว่าปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการลดของแรงแต่อีกนัยหนึ่งอาจเป็นได้ว่าความรู้สึกอ่อนแรงในช่วงท้ายของเกมการแข่งขันอาจจะเกี่ยวเนื่องกับการลดลงของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ และกันยา (2536) สรุปว่า การล้าของกล้ามเนื้อ (Muscular fatigue) หมายถึงการที่กล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานให้มีสมรรถภาพหรือกำลังได้ตามที่คาดหมายไว้ การล้าของกล้ามเนื้อนั้นอาจมีสาเหตุจากส่วนรอบนอกที่เรียกว่า Peripheral fatigue หรืออาจมีสาเหตุมาจากระบบประสาทส่วนกลางที่เรียกว่า Central fatigue อย่างไรก็ดี ในคนที่มี

ภาวะจิตใจปกตินั้นพบว่าสาเหตุจากระบบประสาทส่วนกลางมีความสำคัญน้อย สาเหตุทางรอบนอกมีความสำคัญมากกว่า

อิทธิพลของใยกล้ามเนื้อต่อการล้า

ดังที่ได้กล่าวในตอนต้นแล้วว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว(Fast twitch fiber or FT fiber) มีการล้าได้มากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Slow twitch fiber or ST fiber) ในมนุษย์นั้นสามารถตรวจวัดการลดลงของแรงตึงตัวสูงสุด โดยใช้เป็นเครื่องบ่งชี้การล้าของกล้ามเนื้อ การตรวจวัดโดยใช้การกระตุ้นกล้ามเนื้อเหยียดเข่าซ้ำๆ กัน 50 ครั้ง ผลที่ได้เป็นชัดเจนว่า การล้าง่ายพบได้ในกล้ามเนื้อที่มี FT fibers มากกว่า และยังพบได้ในกล้ามเนื้อที่มี FT fibers พื้นที่มาก (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536)

ตำแหน่งที่เป็นสาเหตุของการล้า

1. *Neuromuscular Junction*

มีทั้งหลักฐานที่สนับสนุนและคัดค้านว่าบริเวณรอยต่อของประสาทและกล้ามเนื้อเป็นต้นตอที่ก่อให้เกิดความล้า การล้าชนิดนี้พบได้บ่อยในหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ส่วนกลไกนั้นเชื่อว่าเกิดจากสารสื่อประสาทคืออะเซติลโฆลีนลดน้อยลง

2. *Contractile Mechanism*

มีปัจจัยหลายอย่างทางด้านกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการล้า

(ก) มีการคั่งของกรดแลคติคเชื่อกันมานานว่าการคั่งของกรดแลกเตทจากการทำงานของกล้ามเนื้อทำให้ล้าได้ อย่างไรก็ดี ได้มีหลักฐานที่ชัดเจนเมื่อไม่นานมานี้เอง โดยได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแลกเตทในกล้ามเนื้อกับการลดลงของแรงตึงตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ Sartorius ของกบที่ได้ตัดแยกออกมานอกตัว และในกล้ามเนื้อ Vastus lateralis ของมนุษย์ สังเกตว่าเมื่อ FT:ST ratio มีค่ามากและเมื่อกรดแลกติกเพิ่มขึ้น จะทำให้แรงตึงตัวสูงสุด ลดน้อยลง ซึ่งหมายความว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมีการล้าได้มากกว่าเนื่องจากมีกรดแลกติกเกิดมากกว่า เมื่อมีกรดแลกติกคั่งมากจะทำให้ พี เอช(PH) ภายในเซลล์เป็นกรดมากขึ้น จึงทำให้ปล่อยแคลเซี่ยม($Ca^{++)}$จาก ซาร์โคพลาสมิก เรคติคูลัม ลดน้อยลง และยังรบกวนต่อ Ca^{++} Troponin binding capacity นอกจากนี้ยังยับยั้งฟอสโฟฟรุ๊กโตไคเนส ซึ่งเป็นเอ็นไซม์ที่สำคัญของแอนแอโรบิก ไกลโคไลซีส

(ข) การหมดไปของ เอ ที พี และ พีซี ที่เก็บสะสมไว้เนื่องจาก เอ ที พี เป็นต้นตอของพลังงานสำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ดี การศึกษาในมนุษย์ได้ลงความเห็นว่าการล้าไม่เกี่ยวข้องกับความเข้มของ ฟอสฟาเจนที่ลดต่ำลงในกล้ามเนื้อ

การศึกษาในกล้ามเนื้อ Satorius ของกบที่ตัดออกมานอกร่างกายก็ได้ผลเช่นเดียวกัน จะเห็นได้ว่า เอ ที พี และ พีซี ลดลงใน 2 นาที หลังจากที่กล้ามเนื้อทำงานแต่แรงตึงตัวสูงสุด ยังไม่ลดลง เมื่อกล้ามเนื้อถึงระยะที่มีการล้าคือในเวลา 15 นาที ความเข้มของ เอ ที พี ยังคงมีมากคือมี ร้อยละ76 ของในขณะพัก ดังนั้นปัจจัยเกี่ยวกับ เอ ที พี และ พี ซี จึงไม่สนับสนุนว่าเป็นต้นตอของการล้า

ความสัมพันธ์ระหว่างการล้าของกล้ามเนื้อ และความเข้มของ เอ ที พี และ พีซี ในกล้ามเนื้อของกบที่ตัดแยกออกมานอกร่างกาย ค่าของ ATP และ PC ลดลงมากใน 2 นาที โดยที่แรงตึงตัวสูงสุดยังไม่ลดลงเมื่อกล้ามเนื้อล้าเต็มที่ในเวลา 15 นาที ค่าของ เอทีพี และ พีซี ก็ยังสูงอยู่คือมีค่าร้อยละ 76 ของในขณะพัก

(ค) การหมดไปของกลัยโคเจนที่สะสมไว้ได้มีการพบว่าเมื่อออกกำลังกายระยะยาวเช่นมากกว่า 30 นาที จะทำให้ไกลโคเจนที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อถูกใช้ไปเกือบหมด จึงเชื่อว่าเป็นต้นตอของการล้า อย่างไรก็ดี ยังไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างการหมดไปของกลัยโคเจน กับการล้าของกล้ามเนื้อ

(ง) ปัจจัยอื่น ยังมีปัจจัยอื่นเช่นการขาดออกซิเจนและการที่กล้ามเนื้อมีเลือดมาเลี้ยงไม่พอ แต่ยังไม่มีเหตุผลสนับสนุนอย่างแน่ชัด

การทำงานของระบบประสาทขณะออกกำลังกาย

ชูศักดิ์ และกันยา (2536) รายงานว่า กล้ามเนื้อลายในร่างกายจะทำงานได้ต้องอาศัยการควบคุมของระบบประสาท อาจแบ่งระดับของการควบคุมออกเป็น 2 พวกคือ การควบคุมกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ (involuntary control) และการควบคุมกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ (Voluntary control) อย่างไรก็ดี การควบคุมทั้งสองระดับต้องใช้ทางร่วมขั้นสุดท้าย (Final common path) ทางเดียวกันคือ เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neurone) ซึ่งอยู่ที่ Anterior horn ของไขสันหลัง รวมทั้งหน่วยยนต์ (Motor unit) ต่างๆ ด้วย การควบคุมที่อยู่นอกอำนาจจิตใจเป็นไปในรูปของรีเฟล็กซ์ (Reflex) ซึ่งยังแบ่งได้เป็นการควบคุมอีกหลายระดับคือ ไขสันหลัง (Spinal cord) ก้านสมอง (Brainstem) และได้สมองใหญ่ (Subcortical structures) และสมองใหญ่หรือ ซีรีบรัม ส่วนการควบคุมที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจนั้นต้องใช้สมองใหญ่ (Cerebrum) เป็นตัวการสำคัญ

4.รูปแบบการฝึกเฉพาะเจาะจงเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายสำหรับกีฬาฟุตบอล

การฝึกหนักสลับช่วงพัก (High Intensity Intermittent training)

การฝึกหนักสลับช่วงพักมีลักษณะพื้นฐานตลอดจนรูปแบบวิธีการฝึกโดยทั่วไปคล้ายคลึงกับการฝึกแบบหนักสลับเบา คือมีการฝึกซ้อมในลักษณะเดิมหลายเที่ยวและในแต่เที่ยวของการฝึกมีการสลับช่วงด้วยการพักหรือสลับด้วยช่วงเบาของการฝึก อย่างไรก็ตาม รูปแบบการฝึกสลับช่วงพัก นี้เน้นลักษณะการฝึกที่แตกต่างไปจากการฝึกหนักสลับเบา คือ การฝึกหนักสลับเบาเน้นวิธีควบคุมความหนักในการฝึกโดยใช้อัตราการเต้นของชีพจร เป็นเกณฑ์ในการกำหนดความหนักเบาของการฝึก เช่น ในช่วงหนักของการฝึกที่ระดับความหนัก ร้อยละ 85-90 อัตราการเต้นของชีพจรในขณะฝึกที่ 160-180 ครั้งต่อนาที ส่วนในช่วงเบาหรือช่วงพักควรให้อัตราเต้นของชีพจรลดต่ำลงเหลือ 120-140 ครั้งต่อนาที จึงเริ่มฝึกในเที่ยวต่อไป ทั้งนี้โดยแต่ละเที่ยวของการฝึกจะต้องใช้เวลาไม่เกิน 90 วินาที ในขณะที่ การฝึกแบบสลับช่วงพัก เป็นการเน้นความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Oxygen uptakes) ของร่างกายในระหว่างช่วงการฝึก เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความหนักเบา จึงเป็นความแตกต่างที่ถูกกำหนดไว้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในแต่ละช่วงของการฝึกอาจใช้ระยะเวลาตั้งแต่ 60 วินาที จนกระทั่งถึง 5 นาที แต่ในทางปฏิบัติจริงมีลักษณะใกล้เคียงกับการฝึกหนักสลับเบามาก อย่างไรก็ตาม การฝึกไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบ หนักสลับเบาหรือรูปแบบสลับช่วงพัก ถือว่าเป็นการฝึกที่จัดอยู่ในประเภทที่เรียกว่า ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนนั้น (Anaerobic exercise) มีอยู่ 2 ลักษณะด้วยกันคือ ลักษณะหนึ่งเกิดขึ้นในช่วงที่ผู้ออกกำลังกายได้ทำการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน จนกระทั่งร่างกายอยู่ในสภาพที่เหน็ดเหนื่อยอ่อนเพลีย ณ จุดนี้ร่างกายจะไม่สามารถนำออกซิเจนที่หายใจเข้าไปในขณะนั้นใช้เป็นพลังงานได้ทันที แต่จะนำออกซิเจนที่ร่างกายเก็บสะสมไว้ตามเนื้อเยื่อหรือเซลล์กล้ามเนื้อในส่วนต่างๆของร่างกายออกมาใช้เป็นพลังงานแทนเพื่อให้ร่างกายทำงานได้อีกต่อไปในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แต่ก็เป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น ซึ่งถ้านับจากจุดที่เกิดสภาวะความเหน็ดเหนื่อยไปจนกระทั่งถึงจุดที่สิ้นสุดการเคลื่อนไหว ก็จะเรียกว่า การออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งมีความเหมาะสมกับผู้ที่จะเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาโดยเฉพาะ ส่วนการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนอีกแบบหนึ่งก็คือ การออกกำลังกายอย่างหนักเต็มที่ในช่วงเวลาหรือระยะทางที่สั้นๆเช่นการวิ่ง 100 เมตร เป็นต้น (เจริญ, 2545)

การฝึกแบบเกมสนามเล็ก (Small side game)

เป็นการฝึกพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิตที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะการฝึกแบบเกมสนามเล็ก รูปแบบการฝึกซ้อมเหมือนการแข่งขันจริงซึ่งจะช่วยพัฒนาระบบแอโรบิกและระบบแอนแอโรบิก เนื่องจากการเล่นแบบเกมสนามเล็กจะเป็นการเปิดเกมรุกและรับอย่าง

รวดเร็ว อีกทั้งช่วยในเรื่องการพัฒนาทักษะเฉพาะด้านให้กับนักฟุตบอล เช่น การส่งลูก เข้าสกัดบอล การเคลื่อนไหว การหาพื้นที่ว่างในการเล่นบอล การยิงประตู รวมทั้งการตัดสินใจ โดยสามารถใช้ฝึกกับคนจำนวนน้อยและใช้พื้นที่ในการฝึกไม่มาก ซึ่งจะเห็นได้ว่าในเกมการแข่งขันของกีฬาฟุตบอลสมัยใหม่จะตัดสินกันด้วยจังหวะการเปิดบอลเร็ว การขึ้นเปิดเกมรุกและกลับมาตั้งรับเร็ว ซึ่ง เอมเพลลิซเซอรี และคณะ (Impellizzeri *et al* .,2006) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบเกมสนามเล็ก (small-side games) กับ การวิ่งแบบหนักสลับเบา (interval training) เพื่อศึกษาถึงสมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนทางกาย โดยอาสาสมัครเป็นนักฟุตบอลจำนวน 40 คน โดยแบ่งกลุ่มอย่างง่ายเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน กลุ่มแรกจะทำการฝึกวิ่งอย่างเดียว และกลุ่มที่สองจะทำการฝึกด้วยเกมชุดเล็ก ทำการฝึก 4 รอบ โดยแต่ละรอบใช้เวลา 4 นาที ทำการฝึกที่ร้อยละ 90 ถึง ร้อยละ95 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ทำการพัก 3 นาที โดยทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยทำการวัดอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและแลกเตทเทรดโฮลด์ ก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึก พบว่าในการฝึกทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งค่าของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและ แลกเตทเทรดโฮลด์โดยสรุปว่า การฝึกแบบเกมสนามเล็ก และการวิ่งแบบหนักสลับเบา ส่งผลต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกัน

แพล็ท และ คณะ (Platt *et al.*,2001) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยเกมสนามเล็กแบบ 3 ต่อ 3 คนเปรียบเทียบ แบบ 5 ต่อ 5 คน โดยขนาดสนามที่ใช้ในการฝึกมีขนาดที่เท่ากัน พบว่าแบบ 3 ต่อ 3 คน จะส่งผลดีกว่า เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ขณะออกกำลังกายจะมีค่าที่สูงกว่า แบบ 5 ต่อ 5 คน ในเวลา 15 นาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบ 3 ต่อ 3 คน มีการเคลื่อนไหวและรูปแบบในการทำงานจะหนักกว่าเนื่องจากมีพื้นที่ว่างมากกว่าและใช้คนจำนวนที่น้อย หลังจากการฝึกพบว่าปฏิกิริยาการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นทั้งการเข้าสกัด การส่งลูก และการยิงประตู ซึ่งรูปแบบในการฝึกนี้เหมาะสำหรับการกระตุ้นและการฝึกทักษะ รูปแบบ 3 ต่อ 3 คน แสดงให้เห็นว่าการฝึกรูปแบบนี้เพิ่มความสามารถได้เช่นกัน

ไรล์ลี และ ไวท์ (Reilly and White,2005) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเกมสนามเล็ก กับ การฝึกแบบหนักสลับเบาทำการฝึกคล้ายกันโดยเป็นรูปแบบการวิ่ง ซึ่งใช้วิธีการที่เหมือนกันคือ ใช้เวลา 4 นาที ในการฝึก เมื่อครบ 4 นาที จะทำการพัก 3 นาทีระหว่างรอบ พบว่าของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและกรดแลกติกขณะทำการฝึกทั้งสองรูปแบบไม่แตกต่างกันโดยที่สามารถรักษาระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนไม่แตกต่างกัน

เดวิส และ แบรี (David and Barry ,2008) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบเกมสนามเล็ก ที่มีขนาดสนามที่แตกต่างกันต่ออัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะออกกำลังกาย ทำการทดลองในนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย จำนวน 8 คน อายุระหว่าง 18 ถึง 19 ปี ส่วนสูง 1.80±0.1 เมตร น้ำหนัก 73.3±6.2 กิโลกรัม อัตราการใช้ออกซิเจน 50.01±3.2 ม.ล./ก.ก./นาที นักกีฬาฟุตบอลจะทำ

การฝึกที่สนามที่มีขนาดต่างกัน 3 สนาม โดยสนามที่ 1 มีขนาด 20x30 เมตร สนามที่ 2 มีขนาด 30x40 เมตร และสนามที่ 3 มีขนาด 40x50 เมตร ในการฝึกแต่ละสนามใช้วิธีการที่เหมือนกันคือ ใช้เวลา 4 นาที ในการฝึก เมื่อครบ 4 นาที จะทำการพัก 2 นาทีระหว่างรอบ ซึ่งทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะการฝึกและการพักระหว่างรอบ ในการทดสอบแต่ละสนามจะทำวันละสนาม ผลพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดขณะออกกำลังกายของการฝึกแต่ละสนามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในสนามที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึก 175±9 ครั้งต่อนาที, สนามที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึก 173±11 ครั้งต่อนาทีและสนามที่ 3อัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึก 169±6 ครั้งต่อนาที โดยคิดเป็นระดับความหนักของอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกคิดเป็นร้อยละ 91±4 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด, คิดเป็นร้อยละ90±4 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและคิดเป็นร้อยละ 89±2 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ในสนามที่ 1 สนามที่ 2 และสนามที่ 3 ตามลำดับ

การฝึกเชิงซ้อน (Complex Training)

กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาปะทะที่จะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพื้นฐานสำคัญ เพื่อที่จะเชื่อมต่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพในด้าน พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความคล่องแคล่ววว่องไว เป็นต้น ดังนั้นการจัดหารูปแบบการฝึกเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาการเชื่อมต่อพลังความเร็วในการเคลื่อนไหวของกีฬาฟุตบอลให้มีประสิทธิภาพ และรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยมของผู้ฝึกสอนกีฬาที่นำมาใช้ในการฝึกนักกีฬาเพื่อพัฒนาเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายด้านพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

การฝึกเชิงซ้อน (Complex Training) หมายถึง รูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านที่ใช้ความหนักในระดับสูงให้กล้ามเนื้อได้ทำงานด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะทำได้ โดยเป็นการฝึกยกน้ำหนักแล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกทันทีซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ โดยใช้ท่าฝึกที่เสมอหรือเหมือนกับท่าฝึกยกน้ำหนักที่เป็นการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกันของการฝึกในชุดนั้นๆ ที่มีเวลาในการพักสั้นๆระหว่างการยกน้ำหนักกับพลัยโอเมตริก ประมาณ 30 วินาที ในบริบทของการฝึกเชิงซ้อนนั้น เป้าหมายหลักของนักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังของกล้ามเนื้อ ก็คือ เน้นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วแล้วไม่ก่อให้เกิดกรดแลกติก (Fast Twitch Fiber or Type II b) เป็นสำคัญ โดยเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อแฮมสตริง (Hamstrings) ซึ่งมีความสำคัญเป็นอันดับแรกของการวิ่งระยะสั้นและกลุ่มกล้ามเนื้อนี้จะประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type II b เป็นส่วนใหญ่ ในการฝึกโดยใช้แรงต้านที่นำมาเป็นส่วนหนึ่งของการฝึกเชิงซ้อน จะทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความมั่นคงเพิ่มขึ้นจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด (Chu,1996) ในขณะที่ ชนินทร์ชัย (2544) ได้สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ

การฝึกเชิงซ้อนที่ได้มีผู้กล่าวถึงไว้ ดังนี้ คือ เอบเบนและวัตต์ (Ebben and Watts,1998) รายงานว่า การฝึกเชิงซ้อน เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมให้กับนักกีฬาที่มีความแข็งแรงพื้นฐานโดยการฝึกยกน้ำหนักมาก่อน และควรใช้การฝึกพลัยโอเมตริกที่มีระดับความหนักต่ำควบคู่ไปด้วยในระยะเตรียม แล้วค่อยๆปรับกิจกรรมการเคลื่อนไหวในการฝึกเชิงซ้อนให้เหมือนกับการเคลื่อนไหวในการแข่งขันจริง สำหรับความหนักและปริมาณของการฝึกนั้น จำเป็นต้องใช้ความหนักในระดับสูงทั้งการฝึกยกน้ำหนักและพลัยโอเมตริก แต่ในปริมาณที่ไม่มากเพื่อป้องกันความเมื่อยล้า จึงควรอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ชุด ในแต่ละชุดมีการฝึกด้วยน้ำหนัก 2 ถึง 8 ครั้ง และฝึกพลัยโอเมตริก 5 ถึง 15 ครั้ง ในขณะที่เวลาพักหลังสิ้นสุดการฝึกด้วยน้ำหนัก แล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกในทันที ภายในเวลาไม่เกิน 30 วินาที เพื่อใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์จำนวนมาก และใช้เวลาในการพักเมื่อจบการฝึกเชิงซ้อนแล้ว 2-10 นาที ต่อชุด สำหรับความถี่ของการฝึกนั้น ควรเป็น 1 ถึง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีเวลาในการพักระหว่างฝึกแต่ละครั้ง 48 ถึง 96 ชั่วโมง รวมทั้งการเลือกท่าฝึก ควรคำนึงถึงหลักการทางชีวกลศาสตร์ และความเร็วในการเคลื่อนไหวที่ต้องการของกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกด้วยน้ำหนักควรเป็นท่าที่ใช้หลายข้อต่อด้วยกัน และตามด้วยท่าฝึกพลัยโอเมตริก ที่มีการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกันและควรมีการใช้ท่าฝึกที่ใช้แขนหรือขาเพียงข้างเดียวเพื่อให้มีการกระตุ้นหน่วยยนต์เต็มที่ ซึ่ง การฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมโดยเฉพาะค่าค่าพลังแบบอนากาศนิยม และความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ทั้งนี้เนื่องจากการฝึกเชิงซ้อนนั้นเป็นรูปแบบการฝึกที่เกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยาในการที่จะช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาในลักษณะที่เป็นการผสมผสานเชื่อมโยงกันจากการกระตุ้นความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อสู่การระดมพลังประสาทเพื่อนำไปสร้างพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วจากการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกันโดยผ่านการทำงานของระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และจากการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่ซ้ำๆในลักษณะออกแรงเต็มที่ภายในเวลาสั้นๆผ่านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Short- Term Anaerobic System) เป็นการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบประสาทจึงนำไปสู่การพัฒนาพลังแบบอนากาศนิยม และ ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยมได้ดี ส่งผลให้เพิ่มความสามารถในการออกแรงได้อย่างรวดเร็ว เพื่อที่จะสร้างพลังกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายด้วยความหนักสูงสุด ซึ่ง ร็อบบิน (Robbins , 2005) รายงานว่า กลไกนี้เรียกว่า ศักยภาพหลังการกระตุ้น (Post- activation potentiation หรือ PAP) ที่เป็นการตอบสนองทางสรีรวิทยาอย่างทันทีทันใดโดยอาศัยศักยภาพการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast twitch muscle fiber) ในการเพิ่มพูนแรงของกล้ามเนื้อเพื่อสร้างพลังระเบิดในการเคลื่อนไหวหลังจากทำการยกน้ำหนักมาก่อนแล้วแล้วต่อด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งมีความเหมาะสมมากต่อการพัฒนาพื้นฐานด้านพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสำหรับนักกีฬา ยกน้ำหนัก วิ่งระยะสั้น กระโดด และนักกีฬาประเภท

ทุ่ม พุ่ง ขว้าง ทั้งนี้ฮามาดะและคณะ (Hamada et al. ,2000) ได้กล่าวสนับสนุนว่า มีการเพิ่มขึ้นของขบวนการสร้างพลังงานของ เอทีพี ในโปรตีนไมโอซินสายบางที่เป็นก้าน (Myosin light chain protein) ที่คอยควบคุมการหดตัวสูงสุดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เพื่อที่จะให้เกิดการทำงานที่กลมเกลียวกันระหว่าง แอคตินกับไมโอซินแล้วเร่งปฏิกิริยาให้เกิดการปล่อยแคลเซี่ยม อิออน ออกมาจำนวนมาก เพื่อนำไปสู่การสร้างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั่นเอง ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของการกระตุ้นเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อจึงเป็นการเพิ่มเวลาในการปล่อยแคลเซี่ยม อิออนออกมาจำนวนมาก นำไปสู่ขบวนการสร้าง เอ ที พี ในเซลล์กล้ามเนื้อของโปรตีนไมโอซินสายบางที่เป็นก้าน (Rixon et al, 2007) จึงเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานที่หนักมากได้อย่างต่อเนื่องโดยผ่านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และสามารถฟื้นสภาพร่างกายได้อย่างรวดเร็ว (Bangsbo, 2007) สอดคล้องกับ วิลมอร์ และ คอสทิล (Wilmore and Costil , 2012) กล่าวว่า การฝึกฝึกด้วยน้ำหนักกับพลัยโอเมตริกส่งผลให้เกิดการพัฒนาพลังแบบอนากาศนิยม เนื่องจากเป็นการสร้าง เอ ที พี ที่ได้มาจาก 2 เส้นทางด้วยกันคือจากขบวนการเผาผลาญพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ที่เป็น ระบบฟอสฟาเจน และระบบไกลโคไลซีส สอดคล้องกับ เอ็บเบน และ วัตต์ (Ebben and Watts ,1998) กล่าวว่า ผลของพลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกเชิงซ้อนส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของวงจรการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเหยียดออกแล้วหดตัวสั้นเข้าอย่างทันทีทันใด (Stretch Shortening Cycle) ดังที่ อัลเวส และคณะ (Alves et al., 2010) รายงานว่า การฝึกเชิงซ้อน ส่งผลให้ขีดความสามารถของนักกีฬาฟุตบอล ในการวิ่งเร็วสุดระยะ 5 เมตร และ 15 เมตร รวมทั้งสามารถกระโดดท่า สคว็อตจั้ม (squat jump) ได้ดีเพิ่มขึ้น และยังได้แนะนำว่า การฝึกเชิงซ้อน เป็นกลยุทธที่เพียงพอต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและความเร็วของนักฟุตบอล สอดคล้องกับ เจริญ (2557) กล่าวว่า การฝึกที่ความหนักสูงสุด เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Type II b) จะมีบทบาทและความสำคัญมากขึ้นและมีระบบพลังแบบไม่ใช้ออกซิเจน ถูกนำมาใช้ในการเคลื่อนไหว ซึ่งผลลัพธ์ที่ตามมาคือปริมาณของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นค่อนข้างสูง ดังนั้นระยะเวลาในการฝึก จึงทำได้เพียงช่วงระยะเวลาสั้นๆ ดังที่ จอยด์ และ ดัชช์ (Joyd and Deutsch ,2008) รายงานว่า การฝึกเชิงซ้อนไม่ได้ส่งผลกระทบเสียหายต่อขีดความสามารถในการฝึกนั่นคือการฝึกเชิงซ้อนนั้นส่งผลให้พลังสูงสุดกล้ามเนื้อและอัตราการสร้างแรงสูงสุดดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังเช่น ซานโตส และ แจนไนร่า (Santos and Janeira , 2008) รายงานว่า เมื่อทำการฝึกเชิงซ้อนในนักกีฬาบาสเกตบอลแล้วพบว่า สามารถเพิ่มพลังระเบิดกล้ามเนื้อแขนและขาได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับ คูคูริก และคณะ (Kukuric et al., 2009) รายงานว่า เมื่อทำการฝึกเชิงซ้อนในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับเยาวชน พบว่า การฝึกเชิงซ้อนมีประสิทธิภาพในการเพิ่มขีดความสามารถด้านพลังระเบิดกล้ามเนื้อขาได้เป็นอย่างดีในขณะที่เอ็บเบนและแบล็คคราด(Ebben and Blackard , 1997) กล่าวว่า การฝึกเชิงซ้อน จึงเป็นกลยุทธการฝึกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาการฝึกที่เฉพาะเจาะจงด้านพลังกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬาทั้งประเภททีมและบุคคล รวมทั้ง ราไฮ

มิ และ บีเปอร์(Rahimi and Behpur, 2005) รายงานว่า ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกยกน้ำหนักกับพลัยโอเมตริก สามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อขาในการยืนกระโดดสูงและเพิ่มศักยภาพของพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาได้เป็นอย่างดี โดย การฝึกเชิงซ้อนนั้น เป็นการทำงานที่ผสมผสานกันของข้อต่อจำนวนมากเพื่อสนับสนุนการเคลื่อนไหวให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งผลของการฝึกไม่เพียงแต่ได้การสร้างแรงกล้ามเนื้อจำนวนมหาศาลแต่ยังได้พลังกล้ามเนื้อสูงสุดออกมาเช่นกัน และก็มีการศึกษามามากมายเช่นกันที่ว่า อัตราการพัฒนาแรงกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximal rate of force development) จะส่งผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างพลังระเบิดกล้ามเนื้อในการกระโดดได้สูงสุด (Behm and Sale, 1993) และ ชนินทร์ชัย (2544) รายงานว่า การฝึกเชิงซ้อนมีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาได้มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

การฝึกแบบผสมผสานที่เฉพาะเจาะจง

การฝึกรูปแบบนี้ถูกดัดแปลงมาจากการทดสอบสมรรถภาพของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาฟุตบอลซึ่งอาศัยทักษะการเคลื่อนไหวของกีฬาเฉพาะกีฬา ทำการทดสอบโดยการเลี้ยงลูกบอล ซึ่ง ฮอฟฟ์ และคณะ (Hoff *et al*.,2002) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเลี้ยงลูกบอลและการเล่นเกมสนามเล็กเพื่อหา กิจกรรมที่เป็นหนักสลับเบา โดยมีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะทำการฝึกเป็นแบบฝึกเฉพาะของกีฬาเพื่อวัดกิจกรรมระดับความหนักขณะออกกำลังกาย โดยให้นักกีฬาที่สมรรพภาพดี 6 คน ทำการทดสอบแบบการฝึกเป็นแบบฝึกเฉพาะ เพื่อดูผลระหว่างการฝึกแบบเฉพาะของกีฬาและเกมสนามเล็ก บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการใช้ออกซิเจนขณะวิ่งบนลู่กล ผลพบว่าความหนักขณะออกกำลังกายของเกมเกมสนามมีค่าร้อยละ 91.3 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดหรือประมาณร้อยละ 84.5 ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ขณะที่ทำการทดสอบการเลี้ยงลูกบอลมีค่าร้อยละ 93.5 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดหรือประมาณร้อยละ 91.7 ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

5.งานวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึกหนักสลับช่วงพัก

อัลมูไซนิ เค เอส และคณะ (Almuzaini.K.S. et al.,1977) ได้รายงานว่า การฝึกแบบหนักสลับช่วงพัก มีความต้องการขนส่งออกซิเจน มากกว่า การฝึกแบบต่อเนื่อง

บอลซัม และคณะ (Balsom et al.,1992) ได้ทำการศึกษา การตอบสนองทางสรรีรวิทยาของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง โดย กลุ่มตัวอย่าง เพศชาย 7 คน ทำการออกกำลังกาย 3 รูปแบบ คือ ฝึกวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม รูปแบบที่ 1 วิ่งเร็วสุด 15 เมตร 40 เที่ยว รูปแบบที่ 2 วิ่งเร็วสุด 30 เมตร 20 เที่ยว และรูปแบบที่ 3 วิ่งเร็วสุด 40 เมตร 15 เที่ยว และแต่ละเที่ยวพัก 30

วินาที ทำการทดสอบก่อนและหลังการออกกำลังกายด้วยตรวจดู Plasma hypoxanthine, กรดยูริก และความเข้มข้นของแลกเตทในเลือด รวมทั้ง ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ที่ทำการวัดทันทีหลังจากการวิ่งเร็วสุดเที่ยวสุดท้ายผลการวิจัยพบว่า Plasma hypoxanthine, กรดยูริก ทุกรูปแบบ ก่อนและหลังการออกกำลังกาย เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความเข้มข้นของแลกเตทในเลือด ทุกรูปแบบการออกกำลังกายไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ดี การวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลาในการพัก 30 วินาที ที่เท่ากันหมดทุกเที่ยวของการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิมนั้น มีการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่ชัดเจนคือ การวิ่งเร็วสุด ระยะทาง 15 เมตร แล้วพัก 30 วินาที ไม่ได้ทำให้ความสามารถลดลงเลย ในขณะที่การวิ่งเร็วสุด 40 เมตรแล้วพัก 30 วินาที เมื่อเข้าสู่เที่ยวที่ 3 เวลาในการวิ่งก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาบะตา และคณะ (Tabata et al.,1996) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการฝึกความอดทนที่ระดับความหนักปานกลางและฝึกหนักสลับช่วงที่มีต่อความสามารถในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายที่เรียนวิชากีฬา จำนวน 14 คน อายุ 23 $\pm$ 1 ปี โดยแบ่งออกเป็น กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกความอดทนที่ระดับความหนัก ร้อยละ70 ของ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 5 วันต่อสัปดาห์ 6 สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกหนักสลับช่วงพัก 4 วันต่อสัปดาห์ 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ 1 มีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าความสามารถในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่กลุ่มที่ 2 ฝึกหนักสลับช่วงพัก มีค่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และค่าความสามารถในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คริสเตียน ฟิน (Christian Finn ,2001) รายงานว่า การฝึกหนักสลับช่วงพักควรใช้เวลาในการฝึกระหว่าง 15 ถึง 30 วินาที และเวลาในการพักจะกว้างระหว่าง 10 วินาที ถึง 4.5 นาที และมีงานวิจัยจำนวนมากที่พบว่าฝึกหนักสลับช่วงพัก แล้วส่งผลให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกายได้ดี

แม็ท สเปนเซอร์ (Matt Spencer,2005) ได้สรุป ว่าในการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเผาผลาญพลังงาน ของการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ของกีฬาประเภททีม และเดี่ยว กับการเคลื่อนไหวในช่วงสั้น ๆ ว่าในกีฬาฟุตบอลมีค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวด้วยความหนักสูงสุดจะใช้เวลาประมาณ 3.7 ถึง 4.4 วินาที และระยะทางที่ใช้ในการวิ่งเร็วสุด (Sprint) คือ 22.4 เมตร และยังได้

กล่าวเพิ่มเติมว่า การวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิมนั้นควรใช้เวลาวิ่ง 6 วินาที ก็มีค่าความเที่ยงที่มากเพียงพอต่อกีฬาประเภททีม

แท็ป อี จี (Tapp E.G.et al.,2008) ได้ศึกษา ผลการฝึกหนักสลับช่วงที่มีต่อการสูญเสียไขมันและระดับอินซูลินของผู้หญิงวัยรุ่น โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นวัยรุ่นหญิง 45 คน อายุ 20.2 $\pm$ 2.0 ปี แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกที่ความหนักคงที่ตลอดเวลา กลุ่มที่ 2 ฝึกหนักสลับช่วงพัก และกลุ่มที่ 3 ควบคุมใช้เวลาในการฝึก 15 สัปดาห์ ผลการฝึกพบว่า กลุ่มฝึกทั้งสองกลุ่มมีค่าสมรรถภาพทางระบบหัวใจไหลเวียนเลือดเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่ามีเพียงกลุ่มฝึกหนักสลับช่วงพักเท่านั้นที่ส่งผลให้ค่าน้ำหนักตัว ปริมาณไขมัน และระดับพลาสม่าอินซูลิน ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โกรัน เอส และคณะ(Goran S. et al.,2008) ได้ทำการศึกษา ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอลชั้นเยี่ยมดีเพิ่มขึ้นหรือไม่หลังทำการฝึกด้วยโปรแกรมระดับความหนักสูงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักฟุตบอล ชาย ชั้นเยี่ยม 18 คน อายุ 26.4+/-3.3 ปี ทำการฝึกเป็น 2 ช่วงระยะเวลาด้วยกันคือ ช่วงที่ 1 ใน 4 สัปดาห์แรก ทำการฝึก วิ่งเร็วสุดทางตรง 15 เที่ยว ประกอบด้วย 20 เมตร 5เที่ยว 40 เมตร 5 เที่ยว และ 60 เมตร 5 เที่ยว ทำการพักระหว่างเที่ยว 90 วินาที โดยไม่มีการฝึกทักษะเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำการทดสอบ ก่อนและหลังการฝึก แล้วก็พักทำการแข่งขัน ช่วงที่ 2 ใน 4 สัปดาห์ต่อมา ทำการฝึกแบบสถานการณ์เหมือนการแข่งขันจริงเข้ามาเกี่ยวข้องคือ ทำการฝึก วิ่งเร็วสุดด้วยการฝึก ในพื้นที่ 20 เมตร x 20 เมตร ที่มีรูปแบบต่างๆกัน เป็นเวลา 4 นาที ที่ความหนัก 90-95% ของชีพจรสูงสุด 4 เที่ยว 4 เซต พักระหว่างเที่ยว 3 นาทีด้วยการทำทักษะเทคนิคของฟุตบอลคือ การรับส่งลูก ควบคุมชีพจรที่ 55-65 % ของชีพจรสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า การฝึกซ้อมภายใต้สถานการณ์เหมือนจริงของกีฬาฟุตบอล จะส่งผลให้มีประสิทธิภาพด้านความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนมากกว่าการฝึกซ้อมวิ่งเร็วสุดแบบธรรมดา

อะกุยเออร์ เอ็ม และคณะ (Aguiar M.et al.,2008) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกหนักสลับช่วง และฝึกแบบต่อเนื่องที่มีต่อความเร็ว ความสามารถในการกระโดด และความเร็วสูงสุดในนักกีฬาฟุตบอลกึ่งอาชีพ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักฟุตบอลชาย 34 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกหนักสลับช่วงพัก และกลุ่มที่ 2 ฝึกแบบต่อเนื่อง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบในสัปดาห์ที่ 1,6 และ 12 ผลการศึกษาพบว่า การฝึกหนักสลับช่วงพักสร้างอัตราเร่งได้ดีกว่าฝึกแบบต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 แต่การฝึกแบบต่อเนื่องมีอัตราการฟื้นสภาพร่างกายได้ดีกว่า การฝึกหนักสลับ

ช่วงพักอย่างมีนัยสำคัญ .05 อย่างไรก็ดี ผู้วิจัยได้แนะนำว่าการฝึกหนักสลับช่วงพักน่าจะมีประโยชน์ในด้านเตรียมความพร้อมทางความทนทานของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด และความต้องการที่เฉพาะเจาะจงทางอัตราการเผาผลาญพลังงาน ของกีฬาฟุตบอล

อเล็กซานเดอร์ ดี และคณะ (Alexandre D. et al.,2010) ได้ทำการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของการฝึกวิ่งเร็วสลับช้าโดยการเปลี่ยนทิศทางทันทีในนักกีฬาฟุตบอล พบว่า การฝึกวิ่งเร็วสลับช้าแล้วเปลี่ยนทิศทางทันที นอกจากจะส่งผลให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดดีขึ้นแล้วยังส่งผลให้ขบวนการเผาผลาญพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนดีกว่า การฝึกวิ่งเร็วสลับช้าแบบธรรมดาที่ไม่มีการเปลี่ยนทิศทางเลย

บุชชิท เอ็ม และคณะ(Buchheit M.et al.,2010) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มขีดความสามารถจากการวิ่งเร็วสุด ซ้ำระยะทางเดิมในนักฟุตบอลวัยรุ่น โดยการฝึกวิ่งเร็วสุดไปกลับซ้ำระยะทางเดิมกับการฝึกกำลังระเบิด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยกลุ่มตัวอย่าง นักฟุตบอลชาย 15 คน ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ฝึกวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม กลุ่มที่ 2 ฝึกกำลังระเบิดความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ 10 สัปดาห์ ผลการฝึกพบว่าความเร็วสุด 10 และ 30 เมตร , CMJ, และ Hop test ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งสองกลุ่ม โดยกลุ่มฝึกวิ่งเร็วสุด ซ้ำระยะทางเดิมมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นมากกว่า ฝึกกำลังระเบิดความแข็งแรง แต่ค่า CMJ ของกลุ่มฝึกกำลังระเบิดความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ค้นพบว่าการฝึกวิ่งเร็วสุด ที่ระยะทางเดิมจะนำไปสู่การเพิ่มความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางวิ่งในกีฬาฟุตบอล ได้ดีกว่า

แอนนิส ซี และคณะ (Anis C.et al.,2010) ได้ทำการศึกษาการออกกำลังแบบหนักสลับช่วง และวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิมในนักกีฬาฟุตบอลโดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักฟุตบอลชายอายุ 19 ±1 ปี จำนวน 23 คน ซึ่งทำการทดสอบ yo-yo IR1 1และ Repeated sprint Ability test เพียงครั้งเดียว ผลการวิจัยพบว่า yo-yo test มีความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญ ระดับปานกลางกับความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (r = -0.44, P = 0.04)

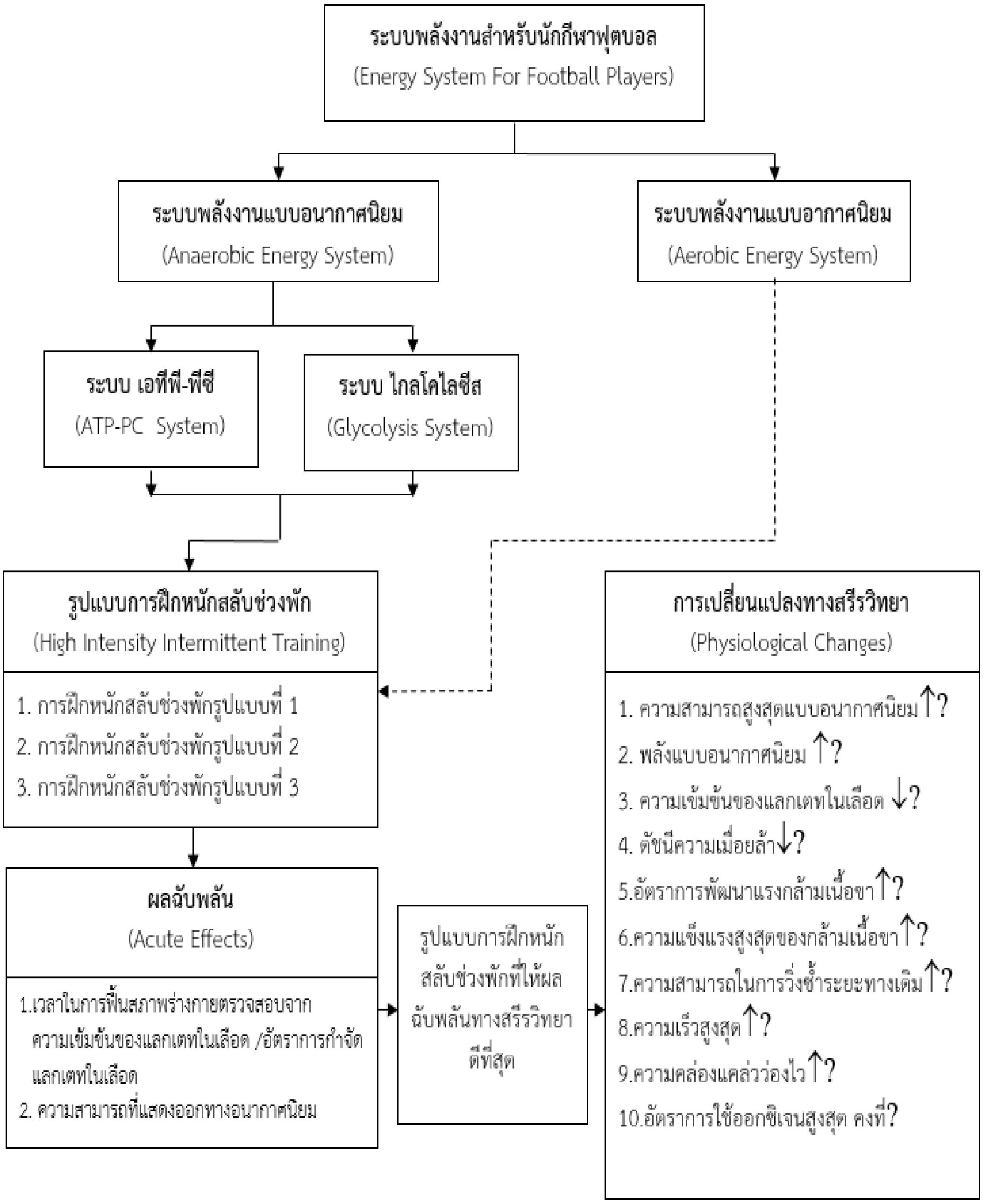
เจมส์ เอฟ เอฟ และคณะ (Jaime F.F et al.,2012) ได้ศึกษาการฝึกหนักสลับเบากับการฝึกวิ่ง เร็วสุดซ้ำระยะทางเดิมในนักเทนนิส โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเทนนิสชายจำนวน 31 คน ที่เป็นมือวางอันดับ 150 ถึง 250 ของโลก ที่ผ่านการฝึกแอโรบิก มาอย่างดี ทำการแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

คือ กลุ่มฝึกหนักสลับเบา กลุ่ม 2 ฝึกวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม และกลุ่ม 3 ควบคุมใช้เวลาการฝึก 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ค่า VO_2 peak ของกลุ่มฝึกหนักสลับเบาเพิ่มขึ้นร้อยละ 6 และกลุ่มฝึกวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม เพิ่มขึ้น ร้อยละ4.9 โดย คณะผู้วิจัยได้แนะนำว่าการฝึกวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (Repeated Sprint) สามารถเพิ่มการกระตุ้นในการใช้เวลาในการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพในการฝึกที่เฉพาะเจาะจง รวมทั้งสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนได้ดีในนักกีฬาเทนนิส

ชี ฟูหลิน และคณะ(Che-Fu Lin et al.,2012) ได้ทำการศึกษา การตอบสนองทันทีของการกระโดดและการวิ่งแบบหนักสลับช่วง ที่มีต่อซีรั่มกระดูกในผู้ชายวัยรุ่น โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นชาย 24 คน อายุ 19.1 $\pm$0.1 ปี ไม่ได้ผ่านการฝึกหรือออกกำลังกาย ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ควบคุม กลุ่มที่ 2 กระโดดขาเดียว และกลุ่มที่ 3 วิ่งเร็วสุด แบบหนักสลับช่วง ทำการเจาะเลือดก่อนและหลังการออกกำลังกายนาทีที่ 5,15, 1ชม., 3ชม., 6 ชม., 24 ชม. 48 ชม. และ 72 ชม. พบว่าหลังการออกกำลังกาย 15 นาที ค่าฟอสฟอรัส ของกลุ่มออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 และในนาทีที่ 5 และ 1 ชั่วโมง ค่าแคลเซียมในกระดูกของกลุ่มกระโดดขาเดียวมีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งค่าแคลเซียมในกระดูกที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการออกกำลังกายที่หนักและใช้เวลาสั้นมาก ๆ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกลไกของแรงกระแทกที่เหมาะสมมากกว่าการทำงานที่ตื่นตัวของเซลล์กระดูก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวความคิดในการวิจัย



กรอบแนวความคิดในการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการพัฒนารูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยมุ่งเน้นที่การสร้างโมเดลรูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพัก ที่มีการใช้พลังงานและความหนักในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาฟุตบอลไปพร้อมเพรียงกันในกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกันเพื่อเป้าหมายในการสร้างพลังความอดทน (Power Endurance) ให้เกิดขึ้นกับนักฟุตบอลโดยเฉพาะทนต่อการสะสมของแลคเตทในเลือดที่เพิ่มสูงมากขึ้นในขณะแข่งขัน อย่างไรก็ดี โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักในแต่ละรูปแบบนั้นจะมี ปริมาณการฝึก (Training Volume) ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 จะมีปริมาณการฝึกที่มากกว่า รูปแบบที่ 2 และ 3 และมีเวลาในการพักที่น้อยกว่ารูปแบบที่ 2 และ 3 อีกด้วย ทั้งนี้ก็จะเป็นสิ่งที่จะบอกได้ว่าการมี ปริมาณการฝึก (Training Volume) ที่มากกว่านั้นจะมีการตอบสนองทางสรีรรวิทยา โดยเฉพาะความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดและอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด ได้ดีกว่ารูปแบบการฝึกที่มีปริมาณการฝึก (Training Volume) น้อยกว่าและมีเวลาในการพักมากกว่าหรือไม่ ทั้งนี้ได้จัดให้มีการเคลื่อนไหวและความหนักแต่ละรูปแบบการฝึกที่คล้ายกับสภาวะความเป็นจริงและใกล้เคียงการแข่งขันฟุตบอลมากที่สุด รวมทั้งการอธิบายกลไกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังจากทำการฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพักต่อสรีรวิทยาตามความต้องการของนักกีฬาฟุตบอลเพื่อให้มีศักยภาพสูงสุดขณะทำการแข่งขันและการพักฟื้นสภาพร่างกายหลังการแข่งขัน โมเดลนี้จึงน่าจะสามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์และอธิบายได้โดยตรงกับความต้องการของนักกีฬาฟุตบอลและผู้ฝึกสอนในการพัฒนากีฬาฟุตบอลต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (**Experimental design**) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนารูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนในการศึกษาวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. ขั้นตอนการศึกษาวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการสร้างรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักกีฬาฟุตบอล เพศชาย ระดับมหาวิทยาลัยซึ่งมีเกณฑ์อายุตั้งแต่ 18-22 ปีของมหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการวางแผนการวิจัยโดยอ้างอิงพิจารณาจากการคำนวณผ่านโปรแกรม G Power ที่มีอำนาจของการทดสอบ (Power of test) = .80 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) = .60 และระดับของความมีนัยสำคัญทางสถิติ =.05 พบว่าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับการทดลอง 3 กลุ่มต้องอย่างน้อย คือ จำนวนกลุ่มละ 8 คน แต่เมื่อทำการเปิดตารางของ โคเฮน (Cohen, 1988) พบว่าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมอย่างน้อย คือ จำนวน 10 คน ดังนั้น เพื่อเป็นการป้องกันการถูกคัดออกจากกรณีต่างๆ เช่น ป่วย บาดเจ็บ เกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น งานวิจัยครั้งนี้จึงใช้กลุ่มตัวอย่าง 12 คน ซึ่งจึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เพียงพอต่อการทดสอบสมมติฐานที่ว่า “รูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 รูปแบบน่าจะมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดและมีอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือดไม่แตกต่างกัน”

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

1. ต้องเป็นนักกีฬาฟุตบอลทีมมหาวิทยาลัยมหิดลที่มีอายุตั้งแต่ 18-22 ปี
2. ได้มีการฝึกซ้อมและแข่งขันมาแล้วอย่างน้อย 1 ปีและมีค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) เทียบค่าอยู่ในระดับดีของนักกีฬาฟุตบอลทีมชาติไทย (51.00 มล/กก/นาที) ขึ้นไป
3. ไม่เคยฝึกหนักสลับช่วงพักมาก่อนและไม่มีโรคประจำตัว
4. สมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัยและยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากการฝึกซ้อม อุบัติเหตุหรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. ไม่ได้เข้าร่วมการทดสอบในครั้งใดครั้งหนึ่ง จากทั้งหมด 3 ครั้ง
3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

ขั้นตอนในการศึกษาวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล (รูปที่ 11)

ศึกษาการสร้างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก ในลักษณะที่เป็นการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกความเร็วสูงสุดพร้อมการกลับตัว สำหรับนักกีฬาฟุตบอล จากบทความเอกสารและหนังสือตำรา หลังจากนั้น

1. นำรูปแบบโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
2. นำโปรแกรมการฝึกที่ได้รับการแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญโค้ชและฟิตเนสโค้ชของทีมฟุตบอลระดับไทยพรีเมียร์ลีก
3. นำรูปแบบโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้งเพื่อตรวจแก้และแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสม
4. นำเสนอโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก ให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขเพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence, IOC) ซึ่งค่าที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.50 (Cox and Vargas,1996)
5. นำรูปแบบโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก เสนอเพื่อพิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและ มหาวิทยาลัยมหิดล
6. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยไปยังอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อขอความร่วมมือในการทำการทดลองและเก็บข้อมูล

7. ผู้วิจัยชี้แจงและทำหนังสืออธิบายวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่างและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ชี้แจงกับนักกีฬาว่าไม่ให้ออกกำลังกายอย่างหนัก 24 ชั่วโมงก่อนวันที่จะมาทำการทดสอบทุกครั้ง รวมไปถึงการไม่รับประทานอาหารมาก่อน 3 ชั่วโมง และไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนมาก่อน 4 ชั่วโมง รวมทั้งให้นอนหลับให้เต็มที่ก่อนที่จะมาทดสอบทุกครั้ง ยิ่งไปกว่านั้นในการทดสอบนักกีฬาจะมีการถูกบอกให้ออกแรงยกให้แรงเต็มที่ และเร็วที่สุดทุกครั้งโดยในการทดสอบจะมีเจ้าหน้าที่ทีมช่วยดูแล และในการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องห่างกัน 7 วัน นั่นคือใน 1 สัปดาห์ จะทำการทดสอบทุกวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ โดยนักกีฬาที่ทดสอบวันไหนก็ต้องทำการทดสอบในวันนั้นของสัปดาห์ต่อไปจนครบ 3 สัปดาห์ เพื่อให้นักกีฬาได้ฟื้นตัวเต็มที่เป็นผลไม่ให้มีการเกิดผลสะสมต่อเนื่องจากการทดสอบที่ให้ก่อนหน้า (Carry over effect) โดยจะทดสอบในวันและเวลาเดิมทุกครั้ง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้มีโอกาสถูกสุ่ม ป้องกันการลำเอียงและการเรียนรู้ผู้วิจัยจึงทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้าทำการทดลองแบบ Counter Balanced Design

รูปแบบการทดสอบ	**สัปดาห์ที่ 1**	**สัปดาห์ที่ 2**	**สัปดาห์ที่ 3**
แบบที่ 1	หมายเลข 1-4	หมายเลข 5-8	หมายเลข 9-12
แบบที่ 2	หมายเลข 5-8	หมายเลข 9-12	หมายเลข 1-4
แบบที่ 3	หมายเลข 9-12	หมายเลข 1-4	หมายเลข 5-8

8. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

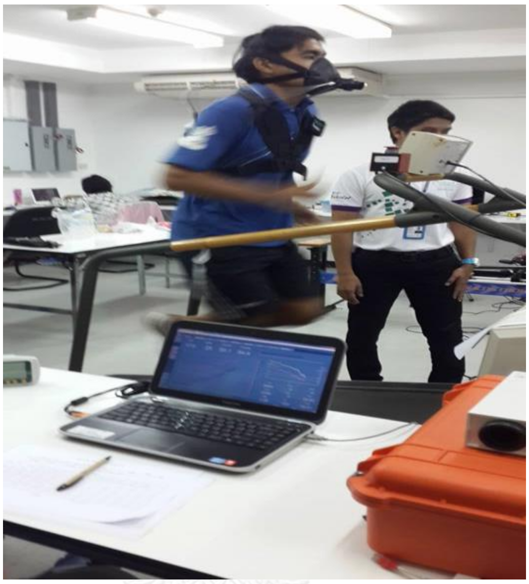
การทดสอบ โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

8.1 สามวันก่อนการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (นั่นคือ วันศุกร์ ก่อนที่จะเก็บข้อมูลในวันจันทร์) จะมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

8.1.1 การวัดและเก็บข้อมูลตัวแปรลักษณะทางกายภาพก่อนการทดสอบ เช่น น้ำหนัก (Body mass,kg) ส่วนสูง (Height, cm) และการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลคเตท รวมทั้งทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูง และ การทดสอบน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ในท่าคลีนพูลล์ (One –repetition maximum clean pull)

8.1.2 ก่อนการทดสอบผู้วิจัยจะทำการสอบเทียบ (Calibration) ของเครื่อง Oxycon Mobile ดังแสดงวิธีการในภาคผนวก ก

8.1.3 ทำการทดสอบอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคนด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Portable Gas Analysis) ซึ่งเป็นการวัดโดยตรง ในห้องปฏิบัติการก่อนการทดสอบเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังรูปภาพที่ 1

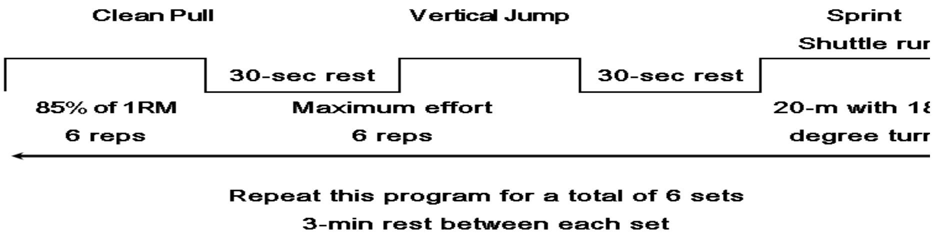


รูปที่ 1 การทดสอบอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคนในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Portable Gas Analysis) ก่อนการทดลอง

9. วันที่ 1 ของการทดลอง (วันจันทร์สัปดาห์ที่ 1) หรือการทดสอบครั้งที่ 1 (หมายเลข 1-4) ซึ่งจะมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

9.1 **ทำการทดสอบการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1** โดยให้นักกีฬาทำการชั่งน้ำหนักโดยจะชั่งน้ำหนักนักกีฬาก่อนการทดสอบทุกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำหนักตัวไม่ได้แตกต่างกันในการทดสอบของขั้นตอนที่ 1 จำนวนทั้งหมด 3 ครั้งพร้อมทั้งเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจปริมาณแลคเตทในเลือด หลังจากนั้นให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและการวิ่งเบาๆ เป็นเวลา 10 นาที และทำการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบเคลื่อนที่ (Portable Gas Analysis) ดังวิธีการในภาคผนวก ก และให้นักกีฬาทดลองเคลื่อนที่เพื่อทำการปรับจูนความถี่และระบบต่างๆของเครื่องให้เรียบร้อยก่อนทำการทดสอบ เมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักกีฬาทำการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

ตารางที่ 2 แสดงโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

<table>
<tr>
<td>รูปแบบ 1</td>
<td>ยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 6 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยยืนกระโดดสูง ติดต่อกัน จำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว 180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด เมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลคเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊ส และทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป


</td>
</tr>
</table>

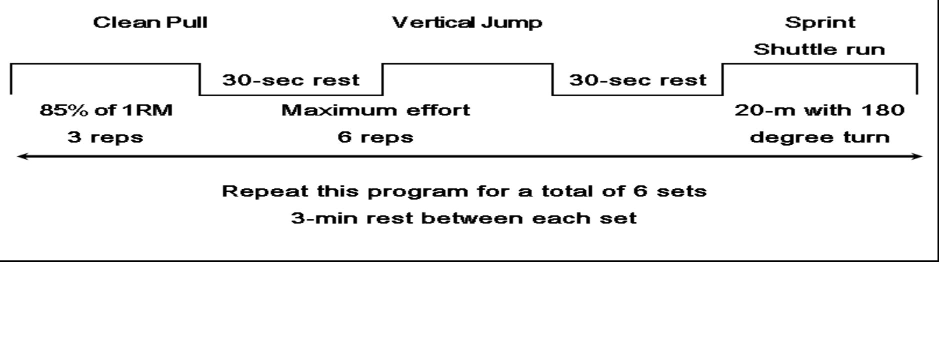
1 2 3

รูปที่ 2 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

10. วันที่ 2 ของการทดลอง (วันพุธสัปดาห์ที่ 1) หรือการทดสอบครั้งที่ 1(หมายเลข 5-8) ซึ่งจะมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

10.1 ทำการทดสอบการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 โดยให้นักกีฬาทำการชั่งน้ำหนักโดยจะชั่งน้ำหนักนักกีฬาก่อนการทดสอบทุกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำหนักตัวไม่ได้แตกต่างกันในการทดสอบของขั้นตอนที่ 1 จำนวนทั้งหมด 3 ครั้งพร้อมทั้งเจาะตรวจแลกเตทในเลือด และให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและการวิ่งเบาๆ เป็นเวลา 10 นาที แล้วทำการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบเคลื่อนที่ (Portable Gas Analysis) ดังวิธีในภาคผนวก ก หลังจากนั้นให้นักกีฬาทดลองเคลื่อนที่เพื่อทำการปรับจูนความถี่และระบบต่างๆของเครื่องให้เรียบร้อยก่อนทำการทดสอบ เมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักกีฬาทำการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2

ตารางที่ 3 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2

<table>
<tr>
<td>รูปแบบ 2</td>
<td>ยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยกระโดดสูง ติดต่อกัน จำนวน 6 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว 180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด เมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลคเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊ส รวมทั้งทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป

</td>
</tr>
</table>

1 2 3

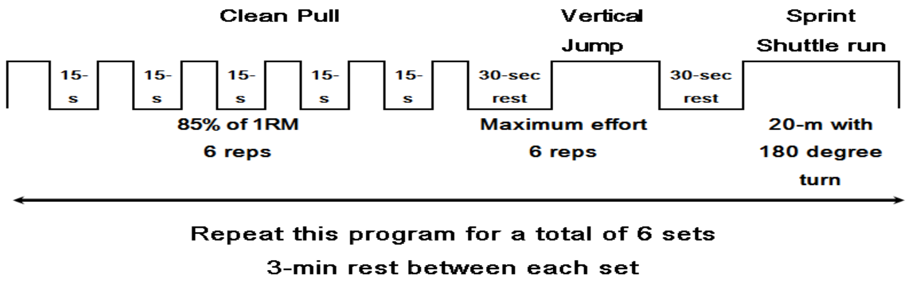
รูปที่ 3 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2

11. วันที่ 3 ของการทดสอบ (วันศุกร์ สัปดาห์ที่ 1) หรือการทดสอบครั้งที่ 1 (หมายเลข 9-12) มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

11.1 **ทำการทดสอบการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 3** โดยให้นักกีฬาทำการชั่งน้ำหนักโดยจะชั่งน้ำหนักนักกีฬาก่อนการทดสอบทุกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำหนักตัวไม่ได้แตกต่างกันในการทดสอบของขั้นตอนที่ 1 จำนวนทั้งหมด 3 ครั้งพร้อมทั้งเจาะตรวจแลกเตทในเลือด และให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและการวิ่งเบาๆเป็นเวลา 10 นาทีและทำการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบเคลื่อนที่ (Portable Gas Analysis) ดังวิธีในภาคผนวก ก หลังจากนั้นให้นักกีฬาทดลองเคลื่อนที่เพื่อทำการปรับจูนความถี่และระบบต่างๆของเครื่องให้เรียบร้อยก่อนทำการทดสอบ และเมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักกีฬาทำการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3

ตารางที่ 4 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3

รูปแบบ 3	เป็นการฝึกยกน้ำหนัก 1 ครั้งสลับกับพัก 15 วินาที คือทำการยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนัก 85% ของ 1 RM จำนวน 1 ครั้งแล้วพัก 15 วินาที แล้วยกน้ำหนักท่าเดิมที่ความหนักเดิม จำนวน 1 ครั้ง แล้วพัก 15 วินาที กระทำอย่างนี้จนครบ 6 ครั้ง ซึ่งพอยกน้ำหนักครั้งที่สุดท้ายเสร็จพัก 30 วินาทีแล้วให้ตามด้วย ยืนกระโดดสูง ติดต่อกันจำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาทีแล้วตามด้วยการวิ่งเร็วสุด 20 เมตร และกลับตัว 180 องศา แล้ววิ่งกลับเร็วสุด 20 เมตร หลังจากนั้นพักระหว่างชุด 3 นาที แล้วค่อยทำการฝึกในเซตที่ 2 ต่อไป ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุดเมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลกเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊ส รวมทั้งทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป



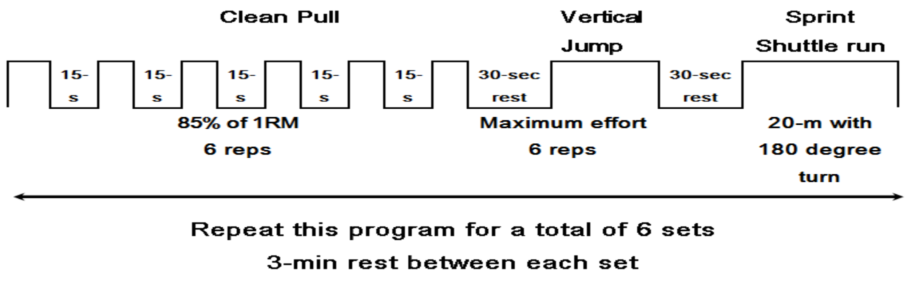
1 2 3

รูปที่ 4 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 3

12. วันที่ 4 ของการทดสอบ (วันจันทร์สัปดาห์ที่ 2) หรือการทดสอบครั้งที่ 2 (หมายเลข 1-4) มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

12.1 **ทำการทดสอบการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 3** โดยให้นักกีฬาทำการชั่งน้ำหนักโดยจะชั่งน้ำหนักนักกีฬาก่อนการทดสอบทุกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำหนักตัวไม่ได้แตกต่างกันในการทดสอบของขั้นตอนที่ 1 จำนวนทั้งหมด 3 ครั้งพร้อมทั้งเจาะตรวจแลกเตทในเลือด และให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและการวิ่งเบาๆเป็นเวลา 10 นาทีและทำการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบเคลื่อนที่ (Portable Gas Analysis) ดังวิธีในภาคผนวก ก หลังจากนั้นให้นักกีฬาทดลองเคลื่อนที่เพื่อทำการปรับจูนความถี่และระบบต่างๆของเครื่องให้เรียบร้อยก่อนทำการทดสอบ และเมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักกีฬาทำการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3

ตารางที่ 5 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3

รูปแบบ 3	เป็นการฝึกยกน้ำหนัก 1 ครั้งสลับกับพัก 15 วินาที คือทำการยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนัก 85% ของ 1 RM จำนวน 1 ครั้งแล้วพัก 15 วินาที แล้วยกน้ำหนักท่าเดิมที่ความหนักเดิม จำนวน 1 ครั้ง แล้วพัก 15 วินาที กระทำอย่างนี้จนครบ 6 ครั้ง ซึ่งพอยกน้ำหนักครั้งที่สุดท้ายเสร็จพัก 30 วินาทีแล้วให้ตามด้วย ยืนกระโดดสูง ติดต่อกันจำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาทีแล้วตามด้วยการวิ่งเร็วสุด 20 เมตร และกลับตัว 180 องศา แล้ววิ่งกลับเร็วสุด 20 เมตร หลังจากนั้นพักระหว่างชุด 3 นาที แล้วค่อยทำการฝึกในเซตที่ 2 ต่อไป ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุดเมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลกเตททันทีวัดค่าเมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊สรวมทั้งทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป 

1 2 3

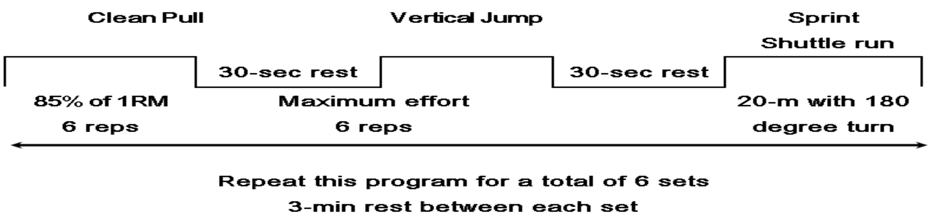
รูปที่ 5 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 3

13. วันที่ 5 ของการทดลอง (วันพุธสัปดาห์ที่ 2) หรือการทดสอบครั้งที่ 2 (หมายเลข 5-8) ซึ่งจะมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

13.1 **ทำการทดสอบการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1** โดยให้นักกีฬาทำการชั่งน้ำหนักโดยจะชั่งน้ำหนักนักกีฬาก่อนการทดสอบทุกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำหนักตัวไม่ได้แตกต่างกันในการทดสอบของขั้นตอนที่ 1 จำนวนทั้งหมด 3 ครั้งพร้อมทั้งเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจปริมาณแลคเตทในเลือด หลังจากนั้นให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและการวิ่งเบาๆ เป็นเวลา 10 นาที และทำการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบเคลื่อนที่ (Portable Gas Analysis) ดังวิธีการในภาคผนวก ก และให้นักกีฬาทดลองเคลื่อนที่เพื่อทำการปรับจูนความถี่และระบบต่างๆของเครื่องให้เรียบร้อยก่อนทำการทดสอบ เมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักกีฬาทำการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 6 แสดงโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

<table>
<tr>
<td>รูปแบบ 1</td>
<td>ยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 6 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยยืนกระโดดสูง ติดต่อกัน จำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว 180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด เมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลคเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊ส และทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป


</td>
</tr>
</table>

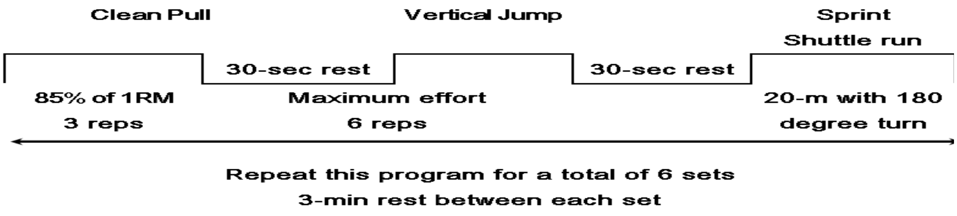
1 2 3

รูปที่ 6 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

14. วันที่ 6 ของการทดลอง (วันศุกร์สัปดาห์ที่ 2) หรือการทดสอบครั้งที่ 2 (หมายเลข 9-12) ซึ่งจะมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

14.1 ทำการทดสอบการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 โดยให้นักกีฬาทำการชั่งน้ำหนักโดยจะชั่งน้ำหนักนักกีฬาก่อนการทดสอบทุกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำหนักตัวไม่ได้แตกต่างกันในการทดสอบของขั้นตอนที่ 1 จำนวนทั้งหมด 3 ครั้งพร้อมทั้งเจาะตรวจแลกเตทในเลือด และให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและการวิ่งเบาๆ เป็นเวลา 10 นาที แล้วทำการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบเคลื่อนที่ (Portable Gas Analysis)ดังวิธีในภาคผนวก ก หลังจากนั้นให้นักกีฬาทดลองเคลื่อนที่เพื่อทำการปรับจูนความถี่และระบบต่างๆของเครื่องให้เรียบร้อยก่อนทำการทดสอบ เมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักกีฬาทำการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2

ตารางที่ 7 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2

รูปแบบ 2	ยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยกระโดดสูง ติดต่อกัน จำนวน 6 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว **180 องศา**วิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด เมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลคเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊สรวมทั้งทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป 

1 2 3

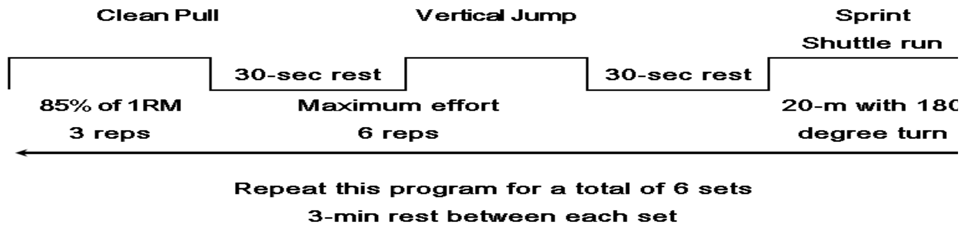
รูปที่ 7 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2

15. **วันที่ 7 ของการทดลอง (วันจันทร์สัปดาห์ที่ 3)** หรือการทดสอบครั้งที่ 3 (หมายเลข 1-4) ซึ่งจะมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

15.1 ทำการทดสอบการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 โดยให้นักกีฬาทำการชั่งน้ำหนักโดยจะชั่งน้ำหนักนักกีฬาก่อนการทดสอบทุกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำหนักตัวไม่ได้แตกต่างกันในการทดสอบของขั้นตอนที่ 1 จำนวนทั้งหมด 3 ครั้งพร้อมทั้งเจาะตรวจแลกเตทในเลือด และให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและการวิ่งเบาๆ เป็นเวลา10 นาที แล้วทำการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบเคลื่อนที่ (Portable Gas Analysis) ดังวิธีในภาคผนวก ก หลังจากนั้นให้นักกีฬาทดลองเคลื่อนที่เพื่อทำการปรับจูนความถี่และระบบต่างๆของเครื่องให้เรียบร้อยก่อนทำการทดสอบ เมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักกีฬาทำการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2

<table>
<tr>
<td>รูปแบบ 2</td>
<td>ยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยกระโดดสูง ติดต่อกัน จำนวน 6 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว 180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด เมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลคเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊สรวมทั้งทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป

</td>
</tr>
</table>

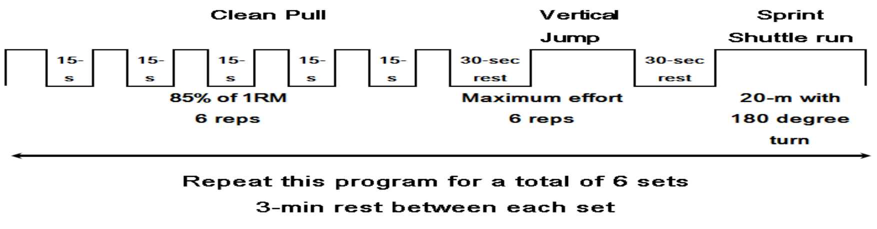
1 2 3

รูปที่ 8 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2

16. วันที่ 8 ของการทดสอบ (วันพุธสัปดาห์ที่ 3) หรือการทดสอบครั้งที่ 3 (หมายเลข 5-8) มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

16.1 **ทำการทดสอบการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 3** โดยให้นักกีฬาทำการชั่งน้ำหนักโดยจะชั่งน้ำหนักนักกีฬาก่อนการทดสอบทุกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำหนักตัวไม่ได้แตกต่างกันในการทดสอบของขั้นตอนที่ 1 จำนวนทั้งหมด 3 ครั้งพร้อมทั้งเจาะตรวจแลกเตทในเลือด และให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและการวิ่งเบาๆเป็นเวลา 10 นาทีและทำการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบเคลื่อนที่ (Portable Gas Analysis) ดังวิธีในภาคผนวก ก หลังจากนั้นให้นักกีฬาทดลองเคลื่อนที่เพื่อทำการปรับจูนความถี่และระบบต่างๆของเครื่องให้เรียบร้อยก่อนทำการทดสอบ และเมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักกีฬาทำการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3

ตารางที่ 9 แสดงโปรแกรมการฝึก หนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3

<table>
<tr>
<td>รูปแบบ 3</td>
<td>เป็นการฝึกยกน้ำหนัก 1 ครั้งสลับกับพัก 15 วินาที คือทำการยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนัก 85% ของ 1 RM จำนวน 1 ครั้งแล้วพัก 15 วินาที แล้วยกน้ำหนักท่าเดิมที่ความหนักเดิม จำนวน 1 ครั้ง แล้วพัก 15 วินาที กระทำอย่างนี้จนครบ 6 ครั้ง ซึ่งพอยกน้ำหนักครั้งที่สุดท้ายเสร็จพัก 30 วินาทีแล้วให้ตามด้วย ยืนกระโดดสูง ติดต่อกัน จำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาทีแล้วตามด้วยการวิ่งเร็วสุด 20 เมตร และกลับตัว 180 องศา แล้ววิ่งกลับเร็วสุด 20 เมตร หลังจากนั้นพักระหว่างชุด 3 นาที แล้วค่อยทำการฝึกในเซตที่ 2 ต่อไป ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุดเมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลกเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊สรวมทั้งทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป

</td>
</tr>
</table>

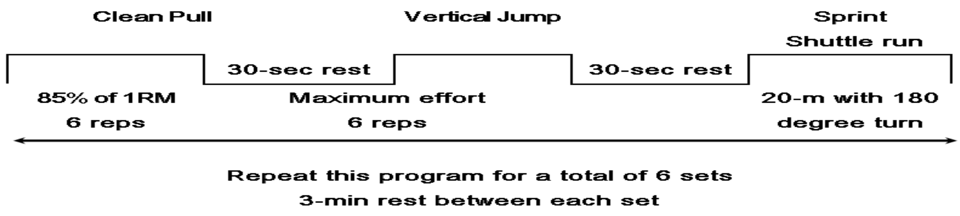
1 2 3

รูปที่ 9 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 3

17. วันที่ 9 ของการทดลอง (วันศุกร์สัปดาห์ที่ 3) หรือการทดสอบครั้งที่ 3 (หมายเลข 9-12) ซึ่งจะมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

17.1 **ทำการทดสอบการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1** โดยให้นักกีฬาทำการชั่งน้ำหนักโดยจะชั่งน้ำหนักนักกีฬาก่อนการทดสอบทุกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำหนักตัวไม่ได้แตกต่างกันในการทดสอบของขั้นตอนที่ 1 จำนวนทั้งหมด 3 ครั้งพร้อมทั้งเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจปริมาณแลคเตทในเลือด หลังจากนั้นให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและการวิ่งเบาๆ เป็นเวลา 10 นาที และทำการติดตั้งเครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบเคลื่อนที่ (Portable Gas Analysis) ดังวิธีการในภาคผนวก ก และให้นักกีฬาทดลองเคลื่อนที่เพื่อทำการปรับจูนความถี่และระบบต่างๆของเครื่องให้เรียบร้อยก่อนทำการทดสอบ เมื่อทุกอย่างพร้อมให้นักกีฬาทำการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

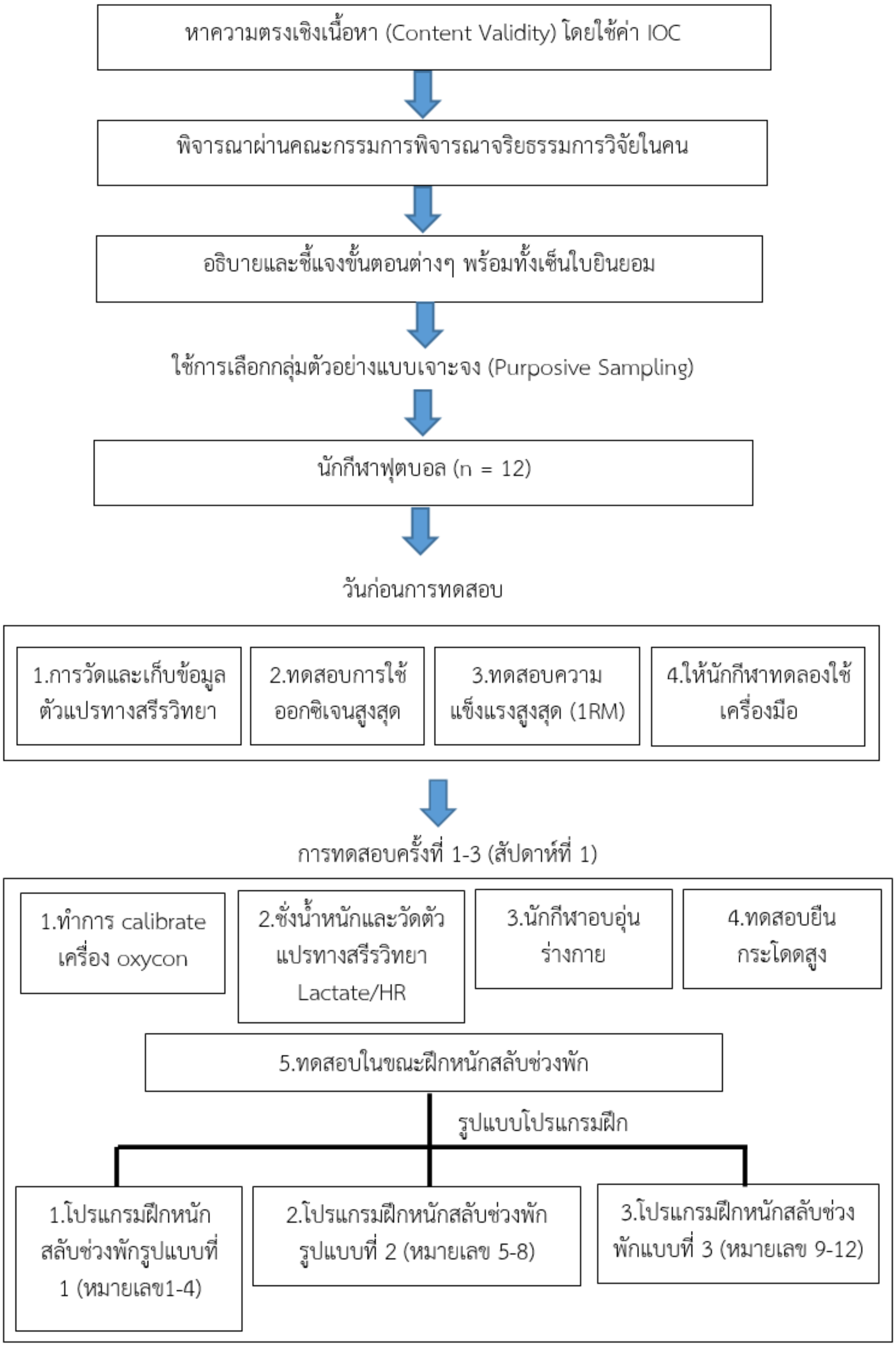
ตารางที่ 10 แสดงโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

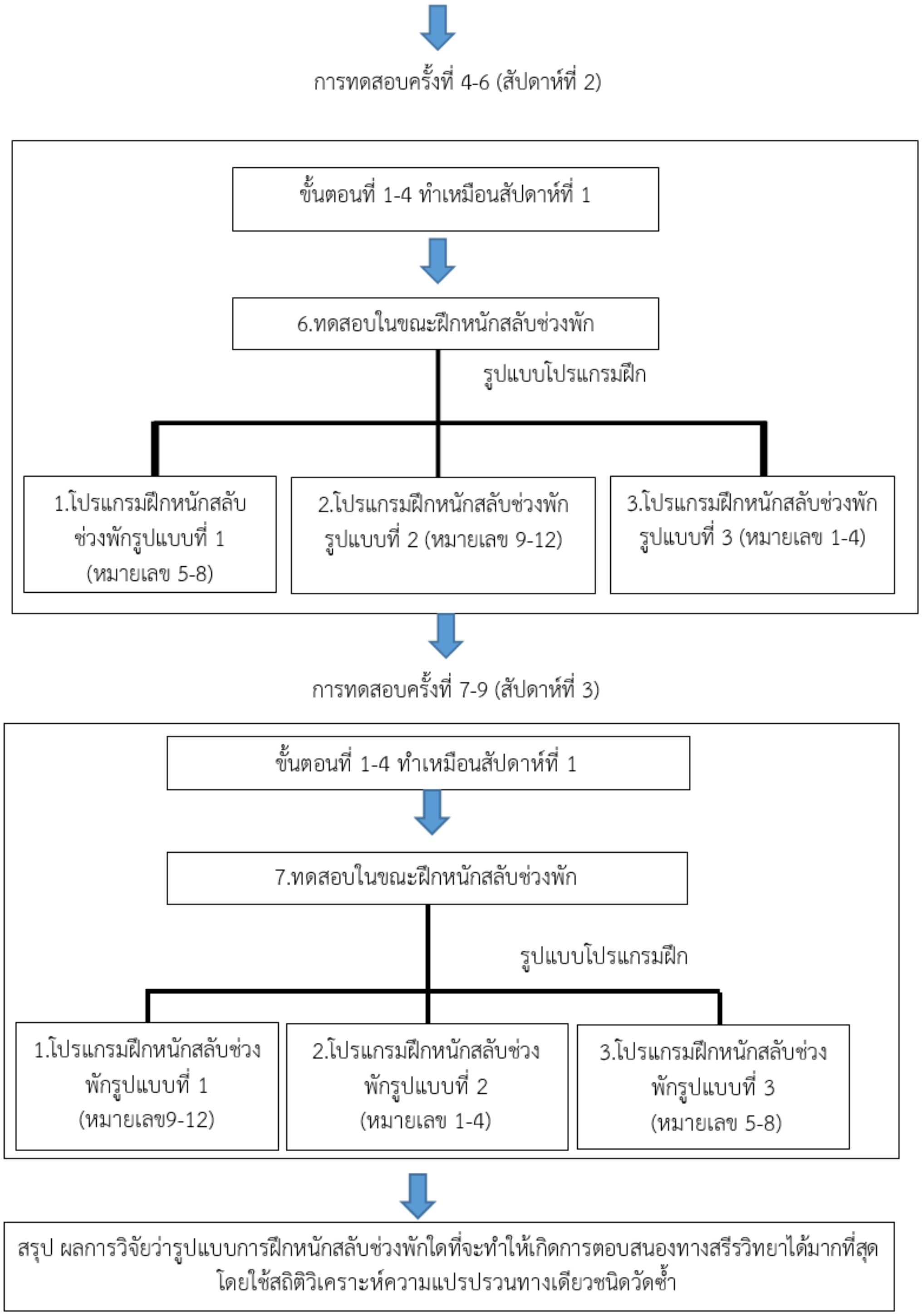
รูปแบบ 1	ยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 6 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยยืนกระโดดสูง ติดต่อกัน จำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว **180 องศา**วิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด เมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลคเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่มผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊สและทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป 

1 2 3

รูปที่ 10 แสดงการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

18. สรุปผลการวิจัยว่ารูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบใดที่มีผลตอบสนองต่อการทำงานทางสรีรวิทยาในลักษณะที่ผ่านระบบพลังงานแบบอนากาศนิยมที่มีการใช้ความหนักในการฝึกที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะความสอดคล้องเกี่ยวกับ ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด และความสามารถในการยืนกระโดดสูงได้ดีที่สุดเพื่อที่จะนำไปทำการฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอล ในการศึกษาที่ 2 ต่อไป รวมทั้งเสนอแนะความคิดเห็นที่ได้จากการศึกษาวิจัย


หาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้ค่า IOC
พิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
อธิบายและชี้แจงขั้นตอนต่างๆ พร้อมทั้งเซ็นใบยินยอม
ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)
นักกีฬาฟุตบอล (n = 12)
วันก่อนการทดสอบ
1.การวัดและเก็บข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยา
2.ทดสอบการใช้ออกซิเจนสูงสุด
3.ทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM)
4.ให้นักกีฬาทดลองใช้เครื่องมือ
การทดสอบครั้งที่ 1-3 (สัปดาห์ที่ 1)
1.ทำการ calibrate เครื่อง oxycon
2.ชั่งน้ำหนักและวัดตัวแปรทางสรีรวิทยา Lactate/HR
3.นักกีฬาอบอุ่นร่างกาย
4.ทดสอบยืนกระโดดสูง
5.ทดสอบในขณะฝึกหนักสลับช่วงพัก
รูปแบบโปรแกรมฝึก
1.โปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 (หมายเลข1-4)
2.โปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 (หมายเลข 5-8)
3.โปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักแบบที่ 3 (หมายเลข 9-12)



รูปที่ 11 แสดงวิธีการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการสร้างรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องวิเคราะห์แก๊สแบบเคลื่อนที่ (Portable Gas Analysis) ยี่ห้อ Oxycon Mobile ผลิตประเทศเยอรมัน
2. เครื่องวิเคราะห์แลคเตทในเลือด (Blood Lactate Analyzer) พร้อมแผ่น Strip ยี่ห้อ Lactate Scout ผลิตประเทศ เยอรมนี
3. เครื่องทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูง ยี่ห้อ Yard stick ผลิตประเทศ ญี่ปุ่น
4. แผ่นน้ำหนัก ความหนัก 25 ,20,15,10,5,2.5 และ 1 kg อย่างละ 2 แผ่น พร้อม บาร์เบลล์ หนัก 20 kg 4 ลูก ผลิตประเทศ ญี่ปุ่น
5. นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ citizen ผลิตประเทศ ญี่ปุ่น

การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อศึกษาการสร้างรูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS Version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA เพื่อทำการวิเคราะห์ค่าสถิติ ดังนี้

- ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของ ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด ความสามารถในการยืนกระโดดสูง การระบายอากาศต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและออกกำลังกาย อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์
- วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way repeated measure ANOVA) ระหว่างกลุ่ม ทั้ง 3 รูปแบบการฝึก ของค่าเฉลี่ยอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดความสามารถในการยืนกระโดดสูง อัตราการระบายอากาศต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและอัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างก่อนทดสอบ หลังการทดสอบทันที ขณะพักฟื้นสภาพร่างกายนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ถ้าพบความแตกต่างจึงทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ โดยใช้วิธีการ ตูกีย์ (Tukey's)
- ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและสมรรถภาพที่เจาะจงของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย

ในการศึกษาขั้นตอนนี้จะใช้เวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ เนื่องจากในในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการฝึก 6 สัปดาห์ สามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Miller M.G. et al, 2006, Kerim SOZBIR,2016) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ(Marques M.C. et al, 2013) ได้ ซึ่งจะพบว่าในการฝึกหนักสลับช่วงพักนี้ จำเป็นจะต้องใช้ทั้งพลังกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ รวมทั้งความเร็วสูงสุด (Alves JMVC. et al, 2010)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในขั้นตอนที่ 2 ของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการวางแผนการวิจัยโดยอ้างอิงพิจารณาจากการคำนวณผ่านโปรแกรม G Power ที่มีอำนาจของการทดสอบ (Power of test) = .80 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) = .60 และระดับของความมีนัยสำคัญทางสถิติ =.05 พบว่าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับการทดลอง 2 กลุ่มอย่างน้อย คือ จำนวนกลุ่มละ 12 คน แต่เมื่อทำการเปิดตารางของ โคเฮน (Cohen, 1988) พบว่าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมอย่างน้อย คือ จำนวนกลุ่มละ 10 คน ดังนั้น เพื่อเป็นการป้องกันการถูกคัดออกจากกรณีต่างๆ เช่น ป่วย บาดเจ็บ เกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น งานวิจัยครั้งนี้จึงใช้กลุ่มตัวอย่าง 16 คน ซึ่งจึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เพียงพอต่อการทดสอบสมมติฐานที่ว่า “การฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพักน่าจะมีค่าเฉลี่ยของพลังแบบอนากาศนิยม ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ความเร็วสูงสุด อัตราการพัฒนาแรง ความแข็งแรงสูงสุด ความคล่องแคล่วว่องไว อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และดัชนีความเมื่อยล้า ดีขึ้นและแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของตัวแปรเหล่านี้ที่ทำการฝึกฟุตบอลอย่างเดียว”

นอกจากนี้ นักกีฬาฟุตบอล ยังเป็นกลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่มกับการทดลองในขั้นตอนที่ 1 และเป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชายระดับมหาวิทยาลัย ที่มีเกณฑ์อายุตั้งแต่ 18-22 ปีของมหาวิทยาลัยมหิดลที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมวิจัย โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 32 คน แล้วทำการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ด้วยการจับสลากเข้ากลุ่มละ 16 คน

ในการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 นี้จะใช้ผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งทดลองโดยใช้นักกีฬาฟุตบอลเพศชาย เพราะฉะนั้นการศึกษาในนักกีฬาฟุตบอลเพศชายสำหรับขั้นตอนที่ 2 จึงมีความตรงมากกว่าที่จะศึกษาในนักกีฬาฟุตบอลเพศหญิง

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

1. ต้องเป็นนักกีฬาฟุตบอลทีมมหาวิทยาลัยมหิดลที่มีอายุตั้งแต่ 18-22 ปี
2. ได้มีการฝึกซ้อมและแข่งขันมาแล้วอย่างน้อย 1 ปีและมีค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) เทียบค่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดีของนักกีฬาฟุตบอลทีมชาติไทย (51.00 มล./กก./นาที)
3. ไม่เคยฝึกด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพักมาก่อน
4. ไม่มีโรคประจำตัว
5. สมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัยและยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้เช่น การบาดเจ็บจากการฝึกซ้อม อุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. เข้าร่วมการฝึกน้อยกว่า 15 ครั้งจากทั้งหมด 18 ครั้ง (ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 6 สัปดาห์)
3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

ขั้นตอนการศึกษาวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาการสร้างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักจาก บทความ เอกสาร ตำราและหนังสือ
2. นำโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักที่ดีที่สุดจากการศึกษาที่ 1 มา 1 โปรแกรม เพื่อเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้งเพื่อพิจารณาเห็นสมควรอนุญาตทั้งนี้โปรแกรมดังกล่าวได้ผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขเพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence, IOC) ซึ่งค่าที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.50 (Cox and Vargas,1996) รวมทั้งผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยมหิดล เรียบร้อยแล้ว
3. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยไปยังอธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อขอความร่วมมือในการทำการทดลองและเก็บข้อมูล
4. ผู้วิจัยชี้แจงและทำหนังสืออธิบายวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่างและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ชี้แจงกับนักกีฬาว่าไม่ให้ออกกำลังกายอย่างหนัก 24 ชั่วโมงก่อนวันที่จะมาทำการทดสอบทุกครั้ง ทั้งในการทดสอบก่อนการฝึก และการทดสอบหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 รวมไปถึงการไม่รับประทานอาหารมาก่อน 3 ชั่วโมง และไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนมาก่อน 4 ชั่วโมง รวมทั้งให้นอนหลับให้เต็มที่ก่อนที่จะมาทดสอบทุกครั้ง ยิ่งไปกว่านั้นในการทดสอบนักกีฬาจะมีการถูกบอกให้ออกแรงยกให้แรงเต็มที่ และเร็วที่สุดทุกครั้งโดยในการทดสอบจะมีเจ้าหน้าที่ทีมช่วยดูแล

5. ในวันที่ทำการทดสอบก่อนการทดลองคือวัน **จันทร์ วัน พุธ และวันศุกร์**ก่อนที่จะฝึกในวันจันทร์ได้มีการดำเนินงานดังนี้

5.1 **วันจันทร์** จะทำการวัดและเก็บข้อมูลตัวแปรลักษณะทางกายภาพ เช่น น้ำหนัก (Body mass,kg) ส่วนสูง (Height, cm) ดัชนีมวลกาย ทำการทดสอบอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ตามวิธีของ Multi Stage Test or Beep Test (กกท. 2548) ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และความสามารถสูงสุดในการยกน้ำหนัก (1RM) ท่า Clean Pull ตามวิธีการทดสอบของ Proliqin (1987)

5.2 **วันพุธ** ก่อนการทดสอบผู้วิจัยจะทำการสอบเทียบ (Calibration) แผ่นตรวจวัดแรงกระแทกของเครื่อง Force Plate (Kistler 8 channels) เครื่องไอโซไคเนติก (BIODEX) และนาฬิกาจับเวลาแบบอินฟราเรด เพื่อทำการทดสอบ อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วว่องไว และ ความเร็วสูงสุด ดังในภาคผนวก ข ง ช และ ซ

5.3 **วันศุกร์** จะทำการทดสอบความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม (Anaerobic capacity) พลังแบบอนากาศนิยม (Anaerobic power) ดัชนีความเมื่อยล้า ตามวิธีของ Running base anaerobic sprint test (RAST Test) และความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (Exercisetoolkit.com, 2014) ก่อนทำการฝึก ดังภาคผนวก ค และ ฌ

6. ผู้วิจัยทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการใช้ค่าความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม (Anaerobic capacity) ในการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ด้วยการจับสลากเข้ากลุ่มๆละ 16 คน หลังจากนั้นทำการทดสอบค่าสถิติของค่าเฉลี่ย ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนการฝึกโดยจะต้องไม่มีความแตกต่างกัน แล้วฝึกตามโปรแกรม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มทดลอง ทำการฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับฝึกซ้อมฟุตบอล ตามโปรแกรมปกติ

กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม ทำการฝึกซ้อมฟุตบอลตามโปรแกรมปกติ

7. ผู้วิจัยดำเนินการฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ๆละ 3 วันคือวันจันทร์ วันพุธ และ วันศุกร์ ช่วงเวลาประมาณ 16.00 – 18.00 น. โดยแสดงโปรแกรมการฝึกในภาคผนวก ฎ (โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1) และภาคผนวก ฏ

8. ทำการทดสอบหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 (วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ หลังสัปดาห์ที่ 6) มีการดำเนินงานดังนี้

8.1 **วันจันทร์** จะทำการวัดและเก็บข้อมูลตัวแปรลักษณะทางกายภาพ เช่น น้ำหนัก (Body mass,kg) ส่วนสูง (Height, cm) ดัชนีมวลกาย ทำการทดสอบอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ตามวิธีของ Multi Stage Test or Beep Test (กกท. 2548) ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และความสามารถสูงสุดในการยกน้ำหนัก (1RM) ท่า Clean Pull ตามวิธีการทดสอบของ Proliqin (1987)

8.2 **วันพุธ** ก่อนการทดสอบผู้วิจัยจะทำการสอบเทียบ (Calibration) แผ่นตรวจวัดแรงกระแทกของเครื่อง Force Plate (Kistler 8 channels) เครื่องไอโซไคเนติก (BIODEX) และนาฬิกาจับเวลาแบบอินฟราเรด เพื่อทำการทดสอบ อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วว่องไว และ ความเร็วสูงสุด ดังในภาคผนวก ข ง ช และ ซ

8.3 **วันศุกร์** จะทำการทดสอบความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม (Anaerobic capacity) พลังแบบอนากาศนิยม (Anaerobic power) ดัชนีความเมื่อยล้า ตามวิธีของ Running base anaerobic sprint test (RAST Test) และความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ภาคผนวก ค และ ฌ (Exercisetoolkit.com,2014)

9. สรุปผลการวิจัยว่าการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก สามารถพัฒนาความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็วสูงสุด ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม การใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลกเตทในเลือด ได้หรือไม่ เพื่อที่จะนำไปสู่รูปแบบการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลพร้อมทั้งเสนอแนะความคิดเห็นที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่อง Force Plate (Kistler 8 channels) รุ่น 9286 BA ผลิตประเทศสหรัฐอเมริกา
2. เครื่องเสียง ยี่ห้อ โซนี่ ผลิตประเทศ ญี่ปุ่น
3. เครื่องตรวจแลกเตทในเลือด ยี่ห้อ Lactate Scout ผลิตประเทศ เยอรมนี
4. แบบทดสอบรันนิ่งเบสแอนแอโรบิกสปรินส์เทส (RAST Test)
5. นาฬิกาจับเวลาแบบอินฟราเรด ยี่ห้อ RT-1 ผลิต ประเทศไทย

6. เครื่องทดสอบประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อระบบไอโซไคเนติก ยี่ห้อ Biodex ผลิตประเทศ สหรัฐอเมริกา

7. กรวยจราจร

8. แผ่นน้ำหนัก ความหนักหนัก 25 ,20,15,10,5,2.5 และ 1 kg อย่างละ 2 แผ่น พร้อม บาร์เบลล์ หนัก 20 kg 4 ลูก ผลิตประเทศ ญี่ปุ่น

9. แบบทดสอบอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Multi stage test) กกท.2548

10. เทปวัดระยะทาง

11. แบบทดสอบวิ่งเร็วซ้ำระยะทางเดิม (Repeated Sprint Ability) (Exercisetoolkit.com, 2014)

การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อศึกษาการฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพักที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนาากาศนิยมและสมรรถภาพที่เจาะจงของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS version 17.0 เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

3. เปรียบเทียบผลของการทดสอบทุกรายการระหว่างกลุ่มโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One way Multivariate analysis of variance MANOVA) ซึ่งจะใช้ผลการทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) เป็นตัวแปรร่วม (Covariate) เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนนี้ไม่ให้มีผลต่อตัวแปรตามในการทดลอง

4. เปรียบเทียบผลของการทดสอบทุกรายการ ภายในกลุ่มโดยการทดสอบค่า ที (paired t-test)

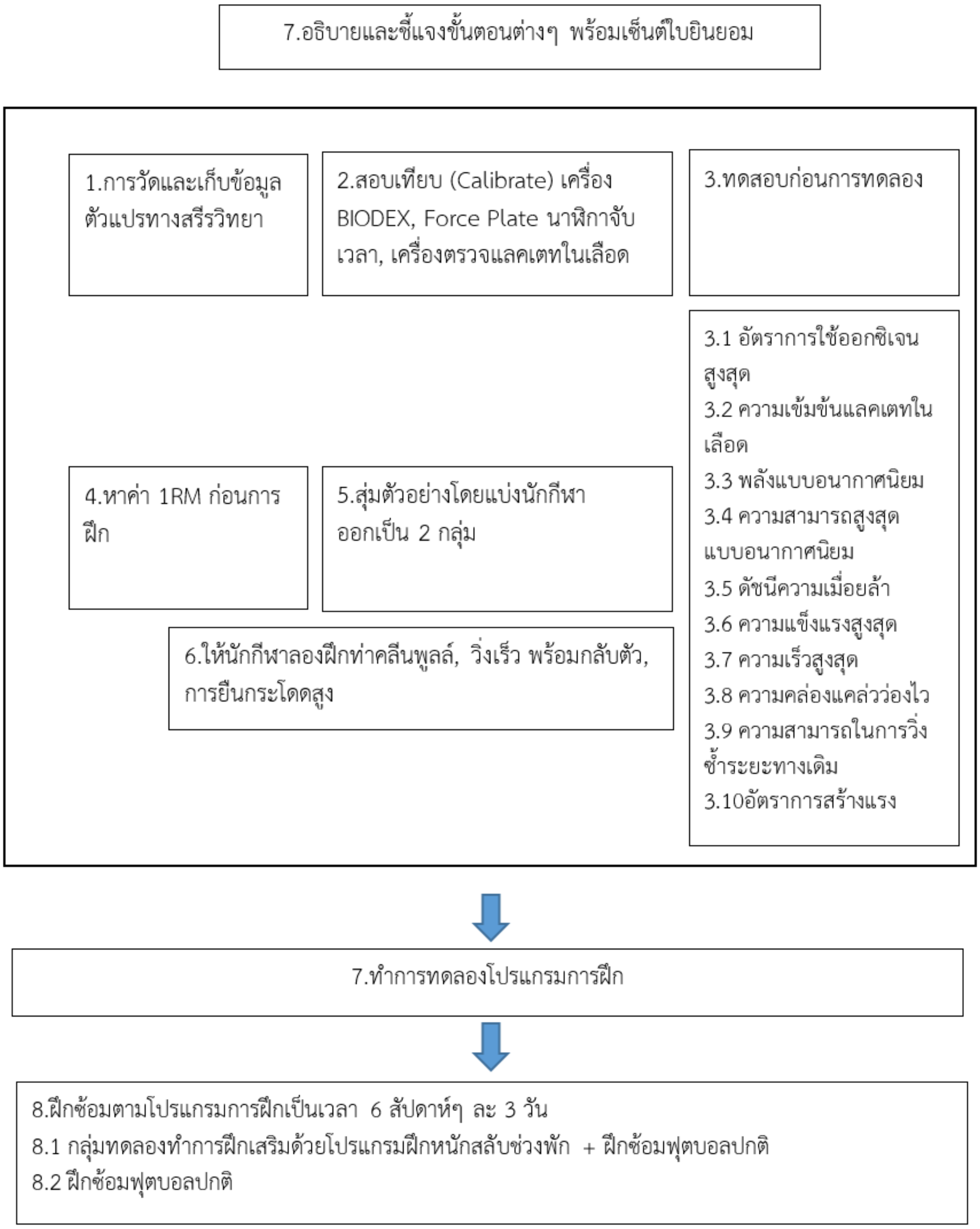
5. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่างจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม
2. หากกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ได้รับบาดเจ็บเนื่องจากการศึกษาทดลอง ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ต้องแจ้งให้ผู้วิจัยทราบโดยทันที ซึ่งจะได้รับความช่วยเหลือเบื้องต้น เช่น ให้หยุดพักเพื่อสังเกตอาการ หรือปฐมพยาบาลเบื้องต้น และจะนำส่งโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม
3. การเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่าง หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นโดยสมัครใจและสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและสูญเสียผลประโยชน์ที่พึงได้รับ
4. หากมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว
5. หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจาณาจริยธรรมวิจัยในคน กลุ่ม สหสถาบันชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th หรือ ร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจาณาจริยธรรมวิจัยในคนส่วนกลาง สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล 999 หมู่ 5 ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170 โทรศัพท์ 0-28496224-5 โทรสาร 0-28496274

1.ศึกษาการสร้างโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก
2.นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
แก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษา
3.นำโปรแกรมการฝึกไปปรึกษาโค้ช
4.นำเสนอโปรแกรมการฝึกให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
5.พิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
6.ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยไปยังคณบดีวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ม.มหิดล
ใช้การเลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)
นักกีฬาฟุตบอล จำนวน 32 คน


7.อธิบายและชี้แจงขั้นตอนต่างๆ พร้อมเซ็นต์ใบยินยอม
1.การวัดและเก็บข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยา
2.สอบเทียบ (Calibrate) เครื่อง BIODEX, Force Plate นาฬิกาจับเวลา, เครื่องตรวจแลคเตทในเลือด
3.ทดสอบก่อนการทดลอง
3.1 อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด
3.2 ความเข้มข้นแลคเตทในเลือด
3.3 พลังแบบอนากาศนิยม
3.4 ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม
3.5 ดัชนีความเมื่อยล้า
3.6 ความแข็งแรงสูงสุด
3.7 ความเร็วสูงสุด
3.8 ความคล่องแคล่วว่องไว
3.9 ความสามารถในการวิ่งซ้ำระยะทางเดิม
3.10อัตราการสร้างแรง
4.หาค่า 1RM ก่อนการฝึก
5.สุ่มตัวอย่างโดยแบ่งนักกีฬาออกเป็น 2 กลุ่ม
6.ให้นักกีฬาลองฝึกท่าคลีนพูลล์, วิ่งเร็ว พร้อมกลับตัว, การยืนกระโดดสูง
7.ทำการทดลองโปรแกรมการฝึก
8.ฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน
8.1 กลุ่มทดลองทำการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก + ฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ
8.2 ฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ

9. ทดสอบหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6

1. การวัดและเก็บข้อมูลตัวแปรลักษณะทางกายภาพ

2. สอบเทียบเครื่อง BIODEX, Force Plate, นาฬิกาจับเวลาแบบอินฟราเรด เครื่องตรวจแลคเตทในเลือด

3. ทดสอบหลังการทดสอบ
3.1 อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด
3.2 ความเข้มข้นแลคเตทในเลือด
3.3 พลังแบบอนากาศนิยม
3.4 ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม
3.5 ดัชนีความเมื่อยล้า
3.6 ความแข็งแรงสูงสุด
3.7 ความเร็วสูงสุด
3.8 ความคล่องแคล่วว่องไว
3.9 ความสามารถในการวิ่งซ้ำระยะทางเดิม
3.10 อัตราการสร้างแรง

10.สรุปการวิจัยว่า การฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก สามารถพัฒนาความสามารถทางอนากาศนิยมได้หรือไม่ โดยใช้สถิติ paired t-test และสามารถพัฒนาได้ดีกว่าการฝึกซ้อมฟุตบอลปกติหรือไม่ได้โดยใช้สถิติ One way-MANOVA พร้อมทั้งเสนอแนะความคิดเห็นที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 12 แสดงวิธีการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและสรีรวิทยาของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการสร้างรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย ที่จะทำให้เกิดการตอบสนองทางสรีรวิทยาได้มากที่สุด

นอกจากนี้ในขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการสร้างแรงความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ความคล่องแคล่วว่องไว และ ความเร็วสูงสุด อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพัก กับโปรแกรมการฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ และกลุ่มที่ 2 ฝึกโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ แล้วจึงนำผลวิเคราะห์เสนอในรูปแบบตาราง ประกอบความเรียง และแผนภูมิ โดยผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

การศึกษาวิจัยขั้นตอนที่ 1

ตอนที่ 1.1 ความตรงเชิงเนื้อหาของรูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 รูปแบบ

ตอนที่ 1.2 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 คน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way repeated measure ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด ความสามารถในการยืนกระโดดสูง อัตราการระบายอากาศต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1, 2 และ 3 ถ้าพบความแตกต่างของค่าความแปรปรวนจึงทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey’s

ตอนที่ 1.3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด ความสามารถในการยืนกระโดดสูง อัตราการระบายอากาศต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์

การศึกษาวิจัยขั้นตอนที่ 2

ตอนที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One-way Multivariate analysis of variance:MANOVA) ซึ่งจะใช้ผลการทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) เป็นตัวแปรร่วม (Covariate) เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนนี้ไม่ให้มีผลต่อตัวแปรตามในการทดลอง ของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 2.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ภายในกลุ่มของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 โดยการทดสอบค่า ที (paired t-test)

ตอนที่ 2.3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

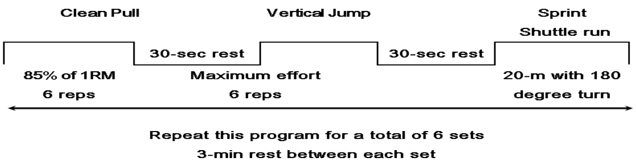
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์ในการศึกษาที่ 1

ตอนที่ 1.1 ความตรงเชิงเนื้อหาของรูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 รูปแบบ

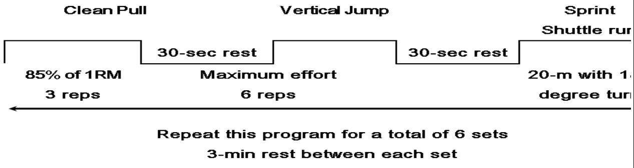
ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาจากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบสอบถามความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC
โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
ยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 6 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยยืนกระโดดสูง ติดต่อกันจำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและ				

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC
โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
กลับตัว **180 องศา**วิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด เมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลคเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่ม และทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป 				
1.ท่าที่ใช้ในการฝึกยกน้ำหนักคือท่าคลีนพูลล์ (Clean pull)	5	0	0	1
2.ความหนัก 85% ของ 1RM ด้วยความหนักเต็มความพยายามสูงสุด	4	1	0	0.80
3.จำนวน 6 ครั้ง	5	0	0	1
4.พัก 30 วินาที	5	0	0	1
5.ท่าการฝึกยืนกระโดดสูง (Vertical Jump)	4	1	0	0.80
6.ด้วยความหนักเต็มความพยายามสูงสุด	4	1	0	0.80
7.จำนวน 6 ครั้ง	5	0	0	1
8.พัก 30 วินาที	5	0	0	1
9.วิ่งเร็วสุด (Sprint) ระยะทาง 20 เมตร แล้วกลับตัว 180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับอีก 20 เมตร	5	0	0	1
10.ด้วยความหนักเต็มความพยายามสูงสุด	4	1	0	0.80
11.พักระหว่างเซต 3 นาที	5	0	0	1
12.จำนวน 6 เซต	4	1	0	0.80
หมายเหตุ : 1 รอบการฝึกเท่ากับ 1 เซต				

จากตารางที่ 11 แสดงผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 พบว่า ไม่มีเนื้อหาใดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า .50 แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักมีความเหมาะสม

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาจากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบสอบถามความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC
โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
ยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยยืนกระโดดสูงติดต่อกัน จำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว **180 องศา**วิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด เมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลคเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่ม และทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป  				
1.ท่าที่ใช้ในการฝึกยกน้ำหนักคือท่าคลีนพูลล์ (Clean pull)	5	0	0	1
2.ความหนัก 85% ของ 1RM ด้วยความหนักเต็มความพยายามสูงสุด	4	1	0	0.80
3.จำนวน 3 ครั้ง	5	0	0	1
4.พัก 30 วินาที	5	0	0	1
5.ท่าการฝึกยืนกระโดดสูง (Vertical Jump)	4	1	0	0.80
6.ด้วยความหนักเต็มความพยายามสูงสุด	4	1	0	0.80
7.จำนวน 6 ครั้ง	5	0	0	1
8.พัก 30 วินาที	5	0	0	1
9.วิ่งเร็วสุด (Sprint) ระยะทาง 20 เมตร แล้วกลับตัว 180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับอีก 20 เมตร	5	0	0	1
10.ด้วยความหนักเต็มความพยายามสูงสุด	4	1	0	0.80
11.พักระหว่างเซต 3 นาที	5	0	0	1

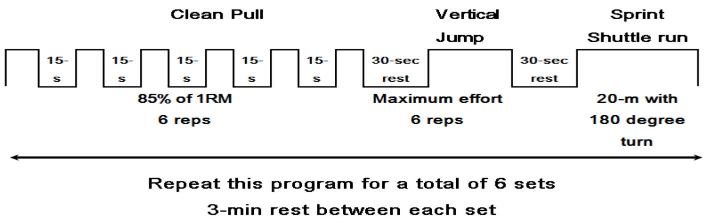
เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC
โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
12.จำนวน 6 เซต	4	1	0	0.80
หมายเหตุ : 1 รอบการฝึกเท่ากับ 1 เซต				

จากตารางที่ 12 แสดงผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2 พบว่า ไม่มีเนื้อหาใดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า .50 แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักมีความเหมาะสม

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาจากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบสอบถามความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC
โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
เป็นการฝึกยกน้ำหนัก 1 ครั้งสลับกับพัก 15 วินาที คือทำการยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนัก 85% ของ 1 RM จำนวน 1 ครั้ง แล้วพัก 15 วินาที แล้วยกน้ำหนักท่าเดิมที่ความหนักเดิม จำนวน 1 ครั้ง แล้วพัก 15 วินาที กระทำอย่างนี้จนครบ 6 ครั้ง ซึ่งพอยกน้ำหนักครั้งที่สุดท้ายเสร็จพัก 30 วินาทีแล้วให้ตามด้วย ยืนกระโดดสูง ติดต่อกันจำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาทีแล้วตามด้วยการวิ่งเร็วสุด 20 เมตร และกลับตัว 180 องศา แล้ววิ่งกลับเร็วสุด 20 เมตร หลังจากนั้นพักระหว่างชุด 3 นาที แล้วค่อยทำการฝึกในเซตที่ 2 ต่อไป ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุดเมื่อครบตามโปรแกรมแล้วให้ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้วตรวจแลกเตททันที วัดค่าเมตาบอลิซึ่ม รวมทั้งทดสอบความสามารถในการยืนกระโดดสูงในนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ดังรูป				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC
โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	
				
1.ท่าที่ใช้ในการฝึกยกน้ำหนักคือท่าคลีนพูลล์ (Clean pull)	5	0	0	1
2.ความหนัก 85% ของ 1RM ด้วยความหนักเต็มความพยายามสูงสุด	4	1	0	0.80
3.จำนวน 1 ครั้งพัก 15 วินาที(1-1-1-1-1-1) รวม 6 ครั้ง	5	0	0	1
4.พัก 30 วินาที	5	0	0	1
5.ท่าการฝึกยืนกระโดดสูง (Vertical Jump)	4	1	0	0.80
6.ด้วยความหนักเต็มความพยายามสูงสุด	4	1	0	0.80
7.จำนวน 6 ครั้ง	5	0	0	1
8.พัก 30 วินาที	5	0	0	1
9.วิ่งเร็วสุด (Sprint) ระยะทาง 20 เมตร แล้วกลับตัว 180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับอีก 20 เมตร	5	0	0	1
10.ด้วยความหนักเต็มความพยายามสูงสุด	4	1	0	0.80
11.พักระหว่างเซต 3 นาที	5	0	0	1
12.จำนวน 6 เซต	4	1	0	0.80
หมายเหตุ : 1 รอบการฝึกเท่ากับ 1 เซต				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 แสดงผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3 พบว่า ไม่มีเนื้อหาใดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า .50 แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักมีความเหมาะสม

ตอนที่ 1.2 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 คน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way repeated measure ANOVA) ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด ความสามารถในการยืนกระโดดสูง อัตราการระบายอากาศต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างรูปแบบที่ 1, 2 และ 3 ถ้าพบความแตกต่างของค่าความแปรปรวนจึงทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey's

ตารางที่ 14 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 คน ของการศึกษาขั้นตอนที่ 1

ตัวแปร	อายุ (ปี)	น้ำหนัก(กก.)	ส่วนสูง (ซม.)	ดัชนีมวลกาย (กก./ม^2)	อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มล./กก./นาที)	ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Clean Pull)
($\bar{x}$ ±SD)	20.58±1.78	67.83±8.43	172.50±5.30	22.81±2.62	54.55±3.11	1.10±0.16

ตารางที่ 14 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 12 คน ของการศึกษาขั้นตอนที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอายุเท่ากับ 20.58±1.78 ปี มีน้ำหนักเท่ากับ 67.83±8.43 กิโลกรัม ส่วนสูงเท่ากับ 172.50±5.30 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเท่ากับ 22.81±2.62 กก./ม^2 อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเท่ากับ 54.55±3.11 มล./กก./นาที และความแข็งแรงสัมพัทธ์ท่าคลีนพูลล์ เท่ากับ 1.10±0.16

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร) และ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3

ช่วงเวลา	โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก						*F statistic*	p
	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	2.21	1.23	1.79	0.92	1.81	0.73	0.80	0.46
หลังการฝึกนาทีที่ 0	9.90	3.16	8.53	3.38	7.94	2.53	5.55	0.01*
หลังการฝึกนาทีที่ 3	10.47	3.08	8.62	3.18	8.48	3.12	4.90	0.01*
หลังการฝึกนาทีที่ 6	10.00	4.19	8.36	3.52	8.27	2.57	2.77	0.08
หลังการฝึกนาทีที่ 9	8.69	3.28	7.83	3.19	7.86	2.63	0.95	0.39
หลังการฝึกนาทีที่ 12	8.28	3.14	7.59	2.99	7.24	2.17	1.09	0.35
หลังการฝึกนาทีที่ 15	6.97	2.56	6.83	2.45	6.65	2.45	0.09	0.90

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p < .05$)

จากตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 พบว่า ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 หลังการฝึกนาทีที่ 0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 หลังการฝึกนาทีที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ด้วยวิธีของ ตูกีย์ (Tukey's) หลังการฝึกนาทีที่ 0

โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก		รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3
	$\bar{x}$	9.90	8.53	7.94
รูปแบบที่ 1	9.90	-	1.37*	1.96*
รูปแบบที่ 2	8.53		-	0.59
รูปแบบที่ 3	7.94			-

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 16 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่พบว่า หลังการฝึกนาทีที่ 0 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ดีพบว่า ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ด้วยวิธีของ ตูกีย์ (Tukey's) หลังการฝึกนาทีที่ 3

โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก		รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3
	$\bar{x}$	10.46	8.62	8.48
รูปแบบที่ 1	10.46	-	1.84*	1.98*
รูปแบบที่ 2	8.62		-	0.14
รูปแบบที่ 3	8.48			-

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่พบว่า หลังการฝึกนาทีที่ 3 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ดีพบว่า ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3

ช่วงเวลา	โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก						*F statistic*	p
	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	73.83	12.85	70.58	13.30	68.25	12.20	0.66	0.52
หลังการฝึกนาทีที่ 0	164.92	12.02	165.58	14.32	163.42	13.78	0.100	0.90
หลังการฝึกนาทีที่ 3	120.17	10.52	120.50	18.40	120.25	15.79	0.002	0.99
หลังการฝึกนาทีที่ 6	116.17	10.76	117.92	21.48	108.33	8.73	1.64	0.21
หลังการฝึกนาทีที่ 9	115.17	13.61	108.42	16.79	107.33	9.68	1.60	0.22
หลังการฝึกนาทีที่ 12	113.67	12.66	107.08	14.65	102.08	11.54	3.71	0.04*
หลังการฝึกนาทีที่ 15	109.50	13.04	103.33	13.08	100.33	13.65	1.56	0.23

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p < .05$)

จากตารางที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 พบว่า ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 หลังการฝึกนาทีที่ 12 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ด้วยวิธีของ ตูกีย์ (Tukey's) หลังการฝึกนาทีที่ 12

โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก	$\bar{x}$	รูปแบบที่ 1 113.66	รูปแบบที่ 2 107.08	รูปแบบที่ 3 102.08
รูปแบบที่ 1	113.66	-	6.58	11.58*
รูปแบบที่ 2	107.08		-	5.00
รูปแบบที่ 3	102.08			-

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 19 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่พบว่า หลังการฝึกนาทีที่ 12 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด (ร้อยละ) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3

ช่วงเวลา	โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก						*F statistic*	p
	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	-	-	-	-	-	-	-	-
หลังการฝึกนาทีที่ 0	-	-	-	-	-	-	-	-
หลังการฝึกนาทีที่ 3	-7.95	23.05	-3.32	15.95	-5.90	14.22	0.13	0.87
หลังการฝึกนาทีที่ 6	0.26	23.25	2.51	8.01	-5.25	17.81	0.69	0.50
หลังการฝึกนาทีที่ 9	11.58	20.32	7.48	15.12	-0.82	19.46	0.40	0.67
หลังการฝึกนาทีที่ 12	14.43	33.13	8.77	19.50	5.54	24.13	0.37	0.69
หลังการฝึกนาทีที่ 15	29.68	13.71	17.27	19.03	11.44	34.37	0.36	0.70

$p > .05$

จากตารางที่ 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 พบว่า ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจน (มิลลิลิตร/นาที)และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3

ช่วงเวลา	โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก						*F statistic*	p
	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	366.08	137.08	302.42	91.25	348.83	108.39	1.13	0.34
หลังการฝึกนาทีที่ 0	2312.67	561.52	2400.67	344.03	2287.75	509.44	0.20	0.81
หลังการฝึกนาทีที่ 3	880.67	222.49	944.42	343.94	971.33	314.64	0.28	0.75
หลังการฝึกนาทีที่ 6	860.67	347.52	691.00	567.71	678.08	254.97	0.70	0.50
หลังการฝึกนาทีที่ 9	678.08	197.69	749.33	305.20	663.58	218.99	0.39	0.67
หลังการฝึกนาทีที่ 12	709.92	314.37	674.83	225.18	572.50	193.85	1.03	0.37
หลังการฝึกนาทีที่ 15	670.00	359.75	580.58	261.35	486.42	175.62	1.42	0.26

$p > .05$

จากตารางที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจน ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 พบว่า ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ (มิลลิลิตร/นาที) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3

ช่วงเวลา	โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก						*F statistic*	p
	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	301.08	103.54	251.92	78.89	286.17	73.37	1.14	0.33
หลังการฝึกนาทีที่ 0	2062.83	418.79	2121.25	319.55	2122.00	359.23	0.10	0.90
หลังการฝึกนาทีที่ 3	905.42	235.81	1001.58	291.58	1081.75	340.35	1.02	0.37
หลังการฝึกนาทีที่ 6	766.25	236.45	826.17	440.38	720.08	203.12	0.32	0.72
หลังการฝึกนาทีที่ 9	579.17	213.45	649.92	245.37	678.33	253.94	0.51	0.60
หลังการฝึกนาทีที่ 12	551.83	243.83	563.58	199.42	486.00	196.47	0.48	0.62
หลังการฝึกนาทีที่ 15	520.92	272.75	479.17	245.80	402.00	149.38	0.85	0.43

$p > .05$

จากตารางที่ 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 พบว่า ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศต่อนาที (ลิตร/นาที)และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3

ช่วงเวลา	โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก						*F statistic*	p
	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	10.50	3.45	8.85	2.62	10.50	3.09	1.20	0.31
หลังการฝึกนาทีที่ 0	66.00	13.58	67.00	10.15	69.75	17.23	0.21	0.80
หลังการฝึกนาทีที่ 3	32.58	8.76	34.67	10.49	41.75	18.29	1.76	0.19
หลังการฝึกนาทีที่ 6	27.83	7.87	28.58	11.74	28.58	7.51	0.02	0.97
หลังการฝึกนาทีที่ 9	20.42	6.45	23.50	8.35	25.42	8.00	1.38	0.27
หลังการฝึกนาทีที่ 12	19.75	7.89	20.33	6.24	19.33	7.52	0.06	0.93
หลังการฝึกนาทีที่ 15	18.17	8.56	17.75	8.06	16.75	4.49	0.12	0.88

$p > .05$

จากตารางที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศต่อนาที ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 พบว่า ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดสูง (เซนติเมตร)การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3

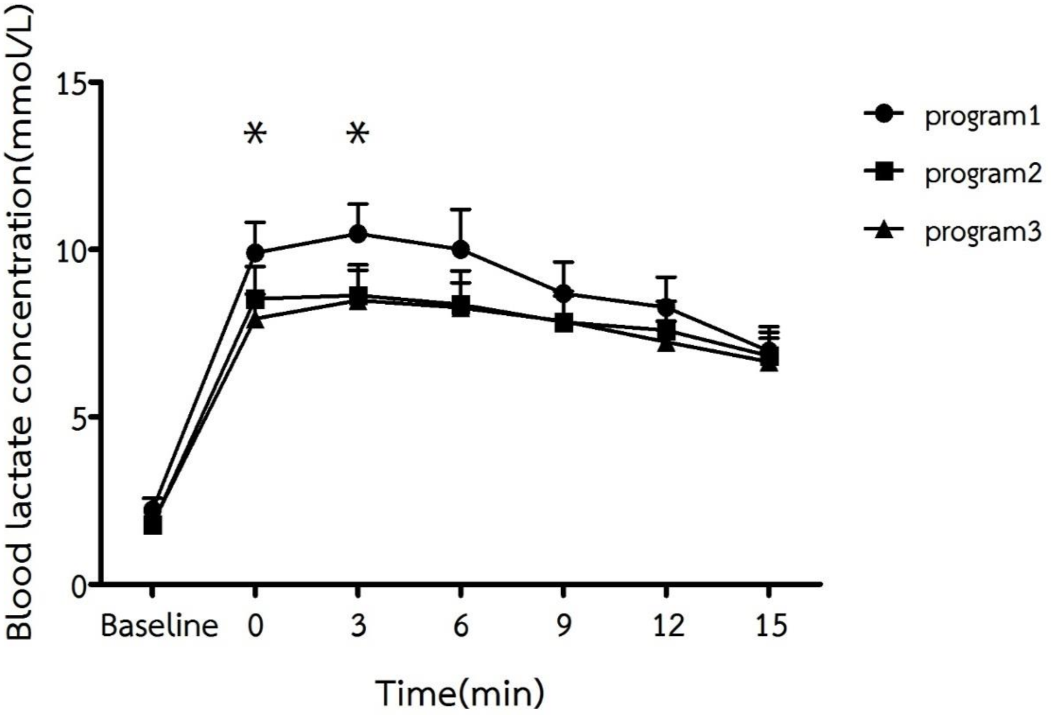
ช่วงเวลา	โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก						*F statistic*	p
	รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	50.92	4.38	49.67	6.76	48.00	4.37	1.22	0.31
หลังการฝึกนาทีที่ 0	49.33	5.74	49.57	4.54	48.83	5.79	0.04	0.95
หลังการฝึกนาทีที่ 3	49.67	5.95	49.08	5.03	49.25	6.21	0.04	0.95
หลังการฝึกนาทีที่ 6	50.58	5.64	50.42	5.24	49.58	4.92	0.18	0.83
หลังการฝึกนาทีที่ 9	50.83	5.45	51.25	5.34	51.00	5.22	0.02	0.97
หลังการฝึกนาทีที่ 12	50.58	5.56	49.92	5.60	49.50	5.14	0.15	0.85
หลังการฝึกนาทีที่ 15	52.00	5.06	49.33	4.94	50.49	4.69	1.38	0.27

$p > .05$

จากตารางที่ 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดสูง ก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 พบว่า ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1.3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด ความสามารถในการยืนกระโดดสูง อัตราการระบายอากาศต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์



*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (p < .05)

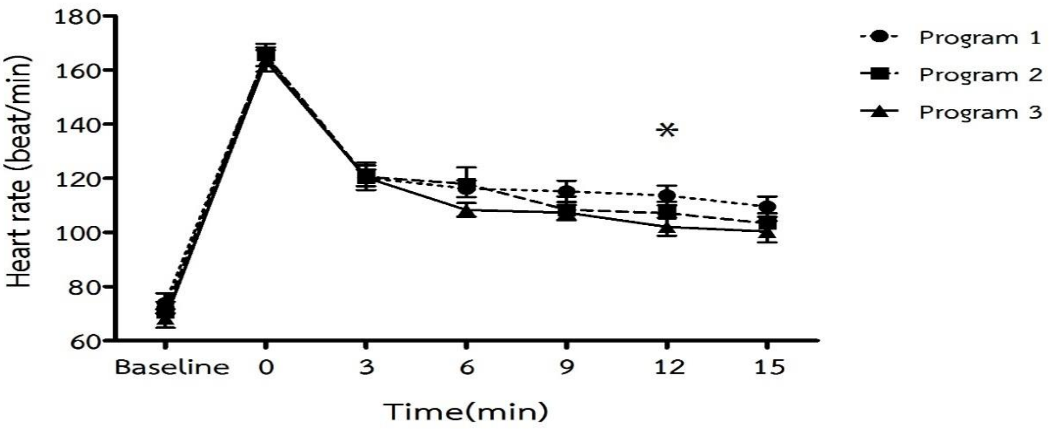
รูปที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12และ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 2 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

*หลังการฝึกนาทีที่ 0 โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

*หลังการฝึกนาทีที่ 0 โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

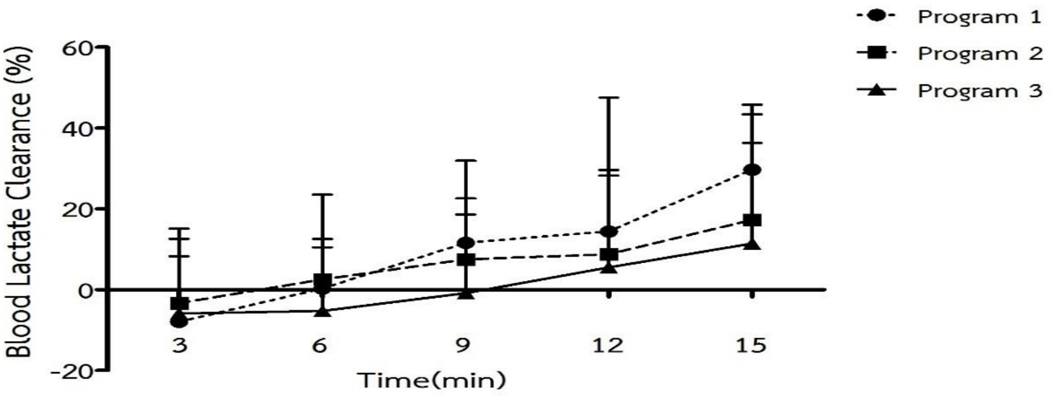
*หลังการฝึกนาทีที่ 3 โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

*หลังการฝึกนาทีที่ 3 โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

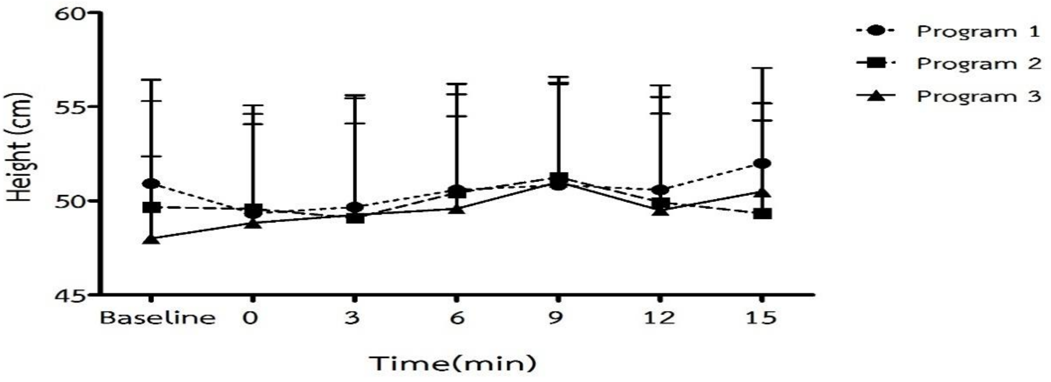


*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (p < .05)

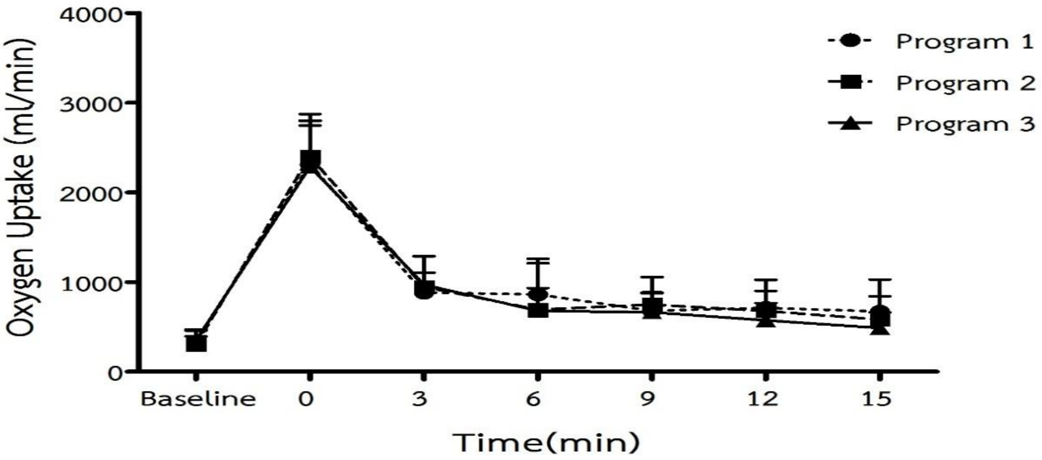
รูปที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 และ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 *หลังการฝึกนาทีที่ 12 โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



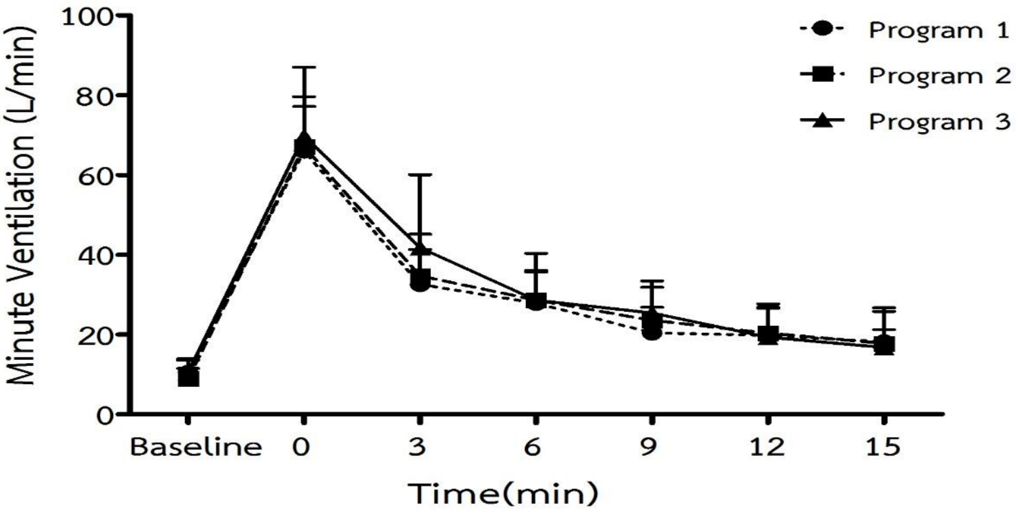
รูปที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือดระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12 และ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือดระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



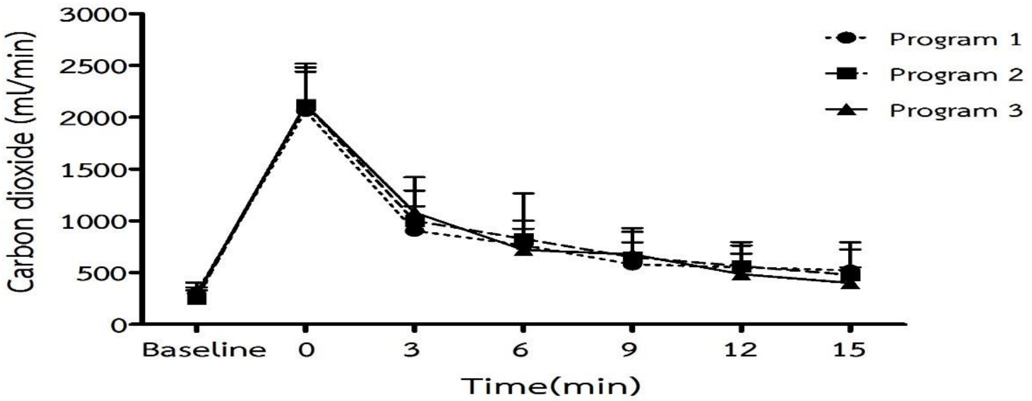
รูปที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดสูง ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12และ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดสูงระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



รูปที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจน ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12และ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



รูปที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศต่อนาที ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12และ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศต่อนาที ระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



รูปที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกนาทีที่ 0 3 6 9 12และ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำพบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการยืนกระโดดสูงระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2

ตอนที่ 2.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความความแตกต่างของของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม อัตราการสร้างแรงความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่ววว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด หลังการทดลองระหว่างกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติและกับกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมที่ทำการฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One way Multivariate analysis of variance: MANOVA) ซึ่งจะใช้ผลการทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) เป็นตัวแปรร่วม (Covariate) เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนนี้ไม่ให้มีผลต่อตัวแปรตามในการทดลอง ซึ่งตัวแปรตามในงานวิจัยครั้งนี้คือ ผลการทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

ตารางที่ 25 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการทดลอง

คุณลักษณะ	**กลุ่มทดลอง**		**กลุ่มควบคุม**	
	$\bar{x}$	**S.D.**	$\bar{x}$	**S.D.**
อายุ (ปี)	19.94	1.06	20.13	1.57
น้ำหนัก (กก)	66.94	7.71	67.44	5.51
ส่วนสูง (ซม.)	172.44	5.48	175.13	6.67
ดัชนีมวลกาย (กก/ม^2)	22.49	2.25	21.99	1.30
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ml/kg/min)	54.91	2.21	55.58	3.59
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (กก./กก.)	1.14	0.16	-	-

ตารางที่ 26 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One way MANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่มที่ 1ทดลอง (n=16)	กลุ่มที่ 2 ควบคุม (n=16)	*F Statistic*	*p*
	$\bar{x}$ (SE)	$\bar{x}$ (SE)		
ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม (วัตต์/กก.)	7.61(0.32)	7.71(0.27	0.008	0.92
พลังแบบอนากาศนิยม (วัตต์/กก.)	9.17(0.40)	9.51(0.32)	0.417	0.52
ดัชนีความเมื่อยล้า (วัตต์/วินาที)	6.03 (1.00)	6.91(0.75)	0.86	0.36
อัตราการสร้างแรง (นิวตัน/มิลลิวินาที)	3944.86(290.55)	4059.63(252.47)	0.089	0.76
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาถนัด (นิวตันเมตร/กก.)	3.12(0.42)	3.14(0.41)	2.11	0.15
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้องอขาถนัด (นิวตันเมตร/กก.)	1.45(0.25)	1.38(0.35)	0.38	0.54
ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	10.10(0.07)	10.00(0.14)	0.369	0.54
ความเร็ว 40 เมตร (วินาที)	5.58(0.05)	5.57(0.05)	0.006	0.94
ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (ร้อยละ)	6.50(2.90)	6.33(3.10)	0.037	0.84
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มล./นาที/กก.)	54.91(0.53)	55.57(0.89)	0.404	0.53

$p > .05$

จากตารางที่ 26 พบว่าก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยมพลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 27 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One way MANOVA) ของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่ววว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่มที่ 1 ทดลอง (n=16)	กลุ่มที่ 2 ควบคุม (n=16)	*F Statistic*	*p*
	$\bar{x}$ (SE)	$\bar{x}$ (SE)		
ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม(วัตต์/กก.)	8.61(0.29)	7.81(0.16)	5.839	0.02*
พลังแบบอนากาศนิยม (วัตต์/กก.)	10.07(0.43)	9.09(0.18)	4.421	0.04*
ดัชนีความเมื่อยล้า (วัตต์/วินาที)	5.05(0.63)	6.21(0.53)	4.05	0.04*
อัตราการสร้างแรง (นิวตัน/มิลลิวินาที)	4565.17(326.16)	4486.75(308.25)	0.031	0.86
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาถนัด (นิวตันเมตร/กก.)	3.32(0.43)	3.16(0.45)	0.76	0.38
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้องอขาถนัด (นิวตันเมตร/กก.)	1.63(0.22)	1.47(0.36)	2.09	0.15
ความคล่องแคล่ววว่องไว (วินาที)	10.15(0.05)	10.09(0.09)	0.264	0.61
ความเร็ว 40 เมตร (วินาที)	5.64(0.05)	5.58(0.06)	0.579	0.45
ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (ร้อยละ)	3.90(1.60)	6.00(3.30)	5.32	0.02*
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มล./นาที/กก.)	59.19(1.09)	58.27(1.45)	0.261	0.61
ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	11.98(0.82)	12.68(0.59)	0.474	0.49

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p < .05$)

จากตารางที่ 27 พบว่าหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ตอนที่ 2.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ภายในกลุ่มของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 โดยการทดสอบค่า ที (paired t-test)

ตารางที่ 28 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ภายในกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ) (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	*t statistic*	p
ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม (วัตต์/กก.)	7.68	1.29	8.61	1.15	-2.65	0.01**
พลังแบบอนากาศนิยม (วัตต์/กก.)	9.17	1.63	10.07	1.73	-2.14	0.04*
ดัชนีความเมื่อยล้า (วัตต์/วินาที)	5.05	2.54	6.03	4.00	-2.93	0.01**
อัตราการสร้างแรง (นิวตัน/มิลลิวินาที)	3944.86	1162.21	4565.17	1304.63	-2.96	0.01**
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาถนัด (นิวตันเมตร/กก.)	3.12	0.42	3.32	0.4	-2.12	0.05*
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้องอขาถนัด (นิวตันเมตร/กก.)	1.45	0.25	1.63	0.22	-3.75	0.01**
ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	10.10	0.07	10.00	0.14	-0.55	0.58
ความเร็ว 40 เมตร(วินาที)	5.58	0.22	5.64	0.21	-1.38	0.18
ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำ ระยะทางเดิม (ร้อยละ)	6.50	2.90	3.90	1.60	3.48	0.01**
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มล./นาที/กก.)	54.91	2.12	59.19	4.35	-4.00	0.01**
ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	14.09	3.44	11.98	3.26	-3.50	0.01**

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายในกลุ่ม ($p < .05$) **แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายในกลุ่ม ($p < .01$) จากตารางที่ 28 พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ภายในกลุ่มทดลอง หลังการทดลองมีค่าดีกว่า ก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 29 แสดงการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ภายในกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (ฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ) (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	t statistic	p
ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม (วัตต์/กก.)	7.71	1.10	7.81	0.66	-0.51	0.64
พลังแบบอนากาศนิยม (วัตต์/กก.)	9.51	1.31	9.09	0.70	1.44	0.16
ดัชนีความเมื่อยล้า (วัตต์/วินาที)	6.91	3.01	6.21	2.10	1.72	0.11
อัตราการสร้างแรง (นิวตัน/มิลลิวินาที)	4059.63	1009.91	4486.72	1232.9	-1.31	0.20
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาถนัด (นิวตันเมตร/กก.)	3.14	0.41	3.16	0.45	-1.51	0.75
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้องอขาถนัด (นิวตันเมตร/กก.)	1.38	0.35	1.47	0.36	-1.43	0.17
ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	10.01	0.60	10.09	0.36	-0.54	0.59
ความเร็ว 40 เมตร(วินาที)	5.57	0.20	5.58	0.22	-0.21	0.83
ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (ร้อยละ)	6.30	3.10	6.00	3.30	0.42	0.68
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มล./นาที/กก.)	55.58	3.59	58.27	5.79	-2.59	0.02*
ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	12.98	2.26	12.68	2.37	-0.35	0.53

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายในกลุ่ม ($p < .05$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 29 พบว่า อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายในกลุ่มควบคุม หลังการทดลองมีค่ามากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับ โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม (วัตต์/กิโลกรัม)	7.68 ±1.29	8.61 ± 1.15	-2.65	.01*

*p<.01

จากตารางที่ 30 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยพลังอนากาศนิยม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
พลังอนากาศนิยม (วัตต์/กิโลกรัม)	9.17 ±1.63	10.07±1.73	-2.14	.04*

*p<.05

จากตารางที่ 31 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยดัชนีความเมื่อยล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับ โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x} \pm$ S.D.	$\bar{x} \pm$ S.D.		
ดัชนีความเมื่อยล้า (วัตต์/วินาที)	6.03±4.00	5.05±2.54	-2.93	.01*

p<.01*

จากตารางที่ 32 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของดัชนีความเมื่อยล้า ต่ำกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างแรง ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x} \pm$ S.D.	$\bar{x} \pm$ S.D.		
อัตราการสร้างแรง (นิวตัน/มิลลิวินาที)	3944.86±1162.21	4565.17±1304.63	-2.96	.01*

p<.01*

จากตารางที่ 33 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของอัตราการสร้างแรง มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างถนัด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างถนัด (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	3.12±0.42	3.32±0.43	-2.12	.05*

p<.05*

จากตารางที่ 34 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างถนัด มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอขาข้างถนัด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก + โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้องอขาข้างถนัด (นิวตันเมตร/กิโลกรัม)	1.45±0.25	1.63±0.22	-3.75	.01*

p<.01*

จากตารางที่ 35 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้องอขาข้างถนัด มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 36 ค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับ โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	10.10±0.07	10.00±0.14	-.554	.58

p>.05

จากตารางที่ 36 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไวไม่แตกต่างกับก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 37 ค่าเฉลี่ยความเร็วระยะ 40 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความเร็ว 40 เมตร (วินาที)	5.58±0.22	5.64±0.21	-1.38	.18

p>.05

จากตารางที่ 37 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของความเร็ว 40 เมตร ไม่แตกต่างกับก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 38 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (ร้อยละ)	6.50±2.90	3.90±1.60	3.48	.01*

p<.01*

จากตารางที่ 38 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของ ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ลดลงดีกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 39 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มล./กก./นาที)	54.91±2.12	59.19±4.35	-4.00	.01*

p<.01*

จากตารางที่ 39 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 40 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลกเตทในเลือด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความเข้มข้นของแลกเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	14.09±3.44	11.98±3.26	-3.50	0.01*

p<.01*

จากตารางที่ 40 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลกเตทในเลือดลดลงดีกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 41 ค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม (วัตต์/กก.)	7.72 ±1.10	7.81 ± 0.66	-0.51	0.614

p>.05

จากตารางที่ 41 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติมีค่าเฉลี่ยของความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยมไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 42 ค่าเฉลี่ยพลังอนากาศนิยม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 ฝึกโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
พลังอนากาศนิยม (วัตต์/กก.)	9.51 ±1.31	9.09±0.70	1.44	0.16

p>.05

จากตารางที่ 42 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติมีค่าเฉลี่ยของความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยมไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 43 ค่าเฉลี่ยดัชนีความเมื่อยล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ดัชนีความเมื่อยล้า (วัตต์/วินาที)	6.91±3.01	6.21±2.10	1.72	0.11

p>.05

จากตารางที่ 43 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติมีค่าเฉลี่ยของดัชนีความเมื่อยล้าไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 44 ค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างแรง ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
อัตราการสร้างแรง (นิวตัน/มิลลิวินาที)	4059.63±1009.91	4486.75±1232.99	-1.31	0.20

p>.05

จากตารางที่ 44 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติมีค่าเฉลี่ยของอัตราการสร้างแรงไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 45 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างถนัด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างถนัด (นิวตัน.เมตร/ กก.)	3.14±0.41	3.16±0.45	-1.51	0.75

p>.05

จากตารางที่ 45 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองแบะหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างถนัดไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 46 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอขาข้างถนัด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้องอขาข้างถนัด (นิวตัน.เมตร/กก.)	1.38±0.35	1.47±0.36	-1.43	0.17

p>.05

จากตารางที่ 46 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้องอขาข้างถนัดไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 47 ค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	10.01±0.60	10.09±0.36	-0.54	0.59

p>.05

จากตารางที่ 47 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 48 ค่าเฉลี่ยความเร็ว 40 เมตร ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	p
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความเร็ว 40 เมตร (วินาที)	5.57±0.20	5.58±0.22	-0.21	0.83

p>.05

จากตารางที่ 48 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติมีค่าเฉลี่ยของความเร็ว 40 เมตร ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 49 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	p
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม(ร้อยละ)	6.30±3.10	6.00±3.30	0.42	0.68

p>.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 49 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิมไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 50 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มล./กก./นาที)	55.58±3.59	58.27±5.79	-2.59	0.02*

p<.05*

จากตารางที่ 50 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 51 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มที่ 2 โปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ (n=16)

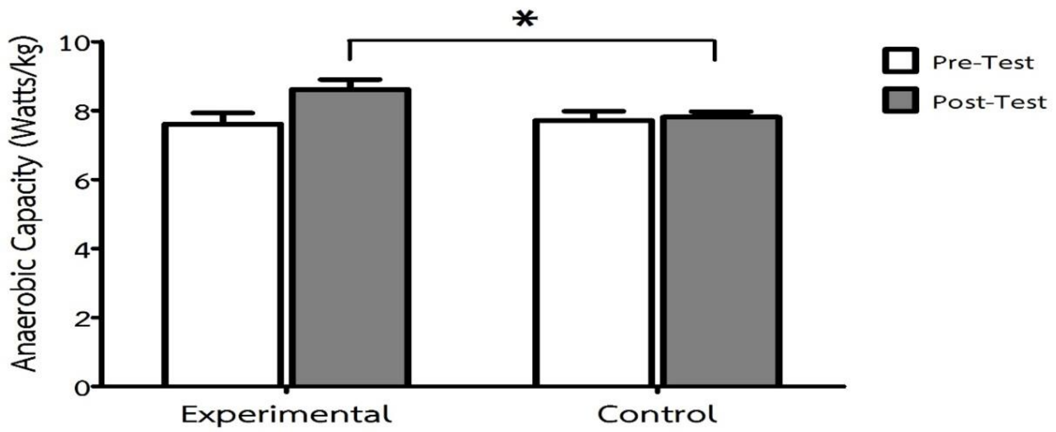
ตัวแปร	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	t	*p*
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	12.98±2.26	12.68±2.37	-0.35	0.53

p>.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

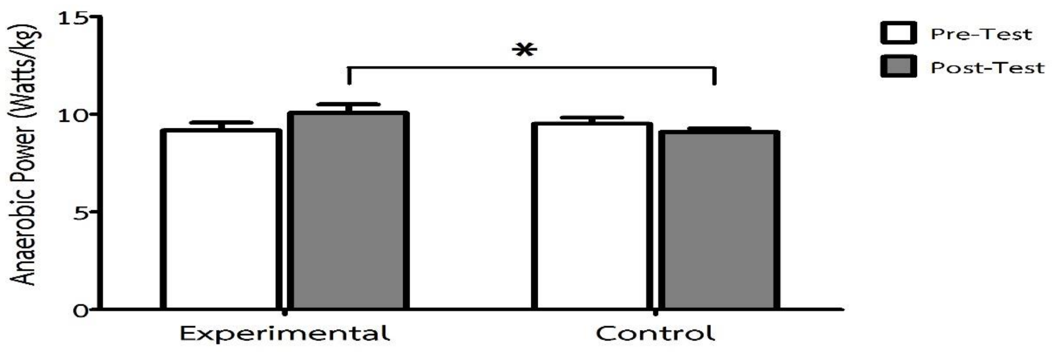
จากตารางที่ 51 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติมีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2.3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด



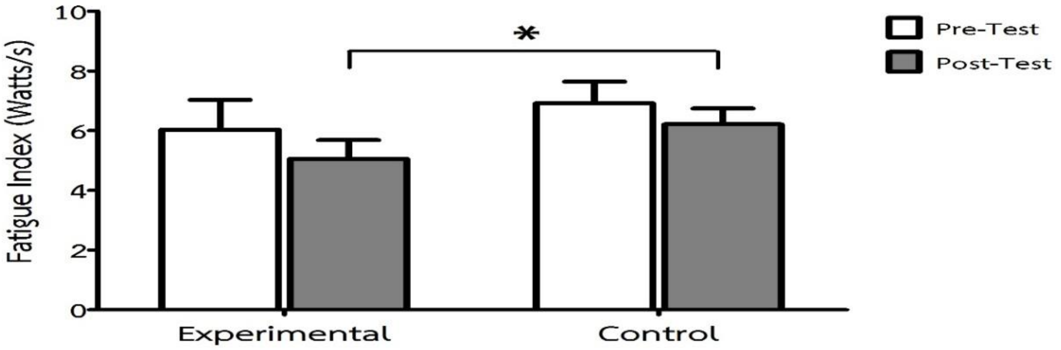
*แตกต่างอย่งมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p < .05$)

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่ 1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



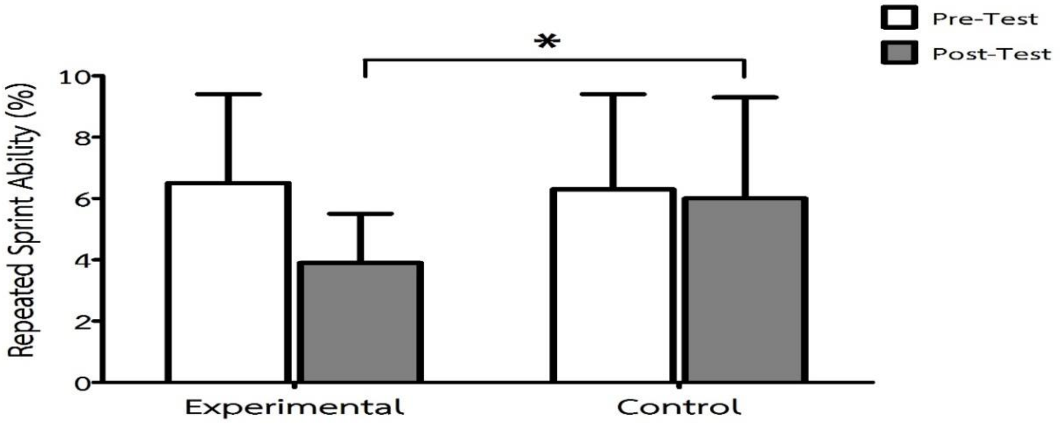
*แตกต่างอย่งมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ($p < .05$)

แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยพลังแบบอนากาศนิยม ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่ 1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยพลังแบบอนากาศนิยมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



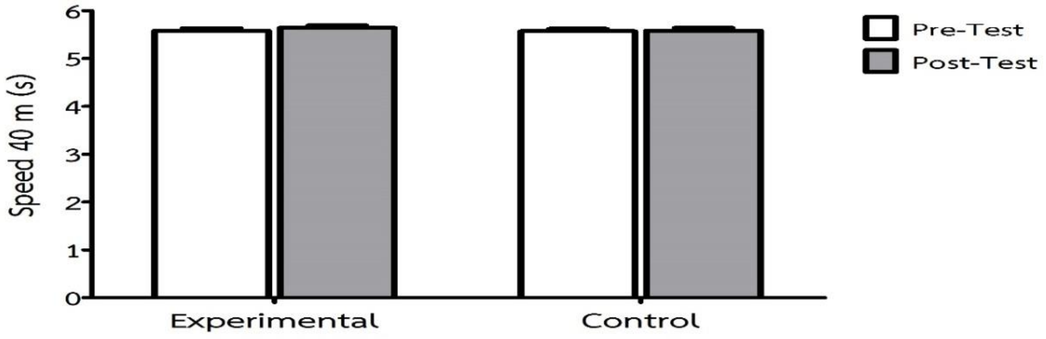
*แตกต่างอย่งมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (p < .05)

แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีความเมื่อยล้าระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยดัชนีความเมื่อยล้าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

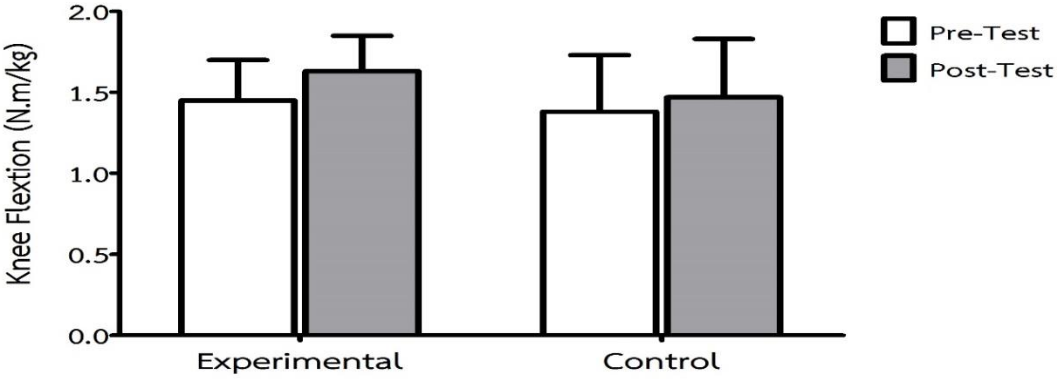


*แตกต่างอย่งมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม (p < .05)

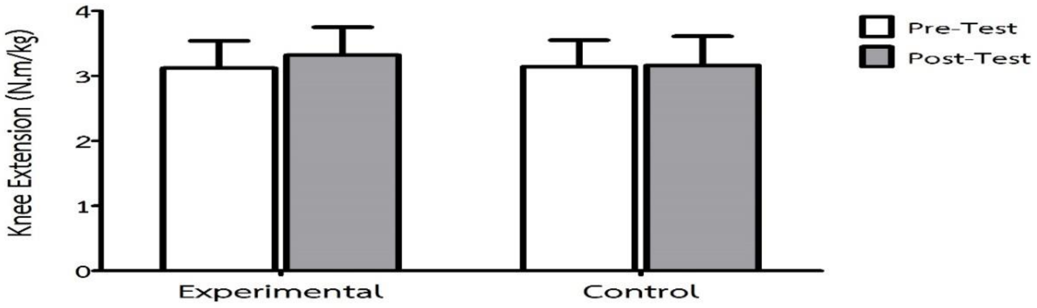
แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิมระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่ 1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิมดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



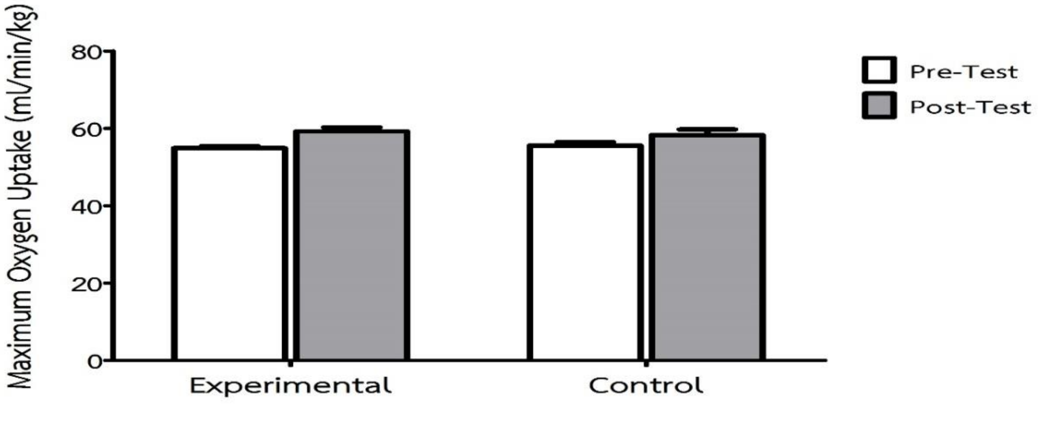
แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความเร็ว 40 เมตร ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความเร็ว 40 เมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



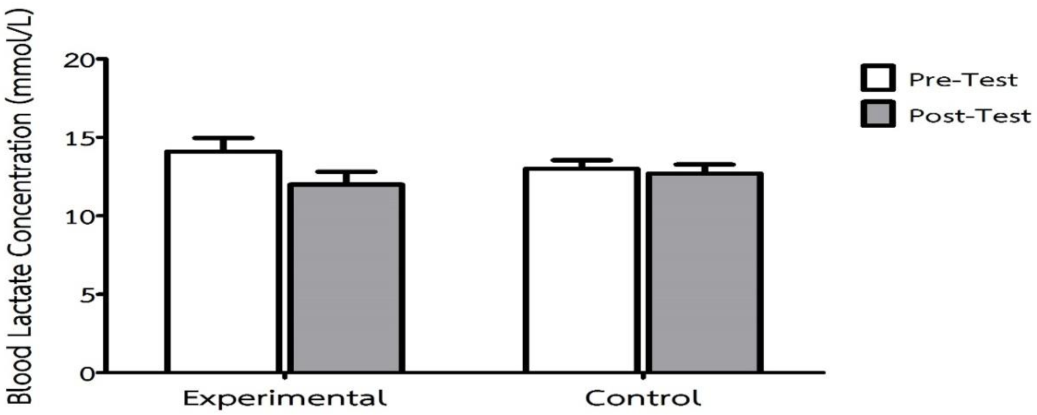
แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้องอขาถนัดระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้องอขาถนัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



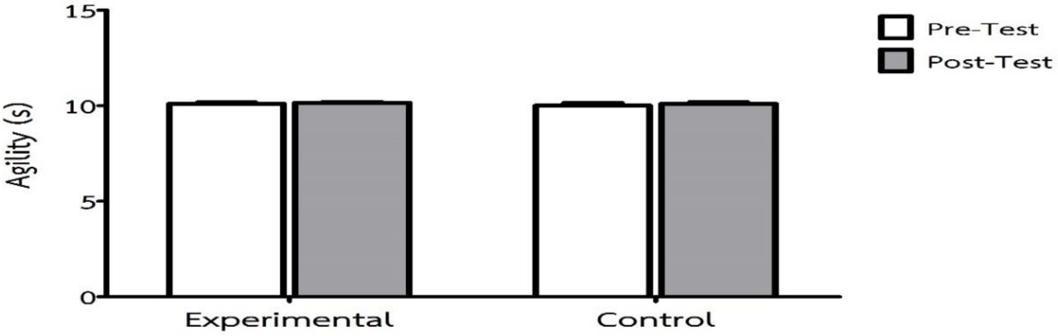
แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดขาถนัดระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดขาถนัด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



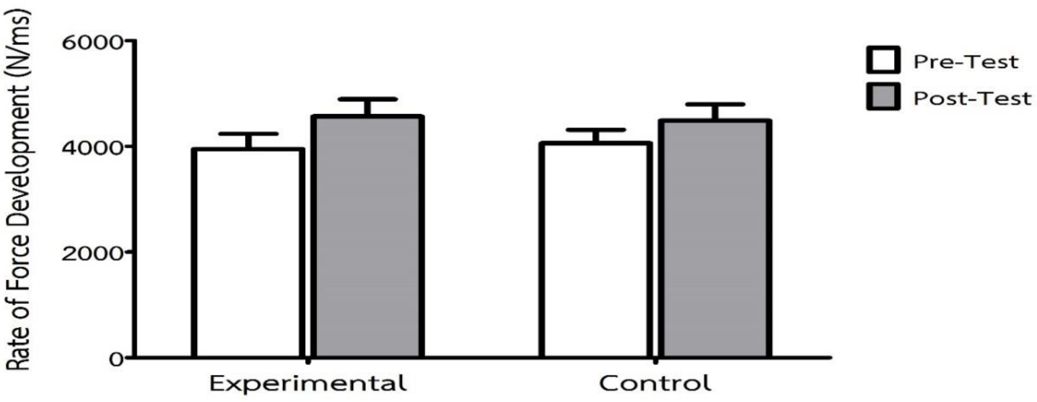
แผนภูมิที่ 8 แสดงผลค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยความแคล่วคล่องว่องไว ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความแคล่วคล่องว่องไว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างแรง ระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่1) กับกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 2) พบว่า หลังการฝึกกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างแรง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักสำหรับนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 ศึกษาถึงรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยใช้โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก 3 รูปแบบ และในขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและสมรรถภาพที่เจาะจงของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย โดยใช้ตัวแปรอิสระจากการทดลองในขั้นตอนแรกมาประกอบการทดลอง เนื่องจากเป็นโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักที่ตอบสนองทางสรีรวิทยาได้ดีกว่าโปรแกรมอื่น

สรุปผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1

การวิจัยในขั้นตอนที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัยที่จะทำให้เกิดการตอบสนองทางระบบพลังงานแบบอนากาศนิยมและเมตาบอลิซึ่มของนักกีฬาฟุตบอลมากที่สุด ในนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย ระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งมีเกณฑ์อายุตั้งแต่ 18-22ปี ของมหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้จากการเลือกเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 12 คน ที่ได้มีการแข่งขันและฝึกซ้อมมาอย่างน้อย 1 ปี โดยนักกีฬาทั้ง 12 คน จะถูกสุ่มตัวอย่างและได้รับการทดสอบของรูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 รูปแบบ ในแต่ละสัปดาห์ จำนวนทั้งหมด 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งนักกีฬาจะมาทำการทดสอบตามโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก 1 ครั้งเพื่อเก็บข้อมูลตัวแปรต่างๆ ประกอบด้วย ความเข้มข้นของแลกเตทในเลือด อัตราการกำจัดแลกเตทในเลือด ความสามารถในการยืนกระโดดสูง การระบายอากาศต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนและความสามารถในการระบายคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที หลังการฝึกนาทีที่ 3 6 9 12 และ 15

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยตัวแปรต่างๆ ของรูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพัก ทั้ง 3 รูปแบบ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measure) ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการ Tukey’s

ในขณะที่ทดสอบด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก ผลการวิจัยพบว่าค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

1. หลังการฝึกทันที (นาทีที่ 0) โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด มากกว่าโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. หลังการฝึกนาทีที่ 3 โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด มากกว่าโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. หลังการฝึกนาทีที่ 6 9 12 และ 15 พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัตราการเต้นของหัวใจ

1. หลังการฝึกทันที (นาทีที่ 0) หลังการฝึกนาทีที่ 3 6 9 และ 15 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. หลังการฝึกนาทีที่ 12 พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 มีค่ามากกว่าโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการระบายอากาศต่อหนึ่งนาที และความสามารถในการยืนกระโดดสูง

1. หลังการฝึกทัน หลังการฝึกนาทีที 3 6 9 12 และ 15 พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการระบายอากาศต่อหนึ่งนาที และความสามารถในการยืนกระโดดสูงระหว่างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1,2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Chulalongkorn University

อภิปรายผลการวิจัยขั้นตอนที่ 1

จุดประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการที่จะศึกษาถึงผลฉับพลันในการทดสอบขณะทำการฝึกด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 โปรแกรม ที่จะทำให้เกิดการตอบสนองทางระบบพลังงานแบบอนากาศนิยมและเมตาบอลิซึ่มของนักกีฬาฟุตบอลให้ได้มากที่สุดประกอบด้วย ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการระบายอากาศต่อนาที และความสามารถในการยืนกระโดดสูง เนื่องจากได้มีงานวิจัยบางส่วนที่รายงานว่า อัตราการเต้นของหัวใจและความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด จะเป็นสิ่งที่บอกถึงการตอบสนองทางสรีรวิทยาของนักกีฬาฟุตบอลขณะฝึกด้วยความหนักที่หลากหลายรูปแบบ (Eniseler, N.,2005) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ตั้งสมมติฐานว่าการใช้รูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 รูปแบบจะทำให้เกิดการตอบสนองทางสรีรวิทยา อันประกอบไปด้วย ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด การกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ การระบายอากาศต่อหนึ่งนาที และความสามารถในการยืนกระโดดสูงแตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย เมื่อทดสอบด้วยโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 โปรแกรม

1.ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด จากผลการวิจัย ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดหลังหยุดออกกำลังกายทันที และนาทีที่ 3 พบว่า โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 (ยกน้ำหนักท่า คลีนพูลล์ ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยกระโดดสูง ติดต่อกัน จำนวน 6 ครั้งพัก 30 วินาทีตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว 180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร พักระหว่างชุด 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 ชุด) สามารถที่จะตอบสนองในการกระตุ้นอัตราการสร้างแลคเตทในเลือดได้มากกว่าโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ดีผลการวิจัยบางส่วนก็ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้เนื่องจาก ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของค่าเฉลี่ยอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการระบายอากาศต่อหนึ่งนาที และความสามารถในการยืนกระโดดสูง ซึ่งผลที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงพักนั้นจะมีลักษณะการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยเฉพาะระบบพลังงานชนิด Anaerobic glycolysis system โดยจะเห็นได้จากมีอัตราการสร้างของแลคเตทในเลือดที่ถูกกระตุ้นให้มีปริมาณที่สูงขึ้นมากกว่าอัตราการ

กำจัดแลคเตทในเลือด อย่างไรก็ดี เมื่อทำการพักผ่านนาทีที่ 6 จนถึง นาทีที่ 15 จะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดมีอัตราค่อยๆลดลงอย่างเห็นได้ชัดทั้ง 3 รูปแบบ แสดงว่าอัตราการสร้างแลคเตทในเลือดมีค่าน้อยกว่าอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือดโดย ตับ ไตและหัวใจที่ต้องอาศัยการทำงานของระบบพลังงานแบบแอโรบิคที่ดี ในการขนส่งแลคเตทไปกำจัด สอดคล้องกับงานวิจัยของแบงส์โบ (Bangsbo,1996) รายงานว่า ในการศึกษาจากการแข่งขันฟุตบอลอาชีพนั้นร่างกายนักกีฬาฟุตบอลมีความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดในปริมาณที่สูงใกล้เคียง 12 มิลลิโมลต่อลิตร รวมทั้ง ครัสทูพ และคณะ (Krustrup, P., et al. 2006) รายงานว่า ระดับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของนักฟุตบอลระดับดิวิชั่น 4 ของเดนมาร์ก มีค่าเฉลี่ยที่ 15.9 ละ 16.9 มิลลิโมล/ลิตร หลังจบการแข่งขันในครึ่งแรกและครึ่งหลังตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่า ระดับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดของโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 หลังการฝึกทันทีและหลังการฝึกนาทีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยที่ 9.90±3.16 และ 10.47± 3.08 มิลลิโมล/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าที่สูงกว่า โปรแกรมที่ 2 และ 3 รวมทั้งมีความใกล้เคียงกับค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดในสถานการณ์การแข่งขันฟุตบอลจริง

จะเห็นได้ว่า รูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักโปรแกรมที่ 1 นั้น สามารถที่จะกระตุ้นหรือมีความหนักที่มากเพียงพอต่อการสร้างปริมาณแลคเตทในเลือด ซึ่งถ้าร่างกายสามารถที่จะมีความทนทานต่อปริมาณของแลคเตทจำนวนที่มากได้ในระยะเวลานานก็ยิ่งจะเป็นผลดีต่อการปรับสภาพร่างกายและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันฟุตบอลที่ใช้เวลาแข่งขันทั้งหมด 90 นาที อย่างไรก็ดี จะเห็นว่า ลักษณะการฝึกหนักสลับช่วงพักของโปรแกรมที่ 1 มีการใช้พลังงานในการเคลื่อนไหวที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์การเคลื่อนไหวในการแข่งขันฟุตบอลมากเลยทีเดียวโดยเป็นเคลื่อนไหวโดยใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพื่อการกระโดด วิ่งเร็วสุดช่วงสั้นๆ เป็นต้น สิ่งเหล่าล้วนเป็นการเพิ่มการกระตุ้นการเกิดแลคเตทในเลือด อันเนื่องมาจากการสันดาปเชื้อเพลิงผ่านระบบพลังแบบไม่ใช้ออกซิเจนทั้งในรูปแบบ เอทีพี และไกลโคไลซีส สอดคล้องกับ บรู๊ค และคณะ(Brooks et al.,2000) พบว่า ระดับความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดที่เพิ่มสูงขึ้นจากการฝึกยกน้ำหนักที่ผสมผสานกับการเคลื่อนไหวนั้นเนื่องมาจากผลของการระดมพลังประสาทเพื่อกระตุ้นให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วทำงานให้เต็มที่อย่างรวดเร็วโดยผลที่ได้นอกจากการมีพลังกล้ามเนื้อมหาศาลแต่ก็มีปริมาณของแลคเตทออกมามากด้วยเช่นกัน ดังนั้นจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นสิ่งที่ดีในการที่จะนำโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 นี้มาพัฒนาเสริมสร้างให้ร่างกายนักกีฬาฟุตบอลมีพลังความแข็งแรงและมีความทนทานต่อการสะสมปริมาณแลคเตทในเลือดและในกล้ามเนื้อซึ่งเป็นอีกหนึ่งตัวแปรสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการแข่งขันฟุตบอล

2.อัตราการเต้นของหัวใจ การตอบสนองอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักสภาพร่างกายจะเห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจเป็นสิ่งบ่งบอกหน้าที่การทำงานของหัวใจรวมทั้งเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกกีฬาได้ จากาการวิจัยครั้งนี้จะเห็นว่า การตอบสนองต่ออัตราการเต้นของหัวใจทันทีทันใดหลังการฝึกนั้น พบว่า โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1 2 และ 3 มีอัตราการเต้นของหัวใจเป็นดังนี้คือ 164.92±12.02, 165.58±14.32 และ 163.42±13.78 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ ซึ่งจากผลการตอบสนองต่ออัตราการเต้นของหัวใจนั้น เป็นสิ่งที่ยืนยันว่าการจะสร้างโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักจะต้องคำนึงถึงการทำงานที่หนักมากของร่างกายโดยที่ผ่านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน อย่างไรก็ดีจะเห็นว่า เมื่อทำการพักไปได้ 6-9 นาที จะเห็นว่าอัตราการเต้นของหัวใจ ของโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 2 และ 3 ลดลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่รูปแบบที่ 1 ยังคงสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจาก รูปแบบที่ 2 นั้นมีปริมาณการยกที่น้อยกว่ารูปแบบที่ 1 และถึงแม้ว่ารูปแบบที่ 3 ถึงจะมีปริมาณการยกที่เท่ากันแต่มีเวลาในการพักระหว่างการฝึกที่นานกว่ารูปแบบที่ 1 จึงเป็นอีกเหตุผลที่ทำให้เกิดการสะสมของแลคเตทในเลือดน้อยกว่าและมีความเมื่อยล้าน้อยกว่ารูปแบบที่ 1 ทำให้ร่างกายกลับสู่ภาวะปกติได้เร็วกว่านั่นเอง แต่อย่างไรก็ดี ในการฝึกนักกีฬาฟุตบอลนั้น ผู้ฝึกสอนมีความต้องการให้นักกีฬามีความทนทานต่อความเมื่อยล้าและทนต่อภาวะการสะสมกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้นในร่างกายให้ได้นานที่สุดเพื่อจะเป็นการสร้างความเคยชินให้กับนักกีฬาฟุตบอลอันที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพและขีดความสามารถของนักกีฬาขณะทำการแข่งขัน และเมื่อพิจารณาเวลาในการพักนาทีที่ 12 พบว่า รูปแบบที่ 1มีอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงกว่า รูปแบบที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากในการพักนั้นเป็นการนั่งพักที่คล้ายๆ กับสถานการณ์จริงของการพักครึ่งเวลาของการแข่งขันฟุตบอลที่เป็นไปตามธรรมชาติไม่มีวิธีการใดๆ ในการฟื้นสภาพร่างกาย มีเพียงแต่อาศัยกลไกการทำงานของระบบหัวใจไหลเวียนเลือดเพียงอย่างเดียวในการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงานหนักโดยเฉพาะแลคเตทในเลือด ซึ่งการที่นักกีฬามีระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนที่ดีก็ยิ่งจะส่งผลให้การฟื้นสภาพร่างกายได้เร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงทำให้รูปแบบที่ 1 มีอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงกว่า ทุกรูปแบบการฝึก

3.อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือด หลังการฝึก 15 นาที นั้นพบว่าโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก ทั้ง 3 รูปแบบ มีอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือดดีขึ้นอย่างเป็นลำดับจึงไม่พบความแตกต่างกัน อย่างไรก็ดี เมื่อทำการพักมาถึงนาทีที่ 9 12 และ 15 พบว่า โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 1 มีอัตราการกำจัดแลคเตทในเลือดสูงกว่ารูปแบบที่ 2 และ 3 อย่างชัดเจน ทั้งที่รูปแบบที่ 1 มีการทำงานที่หนักกว่าและมีการสะสมของแลคเตทในเลือดที่สูงกว่า แต่ปรากฏว่า เมื่อทำการพักมาได้ระยะเวลาผ่านไป 9 ถึง 15 นาทีซึ่งในการพักนั้นไม่มีวิธีการใดๆมาช่วยในการพักฟื้นสภาพร่างกาย มีเพียงแต่การนั่งพักให้หายเหนื่อยเท่านั้น จึง

เป็นเพียงการทำงานของหัวใจที่บีบเลือดออกมาเลี้ยงร่างกาย จึงน่าจะมีผลมาจากรูปแบบที่ 1 มีอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงกว่าสามารถที่จะบีบเลือดไปใช้ในการทำงานร่วมกับระบบไหลเวียนเลือดเพื่อช่วยในการขนส่งแลคเตทในเลือดไปทำลายให้เป็นไปด้วยดี จึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่จะทำให้ร่างกายนักฟุตบอลหายเหนื่อยได้เร็วและกลับลงไปแข่งขันในช่วงเวลาหลังได้ดีที่จะเป็นไปได้ต่อการประสบความสำเร็จในการแข่งขัน ซึ่งในการแข่งขันฟุตบอลนั้น มีเวลาในการพักครึ่งเวลาการแข่งขันที่ 15 นาที จึงเป็นไปได้ที่น่าจะนำโปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักไปใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพและศักยภาพนักกีฬาฟุตบอลได้อีกเส้นทางหนึ่ง สอดคล้องกับ จูเอล และคณะ (Juel C. et al .2004) รายงานว่า ผลของการฝึกหนักสลับช่วงพัก ที่ทำให้เกิดการสร้างแลคเตทในเลือดและไฮโดรเจน อิออนขึ้นได้สูงมากขณะออกกำลังกายนั้น จะถูกสลายหรือกำจัดไปได้ด้วยดีโดยอาศัยการทำงานของระบบไหลเวียนเลือดและการกระจายเลือดไปทั่วร่างกายที่เพิ่มขึ้น ฟิลิปส์ และคณะ (Phillips SM., et al. 1995) รายงานว่า เมื่อทำการฝึกหนักผ่านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน พบว่า การออกกำลังกายเบาๆหลังการฝึกหนักนั้นสามารถทำให้อัตราการกำจัดแลคเตทในเลือดดีขึ้นด้วยซึ่งเป็นการลดลงของการระดมการสร้างไกลโคไลซิสตอนแรกของการออกกำลังกาย

4.อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการระบายอากาศต่อหนึ่งนาที จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 รูปแบบมีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการระบายอากาศต่อหนึ่งนาทีไม่แตกต่างกันทุกช่วงเวลาของการพักตลอด 15 นาที ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการฝึกหนักสลับช่วงพักนั้น จะเป็นการฝึกที่ต้องอาศัยระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นสำคัญ จึงทำให้ไม่ได้ตอบสนองต่อค่าอัตราการใช้ออกซิเจน อัตราการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการระบายอากาศต่อหนึ่งนาทีที่เป็นองค์ประกอบของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนสอดคล้องกับเทอร์เนอร์ และคณะ (Turner AM. Et al., 2003) พบว่า เมื่อทำการฝึกด้วยพลัยโอเมตริก 6 สัปดาห์สามารถที่จะเพิ่มการประหยัดพลังงานในการวิ่งได้แต่ไม่ได้ทำให้อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเปลี่ยนแปลงไป

5.ความสามารถในการยืนกระโดดสูง จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า โปรแกรมการฝึกหนักสลับช่วงพักทั้ง 3 รูปแบบมีความสามารถในการยืนกระโดดสูงที่ไม่แตกต่างทุกช่วงเวลาของการพักตลอด 15 นาที แสดงให้เห็นว่า เวลาในการพักทุกๆ 3 นาที ไม่ได้ส่งผลต่อความสามารถในการยืนกระโดดสูง สอดคล้องกับ เทอร์เนอร์ และคณะ (Turner AM. Et al., 2003) พบว่า เมื่อทำการฝึกด้วยพลัยโอเมตริก 6 สัปดาห์ไม่ได้ทำให้ความสูงในการยืนกระโดดสูงเพิ่มขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2

การวิจัยในขั้นตอนที่สองเป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของการฝึกแบบหนักสลับช่วงพัก 6 สัปดาห์ ในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย แล้วทำให้เกิดการตอบสนองระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้ดีที่สุดอันประกอบไปด้วยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาที่ถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ซึ่งได้ผลมาจากการทดลองในขั้นตอนที่1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชาย ระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งมีเกณฑ์อายุตั้งแต่ 18-22 ปี ของมหาวิทยาลัยมหิดล โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 32 คน ที่ได้มีการแข่งขันและฝึกซ้อมมาอย่างน้อย 1 ปี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 16 คน ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการจับสลากเข้ากลุ่มให้เท่าๆกัน โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองทำการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติ และกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ ในส่วนของการทดสอบนั้นได้มีการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง คือ ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง โดยค่าต่างๆ ที่ทำการเก็บรวบรวมประกอบด้วย ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาที่ถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว(One way Multivariate analysis of variance : MANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาที่ถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนและหลังการฝึก ภายในกลุ่มโดยการทดสอบค่า “ที”(paired t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1.หลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ยความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิมและดัชนีความเมื่อยล้า ดีกว่ากลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.หลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ และกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าเฉลี่ย อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาที่ถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาที่ถนัด ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด หลังการทดลองดีกว่า ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่า เฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไวและ ความเร็ว 40 เมตร ก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.กลุ่มที่ 2 ฝึกโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า อัตราการสร้างแรง ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาที่ถนัด ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว 40 เมตร ความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม และความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด ก่อนการทดลองและหลังการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.กลุ่มที่ 2 ฝึกโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่า อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง สูงกว่า ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัยขั้นตอนที่ 2

1.ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า และความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (Anaerobic Capacity , Anaerobic Power , Fatigue Index and Repeated Sprint Ability) วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ต้องการที่จะเปรียบเทียบผลของการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ และการฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติเพียงอย่างเดียว ที่มีต่อความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า และความสามารถในการวิ่งซ้ำระยะทางเดิม ซึ่งเป็นการทำงานผ่านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน นั้น และจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า หลังการทดลอง กลุ่มที่ 1(ทดลอง) ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ สามารถพัฒนาความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า และความสามารถในการวิ่งซ้ำระยะทางเดิมได้ดีกว่ากลุ่มที่ 2 (ควบคุม) ฝึกด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 27) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มที่ 1 มีความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า และความสามารถในการวิ่งซ้ำระยะทางเดิม หลังการทดลองครบ 6 สัปดาห์ ดีกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05(ตารงที่ 28) อีกด้วย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในขณะที่กลุ่มที่ 2 (ควบคุม) ฝึกโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างก่อนและหลังการทดลอง เหตุผลหลังการทดลองกลุ่มที่ 1 สามารถพัฒนาความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยม พลังแบบอนากาศนิยม ดัชนีความเมื่อยล้า และความสามารถในการวิ่งซ้ำระยะทางเดิม ได้ดีกว่ากลุ่มที่ 2 อาจจะเป็นไปได้ว่า เนื่องจากการฝึกหนักสลับช่วงพักนั้นเป็นรูปแบบการฝึกที่เกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยาในการที่จะช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาในลักษณะที่เป็นการผสมผสานเชื่อมโยงกันจากการกระตุ้นความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อสู่การระดมพลังประสาทเพื่อนำไปสร้างพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วจากการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกันโดยผ่านการทำงานของระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และจากการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่ซ้ำๆในลักษณะออกแรงเต็มที่ภายในเวลาสั้นๆผ่านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน(Short- Term Anaerobic System) เป็นการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบประสาทจึงนำไปสู่การพัฒนาพลังแบบอนากาศนิยม และ ความสามารถสูงสุดแบบอนากาศนิยมได้ดีส่งผลให้เพิ่มความสามารถในการออกแรงได้อย่างรวดเร็ว เพื่อที่จะสร้างพลังกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายด้วยความหนักสูงสุด ซึ่ง ร็อบบิน (Robbins , 2005) รายงานว่ากลไกนี้เรียกว่า ศักยภาพหลังการกระตุ้น (Post- activation potentiation หรือ PAP) ที่เป็นการตอบสนองทางสรีรวิทยาอย่างทันทีทันใดโดยอาศัยศักยภาพการทำงานของเส้นใย

กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast twitch muscle fiber) ในการเพิ่มพูนแรงของกล้ามเนื้อเพื่อสร้างพลังระเบิดในการเคลื่อนไหวหลังจากทำการยกน้ำหนักมาก่อนแล้วแล้วต่อด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งมีความเหมาะสมมากต่อการพัฒนาพื้นฐานด้านพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสำหรับนักกีฬา ยกน้ำหนัก วิ่งระยะสั้น กระโดด และนักกีฬาประเภท ทุ่ม พุ่ง ขว้าง ทั้งนี้ฮามาดะและคณะ (Hamada et al. ,2000) ได้กล่าวสนับสนุนว่า การฝึกเพื่อกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วนั้นจะมีการเพิ่มขึ้นของขบวนการสร้างพลังงานของ เอทีพี ในโปรตีนไมโอซินสายบางที่เป็นก้าน (Myosin light chain protein) ที่คอยควบคุมการหดตัวสูงสุดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เพื่อที่จะให้เกิดการทำงานที่กลมเกลียวกันระหว่าง แอคตินกับไมโอซินแล้วเร่งปฏิกิริยาให้เกิดการปล่อยแคลเซี่ยม อิออน ออกมาจำนวนมากเพื่อนำไปสู่การสร้างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั่นเอง ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของการกระตุ้นเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อจึงเป็นการเพิ่มเวลาในการปล่อยแคลเซี่ยม อิอนอกมาจำนวนมาก นำไปสู่ขบวนการสร้าง เอ ที พี ในเซลล์กล้ามเนื้อของโปรตีนไมโอซินสายบางที่เป็นก้าน (Myosin light chain protein) ริกซอน และคณะ (Rixon et al, 2007) จึงเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานที่หนักมากได้อย่างต่อเนื่องโดยผ่านระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และสามารถฟื้นสภาพร่างกายได้อย่างรวดเร็ว แบงส์โบ (Bangsbo, 2007) สอดคล้องกับ วิลมอร์ และ คอสทิล (Wilmore and Costil , 2012) กล่าวว่า การฝึกฝึกด้วยน้ำหนักกับพลัยโอเมตริกส่งผลให้เกิดการพัฒนาพลังแบบอนากาศนิยม เนื่องจากเป็นการสร้าง เอ ที พี ที่ได้มาจาก 2 เส้นทางด้วยกันคือจากขบวนการเผาผลาญพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ที่เป็น ระบบฟอสฟาเจน และระบบไกลโคไลซีส สอดคล้องกับ เอ็บเบน และ วัตต์ (Ebben and Watts ,1998) กล่าวว่า ผลของพลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกเชิงซ้อนส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของวงจรการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเหยียดออกแล้วหดตัวสั้นเข้าอย่างทันทีทันใด (Stretch Shortening Cycle) สอดคล้องกับ เจริญ (2557) กล่าวว่า การฝึกที่ความหนักสูงสุด เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Type IIb) จะมีบทบาทและความสำคัญมากขึ้นและมีระบบพลังแบบไม่ใช้ออกซิเจน ถูกนำมาใช้ในการเคลื่อนไหว ซึ่งผลลัพธ์ที่ตามมาคือปริมาณของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นค่อนข้างสูง ดังนั้นระยะเวลาในการฝึก จึงทำได้เพียงช่วงระยะเวลาสั้นๆ และ ราไฮมิ และ บีเปอร์(Rahimi and Behpur, 2005) รายงานว่า ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกยกน้ำหนักกับพลัยโอเมตริก สามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อขาในการยืนกระโดดสูงและเพิ่มศักยภาพของพลังความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาได้เป็นอย่างดี โดย การฝึกหนักสลับช่วงพักนี้นั้น เป็นการทำงานที่ผสมผสานกันของข้อต่อจำนวนมากเพื่อสนับสนุนการเคลื่อนไหวให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ เอ็มมานูเอล และคณะ (Emmanno, et al. 2009) ได้ทำการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของการทดสอบวิ่งซ้ำระยะทางเดิมต่อค่าการทดสอบมาตรฐานพบว่า ค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดมีความสัมพันธ์กันกับค่าทดสอบการวิ่งหนักสลับช่วงพัก ที่ r=0.66 และค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่ r=0.77 ส่วนค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ r= -0.45 จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การวิ่งซ้ำ

ระยะทางเดิมนั้นมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่เป็นค่ามาตรฐานจากการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงพัก รวมทั้ง บุชฮีทและคณะ (Buchheit et al ,2010) ได้ทำการศึกษาโดยทำการเปรียบเทียบระหว่างฝึกพลังความแข็งแรงกับการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม 20 เมตร ในนักกีฬาฟุตบอล เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า การฝึกวิ่งซ้ำระยะทางเดิมก็ส่งผลให้ความสามารถในการวิ่งเร็วซ้ำระยะทางเดิมดีขึ้น อย่างไรก็ดี ถ้าทำการฝึกผสมผสานกันระหว่างการฝึกพลังความแข็งแรงกับการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม 20 เมตร ยิ่งจะส่งผลให้ความสามารถสูงสุดในการวิ่งเร็วในนักฟุตบอลมีประสิทธิภาพและคุณภาพมากยิ่งขึ้น

2.อัตราการสร้างแรง กับความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาที่ถนัด (Rate of Force Development and Muscle Strength) จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ และกลุ่มที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีอัตราการสร้างแรง กับ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาและงอขาที่ถนัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 28) อย่างไรก็ดี ถึงแม้ว่าในการศึกษาครั้งนี้ อัตราการสร้างแรงระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมจะไม่มีความแตกต่างกันแต่ถ้าพิจารณาการพัฒนาการของอัตราการสร้างแรงของกลุ่มทดลองที่ทำการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการสร้างแรงหลังการทดลองมีค่ามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 28) ในขณะที่กลุ่มควบคุมนั้นพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันเลย ผลจากการศึกษาครั้งนี้จึงน่าที่จะบอกได้ว่าผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกหนักสลับช่วงพักนั้นไม่เพียงแต่ได้การสร้างแรงกล้ามเนื้อจำนวนมหาศาลแต่ยังได้พลังกล้ามเนื้อสูงสุดออกมาเช่นกัน และก็มีการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า อัตราการพัฒนาแรงกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximal rate of force development) จะส่งผลต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างพลังระเบิดกล้ามเนื้อในการกระโดดได้สูงสุด (Behm and Sale, 1993) และในอีกเหตุผลหนึ่งก็คือการที่อัตราการสร้างกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในกลุ่มทดลองนั้น อาจจะเนื่องมาจากการมีเวลาในการพักแต่ละชุดการฝึก ถึง 3 นาทีซึ่งนานพอที่จะส่งผลให้ร่างกายเกิดการสร้าง เอทีพี กลับมาใช้ได้คืนเหมือนเดิม สอดคล้องกับ โคมินส์ และคณะ Comyns et al (2006) ทำการศึกษา เวลาในการพักที่เหมาะสมสำหรับการฝึกเชิงซ้อนสำหรับนักกีฬา ที่ใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยให้ นักกีฬา 18 คน ทำ CMJ ก่อนและหลังการยกน้ำหนักท่า back squat 5 ครั้งแล้วพัก 30 วินาที 2 4 และ 6 นาที พบว่า เวลาในการลอยตัวในอากาศลดลง (Flight time of CMJ) ของการพัก 30 วินาที กับ การพัก 6 นาที ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งการฝึกเชิงซ้อนนั้นจะมีประโยชน์มากต่อความสามารถ Counter Movement Jump ขึ้นอยู่กับเวลาในการพัก และเวลาพักที่เหมาะสมคือ 4 นาที

3.ความเร็ว 40 เมตร และความคล่องแคล่วว่องไว (Speed 40 mand Agility) จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ และกลุ่มที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มี ความเร็ว 40 เมตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้ง มีความคล่องแคล่วว่องไวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ด้วย (ตารางที่ 27) อย่างไรก็ดี กลุ่มที่ 1กับกลุ่มที่ 2 มีอัตราความเร็ว 40 เมตรระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ความคล่องแคล่วว่องไวระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน (ตารางที่ 28) เหตุผลที่เป็นไปได้ว่า หลังการทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีอัตราความเร็ว 40 เมตรและความคล่องแคล่วว่องไว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั้น อาจเป็นเพราะว่า กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ และกลุ่มที่ 2 ก็ฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ ซึ่งรูปแบบการฝึกซ้อมนี้มุ่งเน้นการพัฒนาการเคลื่อนไหวไปกับลูกฟุตบอลรวมทั้งมีการรับส่งลูกฟุตบอล ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกันต่อการพัฒนาความเร็วเลย จึงทำให้ทั้งสองกลุ่มมีอัตราความเร็วในการวิ่ง 40 เมตรไม่มีการพัฒนาเลย สอดคล้องกับ โรนเนสทาด และคณะ (Ronnestad et al, 2008) พบว่า เมื่อทำการฝึกความแข็งแรงกับพลัยโอเมตริกและฝึกความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว เป็นเวลา 7 สัปดาห์พบว่า หลังการฝึกค่า อัตราเร่ง และความเร็ว 40 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มดังเช่นที่พบในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้ง ดอยช์ และ ลอยด์ (Deutsch and Lloyd, 2008) กล่าวเพิ่มเติมว่า การฝึกด้วยแรงต้านผสมผสานกับพลัยโอเมตริกเข้ากับทักษะรักบี้ฟุตบอลนั้นอาจจะมีผลกระทบต่อขีดความสามารถนักกีฬาดังนั้นควรที่จะแยกฝึกความเร็วกับความคล่องแคล่วว่องไวต่างหากจะทำให้ได้ผลดีกว่า

CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด(Blood Lactate Concentration) จากการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ และกลุ่มที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 27) ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ดี หลังการทดลองกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดลดลง ดีกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 28) จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการฝึกที่หนักจะส่งผลต่อการปรับตัวของร่างกายให้มีความทนต่อความเมื่อยล้าและการสะสมของกรดแลคติคที่เพิ่มสูงขึ้นขณะออกกำลังกาย จึงเป็นผลดีต่อการแข่งขันฟุตบอลที่ร่างกายของนักกีฬาฟุตบอลจะต้องมีความทนทานต่อความเมื่อยล้าและกรดแลคติคที่เพิ่มสูงขึ้นแต่ร่างกายก็ยังทำงานได้ดีอยู่ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากร่างกายมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนได้ดีสามารถที่จะขนส่งของเสียไปทำลายที่ตับและไตได้อย่างสะดวกมากขึ้นจึงเป็นผล

ให้ร่างกายสามารถทำงานที่หนักมากได้ในเวลานานและทนต่อกรดแลคติคได้มากขึ้น สอดคล้องกับ บิช๊อพ และคณะ (Bishop D., et al. 2008) รายงานว่า การฝึกที่หนักมากจะส่งผลให้เกิดการลดลง การสะสมของไฮโดรเจนอิออน และเพิ่มการสังเคราะห์สารให้พลังงานสูงฟอสโฟครีอะตีน เป็นผลให้นำไปสู่การลดลงของไฮโดรเจนอิออนในกล้ามเนื้อได้ดีในขณะพักฟื้นสภาพร่างกายซึ่งเป็นผลดีต่อการพัฒนาการด้านความอดทนของร่างกายกล่าวคือร่างกายสามารถทนต่อการสะสมของกรดแลคติคที่เกิดขึ้นในร่างกายได้นานยิ่งขึ้นนั่นเอง

5.อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด(Maximum Oxigen Consumption) จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ และกลุ่มที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 27) อย่างไรก็ดี หลังการทดลองกลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพัก ร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติกับกลุ่มที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติ มีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 28 และ 29) เหตุผลที่เป็นไปได้ว่า หลังการทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั้น อาจเป็นเพราะว่า กลุ่มที่ 1 ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมฝึกหนักสลับช่วงพักร่วมกับโปรแกรมฝึกซ้อมฟุตบอลปกติซึ่งโปรแกรมการฝึกฟุตบอลปกติของทั้งสองกลุ่มนั้นเป็นการฝึกที่เน้นการเล่นโต๊ะเล็ก (small side) ที่นอกจากจะได้การพัฒนาด้านทักษะเทคนิคแล้วเนื่องจากมีการเคลื่อนที่ต่อเนื่องเป็นเวลานานจึงเป็นไปได้ที่จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มที่ใช้โปรแกรมฝึกเดียวกันจึงทำให้มีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ดี เทื่อพิจารณาการพัฒนาการระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลองของทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ทั้งกลุ่มทดลองและลุ่มควบคุมต่างก็มีค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 (ตารางที่ 28 และ29) ซึ่งสอดคล้องกับ จีกอรี ดูปองค์ และคณะ (Gregory Dupont et al, 2005) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนกับความสามารถในการวิ่งเร็วซ้ำระยะทางเดิม 15 ครั้ง พบว่า การปรับอัตราการใช้ออกซิเจนได้เร็วขึ้นนั้นนำไปสู่ความสามารถในการวิ่งเร็วซ้ำระยะทางเดิมดีขึ้นเช่นกันกล่าวคือ เวลาในการวิ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้ง สเปอลิช และคณะ (Sperlich et al, 2011) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกหนักสลับเบากับ การฝึกที่เน้นปริมาณมากๆ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า หลังการฝึกครบ 5 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกหนักสลับเบา มีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับ ดูปองค์และคณะ (Dupont et al (2004) รายงานว่า เมื่อทำการฝึกหนักสลับเบาในช่วงแข่งขันของนักฟุตบอล โดยกลุ่มที่ 1 การฝึกวิ่งหนักสลับช่วงพัก 12-15 ครั้งแต่ละครั้ง ใช้เวลา 15 วินาที และพัก 15

วินาที และกลุ่มที่ 2 ฝึกวิ่งหนักสลับช่วงพัก 12-15 ครั้งระยะทาง 40 เมตร พัก 30 วินาที เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า ค่า Aerobic Speed เพิ่มขึ้น 18.1+/- 3.1 % อย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งสโตเรนและคณะ (Storen O. et al, 2008) รายงานว่า การฝึกความแข็งแรงสูงสุดสามารถเพิ่มการประหยัดพลังงานในการวิ่งในนักวิ่งระยะไกลกล่าวคือการฝึกด้วยแรงต้านที่เป็นการฝึกความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อระยะเวลา 8 สัปดาห์ นอกจากจะทำให้ส่งผลดีต่อการประหยัดพลังงานในการวิ่งแล้วยังส่งผลดีต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่เพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีขยายเวลาในการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกหนักสลับช่วงพัก ในระยะเวลาที่นานกว่า 6 สัปดาห์ จะทำให้เห็นผลการทดลองจากการฝึกที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกหนักสลับช่วงพักในนักกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวและใช้พลังงานคล้ายๆกับฟุตบอลเช่น ฟุตซอล บาสเก็ตบอล และรักบี้ฟุตบอล เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กองวิทยาศาสตร์การกีฬา ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย.(2548). สมรรถภาพทางกายนักกีฬาฟุตบอล.กรุงเทพฯ. 58น.

เจริญ กระบวนรัตน์.(2545). หลักการและเทคนิคการฝึกกรีฑา. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.250 น.

เจริญ กระบวนรัตน์.(2538). การฝึกความเร็ว.ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.168 น.

เจริญ กระบวนรัตน์.(2547).คู่มือวิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับกีฬาฟุตบอล. ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย.นิวไทยมิตรการพิมพ์.กรุงเทพฯ. 460 น.

เจริญ กระบวนรัตน์.(2557).วิทยาศาสตร์การฝึกสอนกีฬา.สินธนาก๊อปปี้เซ็นเตอร์.กรุงเทพฯ.468น.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. (2544). การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาละวิวัธน์. (2536).สรีรวิทยาการออกกำลังกาย.ธรรกมลการพิมพ์.กรุงเทพฯ. 445 น.

ประทุม ม่วงมี และ นิตยา เกิดจันทึก. (2547). คู่มือวิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับกีฬาฟุตบอล. ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย.นิวไทยมิตรการพิมพ์.กรุงเทพฯ. 460น.

อุทัย บุญประเสริฐ. (2549). ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกที่มีต่อความเร็วในการวิ่งระยะทาง 30 เมตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Alves JMVC.,Rebelo AN., Abrantes C.,and Sampaio J. (2010).The short term effects of complex and contrast training on soccer players' vertical jump,sprint,and agility abilities.Journal of Strength and Conditioning Research.24: 936-941.

Almuzaini, K.S, Potteiger, J.A., and Green, S.B.1977. A comparison of continuous and split exercise sessions on exercise post-exercise oxygen consumption and ratio metabolic rate. Medicine Science Sport Exercise.29(5)

Alexandre, D., Dominique, K., Christopher, C., Anis C.D, P.W. and Karim C. (2010).Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players.Journal of Strength and Conditioning Research.24(12),3219-3226.

Aguiar, M., Abrantes, C., Macas, V., Leite, N., Sampaio and Ibanez S.2008.Effects of Intermittent or continuous training on speed, Jump and repeated sprint ability in semi-professional soccer players.Sports Science Journal.(1),15-19.

Anis C., Vincenzo M., Del P.W., Anis C., Louis L., Karim C. and Corlo C.(2010). Intermittent endurance and repeated sprint ability in soccer players.Journal of Strength and Conditioning Research 24(10), 2663-2669.

Bangsbo J. Physiology of training.In; Science and Soccer. Reilly T. ed.(1996).London, United Kingdom: Tayler and Francis Group,pp.51-64.

Bangsbo J.(2011). Exercise and training physiology. SISU Sports Books .190p.

Bangsbo J.(1994). The physiology of soccer -with special reference to intense intermittent exercise. Acta Physiology Scandinevia. 151:1-155.

Bangsbo J.(1996). Physiology of training. In: Science and Soccer Reilly T.ed. London.UK: Tayler and Francis Group.51-66.

Bangsbo J . (2007). Aerobic and Anaerobic Training in Soccer. Stormtryk, Bagsvaerd. Denmark. 212 p.

Bangbo J.(2013). Fitness testing in football. Bangsbosport.Denmark.136 p.

Balsom P.D., Seger J.Y., Sjodin B. and Bkblom B.(1992). Physilogical responses to maximal intensity intermittent exercise. European Journal Applied Physiology. 65: 144-149.

Behm.DG. and Sale DG. (1993). Velocity Specificity of Resistance training. Sports Medicine. 15(6), 374-388

Bishop D., Edge J., Thomas C., and Mercier J. (2008). Effects of high intensity training on muscle lactate transporters and post exercise recovery of musclelactate and hydrogen ions in women. Journal Physiology Integ. Company Physiology. 295 : 1991-1998.

Brooks G.A., Fahey T.D., White T.P. and Baldmin K.M. (2000). Exercise physiology: Human bioenergetics and Its applications. Mayfield, London.851pp.

Buchheit M., Mendez A.Y, Delhomel G, Brughelli and Ahmaidi S.(2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players. Repeated shuttle sprints VS. Explosive Strength training. Journal of Strength and Conditioning Research. 24(10), 2715-2722.

Burgess K., Holt T., Munro S., and Swinton P. (2016). Relibility and validity of running anaerobic sprint test (RAST) in soccer players. Journal ofTrainology. 5: 24-29.

Christian F. (2001). Effects of high-intensity intermittent training on endurance performance.Sport Science Organization.5(1)

Cipryan L., and Gajda V.(2011). The influence of aerobic power on repeated anaerobic exercise in junior soccer players. Journal of Human Kinetics. 28 : 63-71.

Chu, D.A. Explosive power and strength. (1996). Champaign, IL : Human Kinetics.USA.192pp.

Che-Fu Lin , Hung T, Tu K.C., Lin L.L., Tu Y.H. and yang R.S. (2012). Acute effects of plyometric Jumping and intermittent running on serum bone markers in young makes. European Journal of Applied Physiology. 112: 1475-1488.

Comyns T. M., Harrison A. J., Hennessy L.K., Jensen R.L. (2006).The optimal complex training rest interval for athletes from anaerobic sports. Journal of Strength and Conditioning Research. 20(3), 471-6

Daros LB., Osiecki R., Dourado AC., Stanganelli LCR., Fornaziero AM., and Osiecki AVC.(2012).Maximum aerobic power test for soccer players. Journal of Exercise Physiology online. 15(2), 80-89.

David M., Kelly., B. Drust. (2008). The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players. Journal of Science Medicine and Sport.12(4), 475-9.

Deutsch M. and Lloyd R. 2008. Effect of order exercise on performance during a complex training session in rugby players. Journal of sports Science. 803-809.

Dupont, Gregory, Akakpo, Koffi, Berthoin and Serge. (2004). The effect in-season, High intensity interval training in soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research.18(3), 584-9.

Dupont G., Millet G.P., Guinhouya C., and Serge B. (2005). Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. European Journal of Applied Physiology. 95: 27-34.

Ebben ,W.P.and Watts, P.B.(1998). A Review of Combined weight training and plyometric trainning Modes : Complex training. National Strength Conditioning Association Journal : 18-27.

Ekblom B.(1986). Applied physiology of soccer. Sport Medicine. 3(1), 50-60.

Eniseler, N. (2005). Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. Journal of Strength and Conditioning Research.19(4),799-804.

Emmanno R.,Aldo S., Andrea M. Stefano M., Maurizio F.and Aaron J.C.(2009). Repeated sprint ability in professional and amateur soccer players. AppliedPhysiology Nutrition and Metabolism. 34(6), 1048-1054.

Jaime F.F ,Rico Z, Thimo W and Alexander F.(2012). High Intensity interval Training VS repeated sprint ability training in tennis. Journal of Strength and Conditioning Research. 26(1),53-62.

Joyd R., and Deutsch M.(2008). Effect of order of exercise on performance during a complex training session in rugby players. Journal of Sports Science. 26(10), 1122.

Juel C., Klarskov C., Nielsen JJ., Krustrup P., Mohr M., and Bangsbo J.(2004). Effect of high-intensity intermittent training on lactate and H^+ release from

human.skeletal muscle. Journal Physiology Endocrine and Metabolism.286: 245–251

F.M.Impellizzeri, E. Rampinini, C. Castagna, F. Martino, S.Fiorini and U. Wisloff.(2008). Effects of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. British Journal Sports Medicine.42: 42-46.

G.Trapp, D.J.Chisholm, J.Freund and SH Boutcher.(2008).The Effects of high – Intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young woman. International Journal. 1-8.

Gur, E. (2012).A comparison of blood lactate level and heart rate following a peak anaerobic power test in different exercise loads. European Journal Expenditure Biology. 2(5),1854-1861.

Goran S., Lana R. and Goran L. (2008). The anaerobic endurance of elite soccer players Improved after a high-intensity training intervention in the 8-week conditioning. Journal of Strength and Conditioning Research . 22(2), 559-66.

Hamada T, Sale DG, Macdougall JD and Tarnopolsky MA.(2000). Postactivation potentiation,fiber type, and twitch contraction time in human extensor muscle.Journal of Applied Physiology. 88(6), 2131-7.

Hoff, J., U. Wisloff and L.C. Engen. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. British Journal of Sports Medicine. 36(3), 218-21.

Jaime F.F, Rico Z., Thimo. W, and Alexander F.(2012). High-Intensity interval training VS repeated sprint training in tennis. Journal of Strength and Conditioning Research. 26(1), 53-62

.Kerim S. (2016). Effects of 6-Week Plyometric Training on Vertical Jump Performance and Muscle Activation of Lower Extremity Muscles.The sports Journal.March 28.Supplement abstract.

Kukuric A.,Karalejic M., Petrovic B., and Jakovljevic S. (2009). Effect of complex training onexplosive strength of legs extensors in junior basketball players. Physical Culture, Belgrade. 63(2), 173-180.

Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., and Bangsbo, J.(2006). Muscleand blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. Medicine Science Sports and Exercise. 38(6),1165-74.

Marques MC.,Pereira A.,Reis IG.,and Tillaar RVD.(2013). Does an in – season 6 –week combined sprint and jump training program improve strength speed abilities and kicking performance in young soccer players?. Journal of Human Kinetics. 39 : 157-166.

Matt S, David B, Brian D and Carmel G.(2005). Physiological and Metabolism responses of Repeated – Sprint Activities. Time-motion analysis of sprint data. Sports Medicine. 35(12),1025-1044.

McMinllan K, Helgerud J, Macdonald R and Hoff J. (2005). Physiological adaptation to soccer specific endurance training in professional youth soccer players.British Journal of Sports Medicine. 39: 273-277.

Miller MG., Herniman JJ., Ricard MD., Cheatham CC., and Michael TJ. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. Journal of Sports Science and Medicine. 5: 459-465.

Menzies P., Menzies C., McIntyre L., Paterson P., Wilson J. and Kemi OJ. (2010). Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery.Journal of Sports Science. 28(9),975-82.

Phillips SM., Green HJ., Tranoposky MA.,and Grant SM. (1995). Increased clearance of lactate after short-term training in men. Journal of Applied Physiology. 79: 1862-1869.

Platt, D., A. Maxwell, R. Horn, M. Williams and T. Reilly. (2001). Physiological and technical analysis of 3 v 3 and 5 v 5 youth football matches. Insight: The F.A. Coaches Association. 4(4), 23–24.

Ronnestad, Bent.R,Kvamme,Nils .H,Sunde,Arnstein,Raastas and Truls. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research. 22(3), 773-780.

Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. Journal of Sports Science. 23(6), 561-572.

Rixon K.P., Lamont H.S., and Bemben M. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on post activation potentiation performance. Journal of Strength and Conditioning Research.21: 500-505.

Robbins, D.W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. Journal of Strength and Conditioning Research .19(2), 453-458.

Santos J.A.M., and Janeira M.A.A.S. (2008). Effects of complex training on explosivestrength in adolescent male basketball players. Journal of Strength and Conditioning Research. 22(3), 903-909.

Sperlich, Billy, De Marees, Markus, Koehler, Karsten, Linville, Jhon, Holmberg, Hans-Christer, Mester and Joachim. (2011). Effects of 5 weeks of high intensity interval training vs. volume training in 14-year old soccer players.Journal of Strength and Conditioning Research. 25(5), 1271-1278.

Storen O., Helgerud J., Stoa EM., and Hoff J. (2008). Maximum strength training improves running economy in distance runners. Medicine Science Sports and Exercise. 40(6),1089-1094.

Tabata I. Nishimura K., Kouzaki M., Hiria Y., Ogita F., Miyachi M. and Yamanoto K.(1996).Effects of moderate – intensity endurance and high intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO_2 max. MedicineScience Sports and Exercise.28 (10),1327-1330.

Tomas S., Karim C., Carlo C. and Ulrik W. 2005.Physiology of soccer. Sports Medicine. 35(6), 501-536.

Turner AM, Owings M. and Schwane JA. (2003). Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. Journal of Strength and Conditioning Research. 17: 60-67.

Wilmore HJ., and Costil LD. (2012). Physiology of sport and exercise, MobtakeranPublications, Tehran. 335p..

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

การหาปริมาณออกซิเจนสูงสุด (VO_2max)ทางตรง โดยใช้วิธีของ Bruce's Treadmill Protocol (1971)

วิธีการทดสอบ (ค่าความไว เป็น นาที และค่าจำเพาะ เป็น มล./กก./นาที)

1. ทำการวัดส่วนสูง ชั่งน้ำหนักตัว และเก็บค่าชีพจรขณะพัก (Resting Heart Rate) ของอาสาสมัคร ก่อนการทดสอบ
2. อาสาสมัครยืนแยกขาบน Treadmill เปิดเครื่องและปรับความเร็วที่ 1.3 mph ความชัน 5% อาสาสมัครเริ่มทำการอบอุ่นร่างกาย โดยใช้เวลา 4 นาที
3. ภายหลังจากการอบอุ่นร่างกาย การทดสอบเข้าสู่ Stage I ปรับความเร็วที่ 1.7 mph ความชัน 10 % อาสาสมัครเริ่มทำการทดสอบ
4. ปรับความเร็ว และความชัน เพิ่มขึ้น ตามตาราง Bruce's Treadmill Protocol (1971) โดยแต่ละ Stage จะใช้เวลาทั้งหมด 3 นาที
5. ทำการทดสอบ จนอาสาสมัครไม่ไหว และบันทึกข้อมูล ทุกๆ Stage ลงใบบันทึกผลการทดสอบ

Bruce Protocol (Sub Maximal Table)

Stage	Minutes	% Grade	Km/h	MPH	METS
1	3	10	2.7	1.7	4.6
2	6	12	4.0	2.5	7.0
3	9	14	5.4	3.4	10.2
4	12	16	6.7	4.2	12.9
5	15	18	8.0	5.0	15.0
6	18	20	8.8	5.5	16.9
7	21	22	9.6	6.0	19.1

Bruce's Treadmill Protocol (1971)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์

ขณะออกกำลังกายแบบไร้สาย(Oxycon Mobile)

เครื่อง Oxycon mobile เป็นเครื่องที่สามารถตรวจวิเคราะห์การทำงานของร่างกายจากการหายใจ ในการใช้ปริมาณออกซิเจนและการขับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย โดยมีความสามารถในการวัดค่า VO_2, VCO_2, RER, VEO_2, $VECO_2$, PETO2, PETCO2, VE, VT, BF, BR และ SpO2 เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถทำงานด้วยระบบไร้สายโดยส่งข้อมูลจากผู้ทดสอบมายังเครื่องวิเคราะห์โดยคลื่นวิทยุได้ในที่โล่งรัศมี ไม่น้อยกว่า 1000 เมตร (ค่าความไว เป็น วินาที และค่าจำเพาะ เป็น มล./กก./นาที)

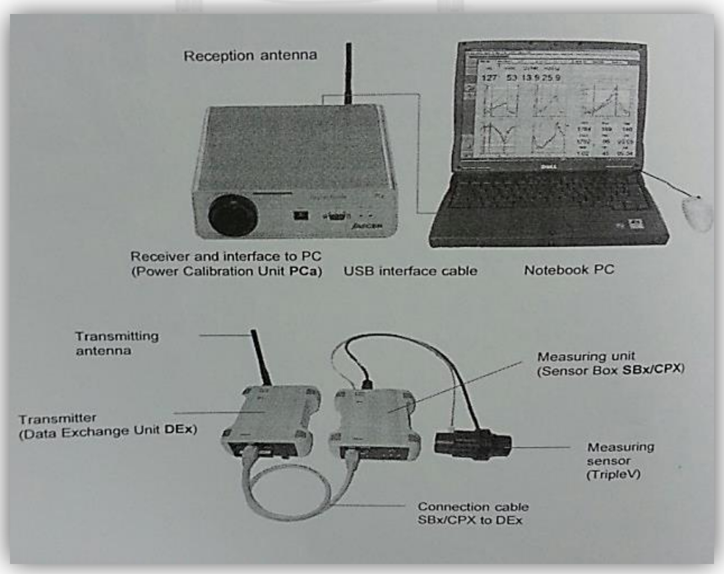
องค์ประกอบเครื่อง ประกอบด้วย 3 ส่วน ด้วยกัน

- Power calibration unitและNotebook PC
- Measuring unit ซึ่งประกอบไปด้วย Sensor box ซึ่งภายในจะมี Oxygen sensor อยู่ภายใน และ Measuring sensor (flow sensor)
- Data Exchange unit, DEXซึ่ง จะคอยทำหน้าที่ ในการส่งสัญญาณกลับมาที่ ในส่วนของ power calibration unit ใช้ในการแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

DEx SBx

PC

การประกอบเครื่องเบื้องต้น



รูปที่ 13 ภาพจริงการประกอบเครื่องวิเคราะห์แก๊ส

การประกอบเครื่องเบื้องต้น

- เริ่มจาก Pca มาต่อเข้ากับ PC ผ่านทางสาย USB สีเทา
- นำ SBxมาต่อเข้ากับ PCaโดยนำสายมาเสียบที่ DEx(ตัวอักษรสีเหลืองที่กล่องSBx) มาเสียบเข้ากับ หน้ากล่อง PCaที่ มีอักษร SBx(สีเทาหน้าเครื่อง) ตามรูป

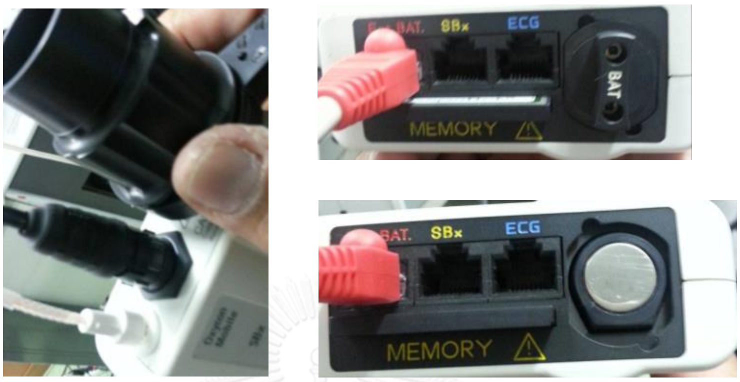
รูปที่ 14 การต่อประกอบเครื่องเบื้องต้น

- หลังจากนั้นนำกล่อง DExมาต่อเข้ากับ PCaโดยการนำสายที่ปลายอีกด้านมีลักษณะเหมือนสาย VGA มาต่อที่หน้าเครื่อง PCaที่มีอักษร DExสีเทา มาต่อเข้ากับกล่อง DEx
- ที่ ตัวอักษรสีแดงที่เขียนว่า Ext.Bat.

\

รูปที่ 15 การต่อสายเข้าเครื่อง

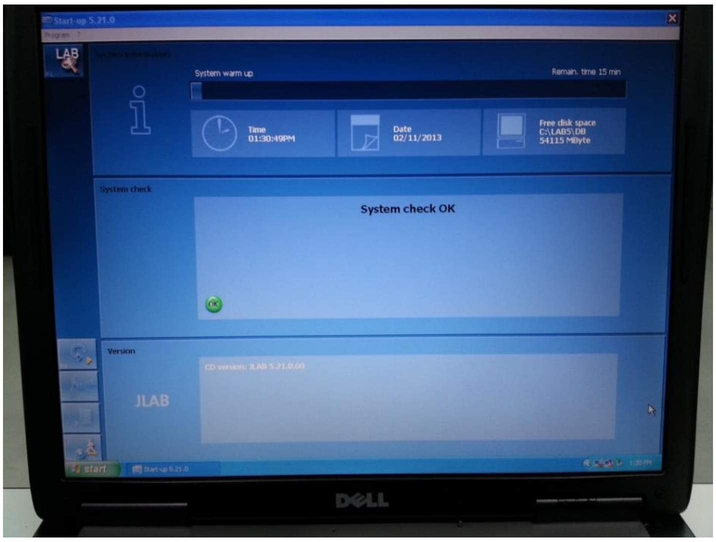
- ตามด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ที่เหลือสำหรับเครื่อง ได้แก่ เสาอากาศซึ่งต้องติดตั้งที่ DExและกล่อง PCaสายนำแก๊ส กับ สาย Flow sensor ติดตั้งที่กล่อง SBxและ Battery กับ Memory ติดตั้งที่ DExด้วย



รูปที่ 16 การต่อสายนำแก๊สกับสาย Flow sensor

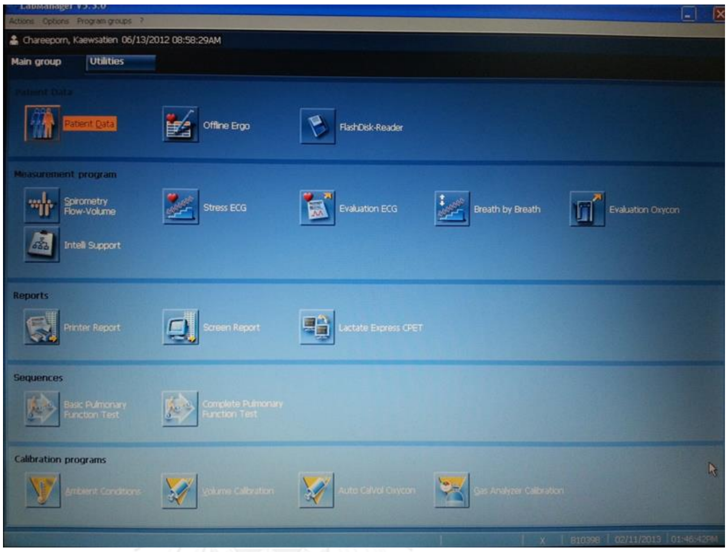
<u>เริ่มทำการเปิดเครื่อง</u>

เริ่มทำการเปิดเครื่อง Computer ในที่นี้จะเป็น Notebook DELL ตัวโปรแกรมจะเริ่มทำงาน อัตโนมัติ โดยโปรแกรมจะทำการตรวจสอบสถานะของเครื่องว่ามีการต่อประกอบสมบูรณ์หรือไม่ ถ้าการประกอบเครื่องสมบูรณ์ System check จะขึ้นว่า OK และจะทำการwarm up เครื่อง ประมาณ 15 นาที



รูปที่ 17 หน้าจอมอนิเตอร์หลังการเปิดเครื่อง

- หลังจากเมื่อ warm up เครื่องจนครบ 15 นาที แล้ว โปรแกรมก็จะเข้ามาสู่หน้ารวมซึ่งมี function icon ต่างมาให้เราเลือกใช้กันทั้ง การเซ็ตชื่อ การ calibrate การเริ่มทำการทดสอบ หรือ การแสดงผลการวัดและการนำข้อมูลออก

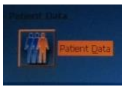


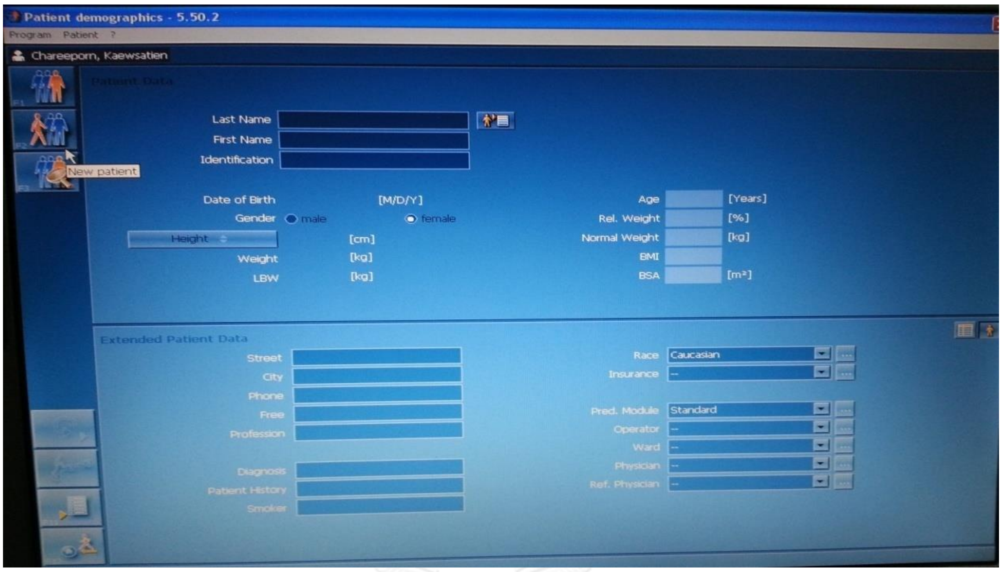
รูปที่ 18 หน้าตาโปรแกรม JAEGER

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้าโปรแกรม

<u>การเริ่มการใช้งานโปรแกรม</u>

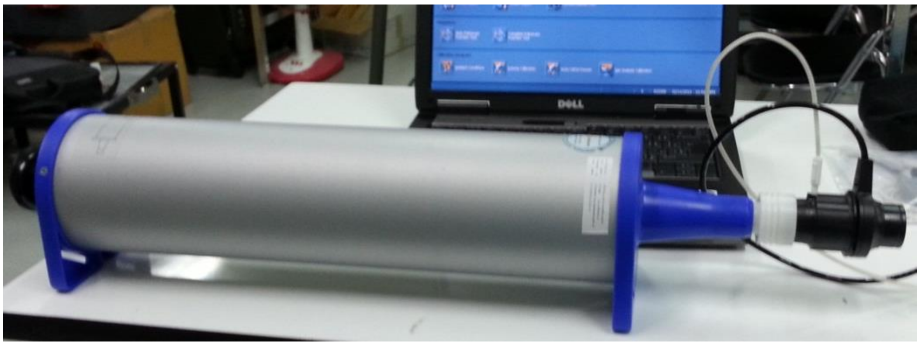
- การตั้งชื่อ ผู้ที่จะทำการวัด นั้น ให้คลิ๊กไปที่ ไอคอน  หน้าโปรแกรมก็จะแสดงหน้าที่ให้ใส่รายละเอียดของผู้ที่จะทำการวัดขึ้นมา เราก็ต้องทำการใส่ข้อมูลต่างลงไป ทั้งนามสกุล-ชื่อ วันเดือนปีเกิด(ค.ศ.)
- และที่สำคัญที่สุดคือ การตั้ง Identification เพราะจะเป็นสิ่งที่เราสามารถมาเรียกข้อมูลขึ้นมาดูซ้ำได้หรือมาเก็บข้อมูลซ้ำได้อีก ในส่วนของ Race ซึ่งก็คือเชื้อชาติ ถ้าทำในคนเอเชียก็จะมี US-Asian มาให้เลือกด้วย



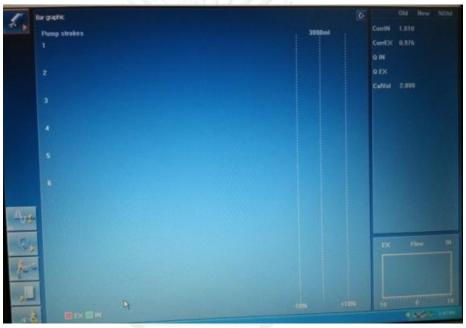
- เมื่อใส่ข้อมูลทุกอย่างเรียบร้อยก็กดที่ icon หรือ F12 เพื่อทำการบันทึก

รูปที่ 19 การทำการ Calibrate เครื่อง OXYCON

- การทำการ Calibrate เครื่องมือให้เริ่มทำจาก Volume Calibration, Auto Cal/VolOxycon, Gas Analyzer Collection และที่ทำหลังสุดหลังจากแยกเครื่องออกจาก PCแล้ว
- การทำการ Volume Calibrate โดยใช้ กระบอก Calibrate ปริมาตร 3 ลิตร เพื่อหาความเที่ยงตรงของบริมาตรอากาศที่ผ่าน flow sensor



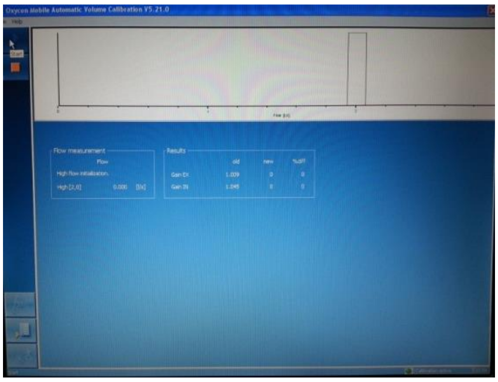
รูปที่ 20 การต่อกระบอก Calibrate

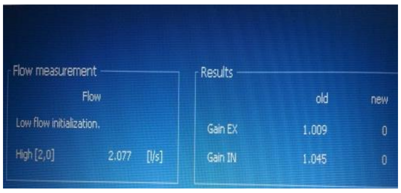


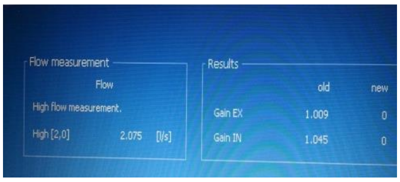
รูปที่ 21หน้าจอของหน้าการ calibrate volume

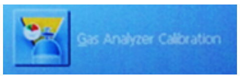
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

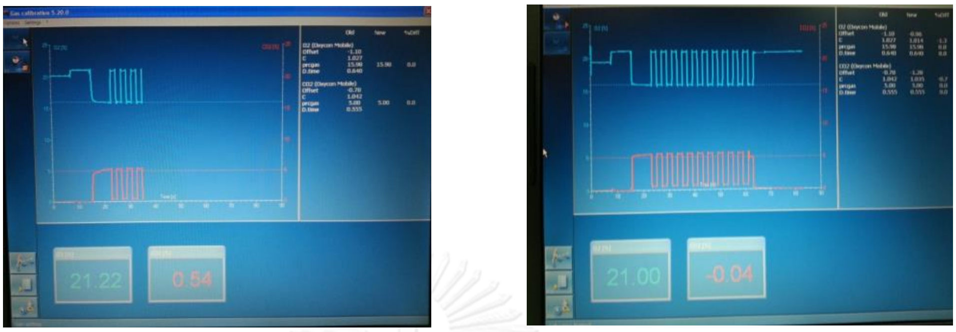
- หลังจากนั้นก็เริ่มทำการ Auto Cal flow Calibrate เพื่อตรวจสอบอัตราการไหลของอากาศ ทั้งแบบ High Flow และแบบ Low Flow โดยเครื่องจะทำการตรวจสอบเองอัตโนมัติ



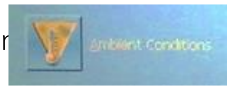




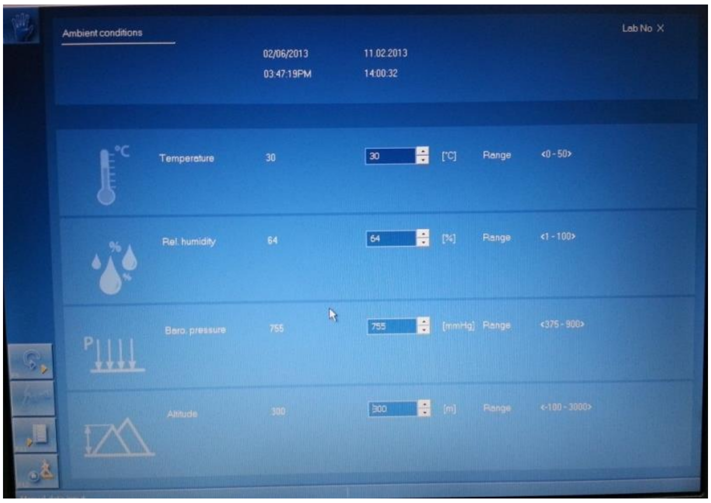
- ในอันดับต่อไปเริ่มทำการ Gas Calibrate Analyzer โดยเปิด วาล์ว Gas ในถังแบบพกพาที่ต่อกับ Pcaไว้ตั้งแต่แรก หลังจากนั้นก็เข้าไปที่ หลังจากนั้นก็กด F1 เพื่อทำการ Calibrate อัตโนมัติ 



รูปที่ 22 Gas Calibrate Analyzer

- เครื่องก็จะทำการตรวจสอบค่าของ GAS ในถัง ว่าตรงกับที่ Sensor ตรวจจับได้มั้ย โดยถ้าเกิดปัญหาอะไรขึ้นมาเครื่องก็จะทำการแจ้งเตือนในทันที
- ในส่วนขั้นตอนของการ set ค่า Ambient กับ Temperature จะทำหลังจาก ที่เครื่อง SBx กับ DExแยกออกจาก PCaเรียบร้อยแล้ว
- หลังจากที่ทำการแยกเครื่อง Mobile ออกจาก PCa เรียบร้อยก็ทำการ set ค่า ความชื้นในอากาศกับอุณหภูมิแวดล้อม โดยกดไปที่ ที่อยู่ในส่วนของ Calibration 

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

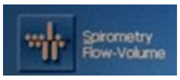


รูปที่ 23 แสดงค่าความชื้นในอากาศกับอุณหภูมิแวดล้อม

- ซึ่งเครื่องจะทำการ Detect ค่าของอุณหภูมิแวดล้อม และค่า Altitude รวมทั้งค่า Baro. Pressure แต่ในส่วนของค่าของ ความชื้นสัมพันธ์ในอากาศต้องวัดจากเครื่องวัดความชื้น แล้วค่อยนำมากรอกลงอีกที

ขั้นตอนการเริ่มทำการวัดค่าต่าง

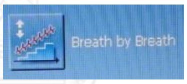
รูปที่ 24 ขั้นตอนการเริ่มทำการวัดค่าต่าง

- โดยเริ่มจากการทำการเข้าไป ที่ Spirometry Flow-Volume 

เพื่อเป็นการ Sync เครื่องให้ทำงานรับส่งสัญญาณระหว่างกัน

- หลังจากนั้นกดไปที่ ปุ่ม เพื่อทำการวัดการหายใจปกติ เครื่องก็จะส่งสัญญาณถึงกัน ถ้ามีกราฟการหายใจปกติก็เรียบร้อย

รูปที่ 25 กราฟการหายใจปกติ

- เริ่มเข้าสู่กระบวนการวัดโดย การเข้าไปที่ 

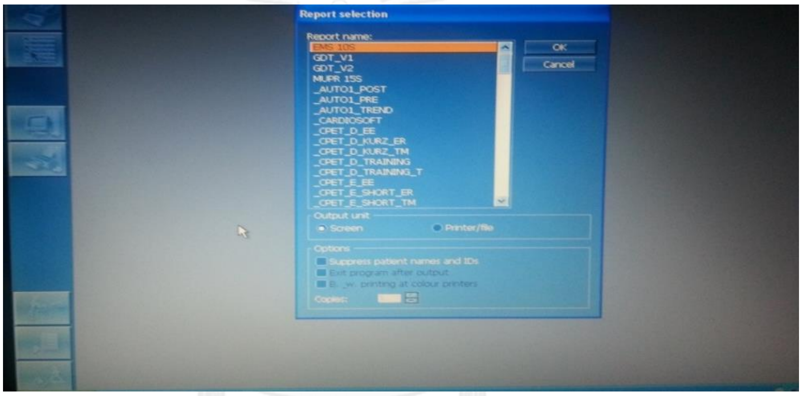
รูปที่ 26หน้าตาของ หน้า Breath by Breath

- โดย กด F1 เพื่อเริ่มทำการวัดโดยเครื่องจะทำการ Check ระบบก่อนเพื่อตรวจสอบว่าค่าต่างๆแสดงผลถูกต้องหรือไม่ทั้ง อัตราการเต้นของหัวใจ ค่า VO_2 , VCO_2
พอกด F1 อีกครั้งก็จะเข้าสู่ โหมดการวัด นั้นคือค่าต่างก็จะเริ่มบันทึกลง computer กับ ใน memory ของ SBx

- เมื่อทำการวัดข้อมูลไปเรื่อยๆแล้วพอเสร็จสิ้นการวัดก็ กด F1 จนกว่า เครื่องจะหยุด หลังจากนั้นก็กด F12 เพื่อทำการบันทึกข้อมูล

การนำข้อมูลออกเพื่อนำไปใช้งาน

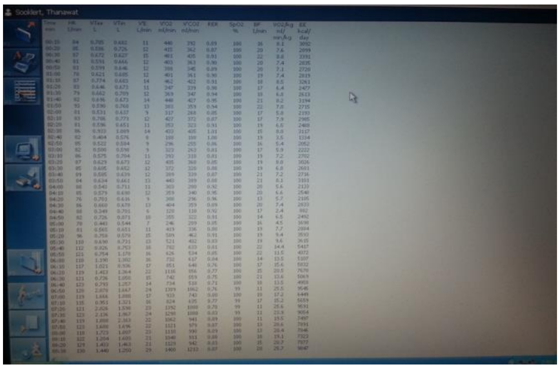
- ในส่วนของ Reports เริ่มจากการเข้าไปใน ส่วนของ Screen Report เพื่อทำการเลือก protocol ในการคำนวน



รูปที่ 27 การเลือกรายงานข้อมูล

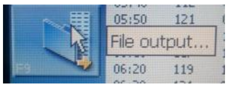
Chulalongkorn University

- เมื่อเลือกได้แล้วกด OK ก็จะแสดงผลออกมาเป็นเวลาทั้งหมดที่ ทำการบันทึกโดยจะเฉลี่ยออกมาตามที่เราได้ตั้งเอาไว้



รูปที่ 28 แสดงผลของข้อมูล

- จากนั้นก็ขึ้นอยู่กับเราว่า จะ print ผลออกเลยหรือ จะ export ออกไปเปิดที่ excel



- เราก็ทำการบันทึกค่าให้เรียบร้อยก็เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการใช้เครื่อง Oxycon

เครื่องวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ขณะออกกำลังกายแบบไร้สาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 29 เครื่องวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ขณะออกกำลังกายแบบไร้สาย

ภาคผนวก ข

การทดสอบ Vertical jump test Countermovement jump (CMJ) Squat jump (SJ)

เครื่องมือที่ใช้

- Force Plate (ค่าความไว เป็น เฮิร์ซ และค่าจำเพาะ เป็น นิวตัน)
- คอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมในการวิเคราะห์ Force

รูปที่ 30 แท่นวัดแรงกระแทก

การเตรียมเครื่องมือ

- ติดตั้งแผ่น force plate ที่ต้องการทดสอบโดยคำนึงถึงความสูงของเพดานและพื้นที่ติดตั้งต้องเรียบ
- ต่อสายสัญญาณเข้ากับแผ่น force plate และตัว amplifier และคอมพิวเตอร์
- เปิดโปรแกรมเปิด amplifier ลองทดสอบโดยนำลูกน้ำหนักมาชั่งก่อนว่าค่าที่ได้ใช้ได้ไหม
- ลองทดสอบเครื่องโดยทำการทดสอบเหมือนที่จะทดสอบจริงจากดูค่าที่ได้เป็นค่าที่ใช้ได้ต่อไปเตรียมทำการทดสอบจริง

การทดสอบ

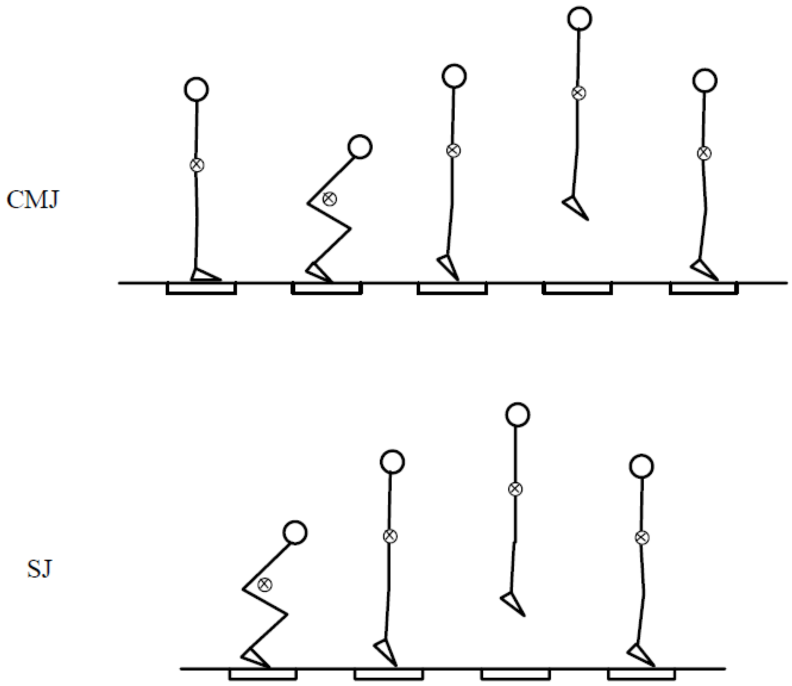
- ผู้เข้าร่วมทดสอบเตรียมชุดกีฬาและรองเท้ากีฬา
- อธิบายและทำความเข้าใจของแบบทดสอบให้ผู้เข้าร่วมทดสอบทราบ
    - โดยทำการทดสอบ vertical jump 2 แบบ คือ CMJ กับ SJ
    - CMJ เมื่อ ยืนบน force plate มือทั่งสอบข้างเท้าเอวเมื่อให้สัญญาณ ให้ย่อเข่าลงโดยประมาณ 90 องศาแล้วถีบตัวให้ลอยขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยตอน Landing ให้ลงที่แผ่นพอดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- SJ เมื่อ ยืนบน force plate มือทั้งสอบข้างเท้าเอว ย่อเข่าค้างไว้ ประมาณ 90 องศา รอให้สัญญาณ

  ได้สัญญาณ แล้วถีบตัวให้ลอยขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยตอน Landing ให้ลงที่แผ่นพอดี

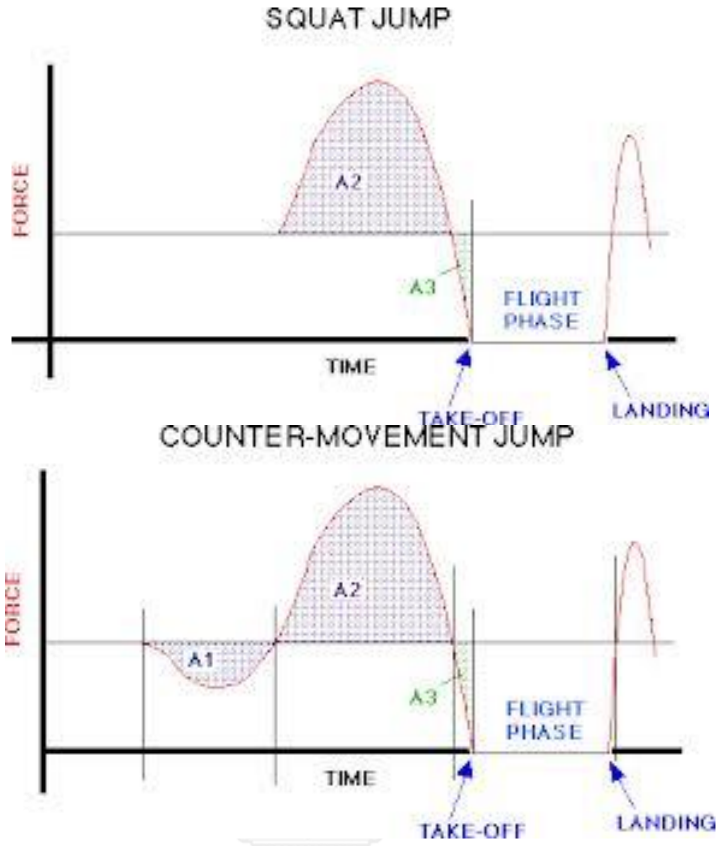
- เมื่อผู้ร่วมทดสอบมาตอนแรกให้ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนเพื่อเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อ
- ตั้งค่า sample rate ที่ 500 Hz
- เมื่อผู้เข้าร่วมทดสอบพร้อมให้ทำการชั่งน้ำหนักก่อนโดยยืนบนแผ่น force plate บันทึกค่า
- ให้ผู้ทำการทดสอบลองทำการกระโดดบนแผ่นเพื่อดูระยะของแผ่นและตำแหน่งยืน,และตำแหน่งที่ตกลงแผ่นโดยไม่ออกจากนอกแผ่น
- เมื่อผู้ร่วมทดสอบพร้อมหลังจากนั้นทำการทดสอบจริง
- ตัวอย่างลักษณะการกระโดดังภาพข้างล่าง



(Linthorne, 2001)

รูปที่ 31ตัวอย่างการกระโดด

โดยค่าแรงของการทดสอบแต่ล่ะแบบมีลักษณะดังภาพข้างล่างน้ำ



รูปที่ 32 แสดงผลการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สูตรคำนวณหาตัวแปรต่างๆ โดยสามารถได้ค่าจากตัวโปรแกรมโดยตรง

Formula calculate from force plate

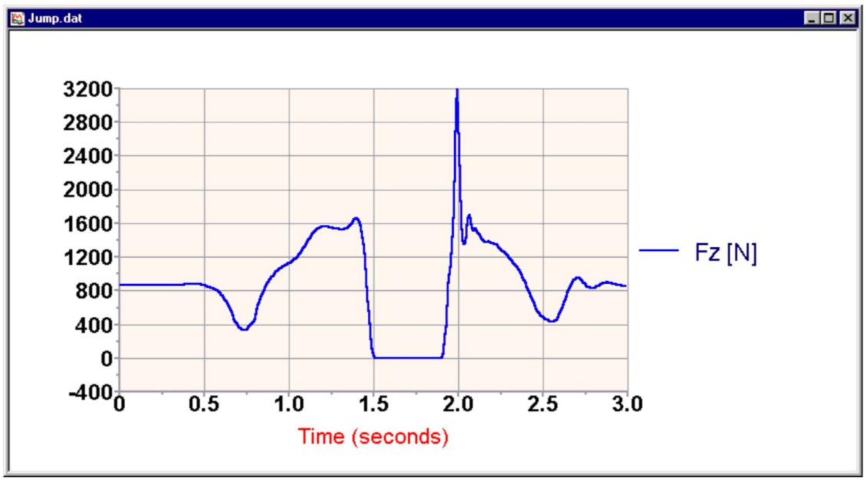
Acceleration

F = ma

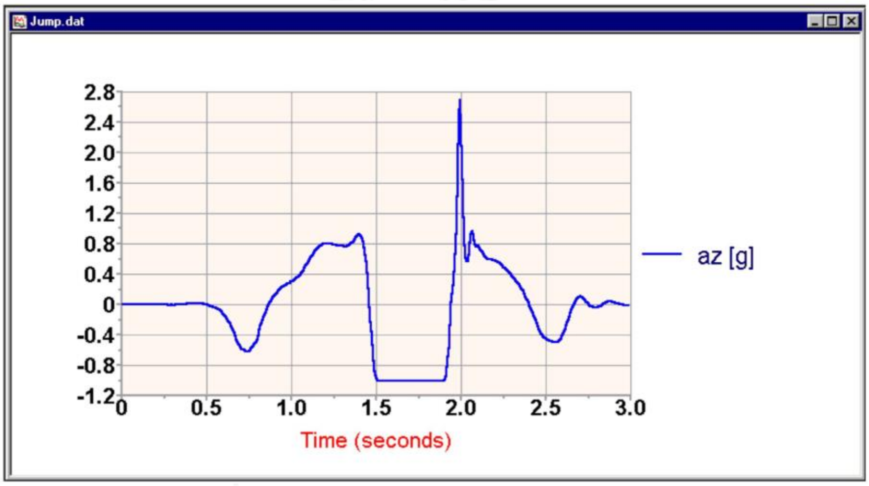
$a = \frac{F}{m}$

$a_z(t) = \frac{F_{z(t)}}{m} - a_{0z}$

Where m = Body mass, F = Force, A = Acceleration, a_{0z}= Static Z Acceleration



Force vs. Time



Acceleration vs. Time

รูปที่ 33 กราฟแสดงผลการทดสอบแรงกระแทก

Velocity

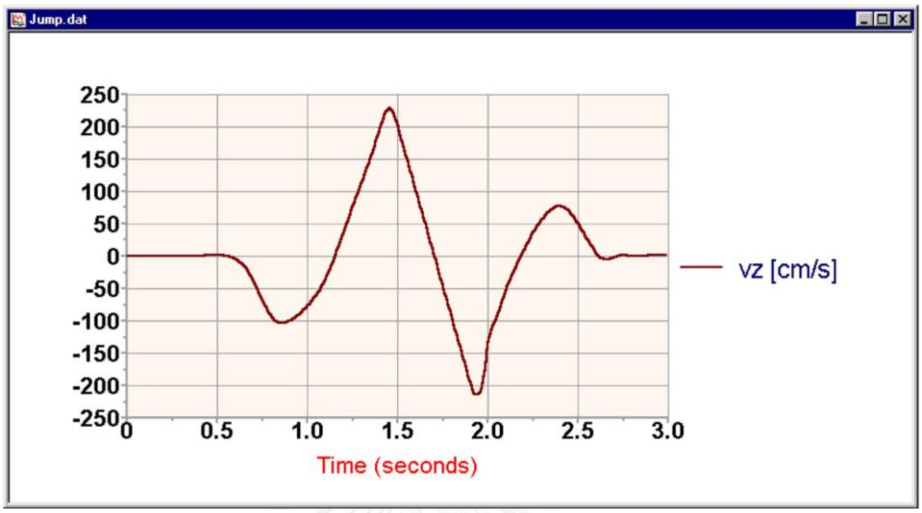
$$A = \frac{dv}{dt}$$

$$V = \mathbf{v_0} + \int a * dt$$

The equations used for velocity are:

$$v_z(t) = v_{0z} + \int a_z(t) * dt$$

Where: f = Integration, a = Acceleration, v = Velocity, v_{0z}= Initial Z velocity



Velocity vs. Time

รูปที่ 34 แสดงอัตราเร่งของการกระโดด

Displacement

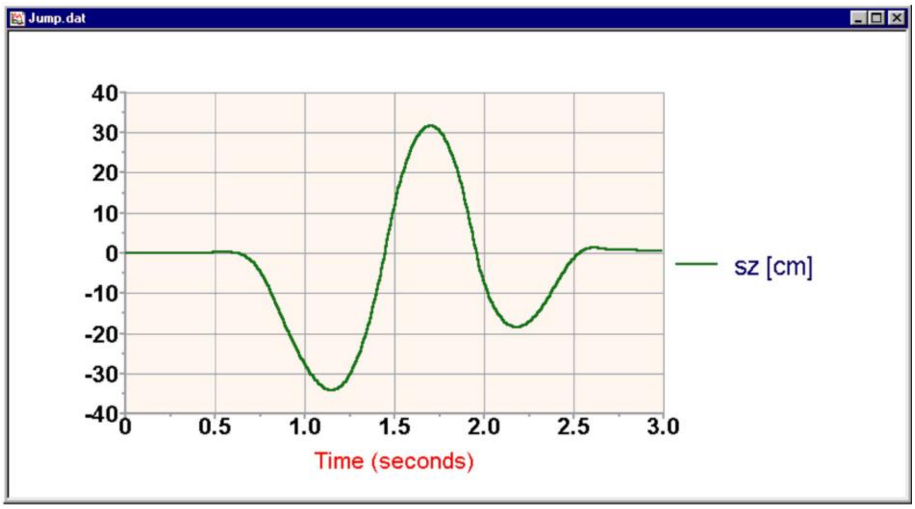
$$V = \frac{ds}{st}$$

$$S = S_0 + f\ v * dt$$

$$s_z(t) = s_{0z} + f\ v_z(t) * d(t)$$

Where: v = Velocity, s = Displacement, s_{z0} = Initial Z displacement

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



Displacement vs. Time

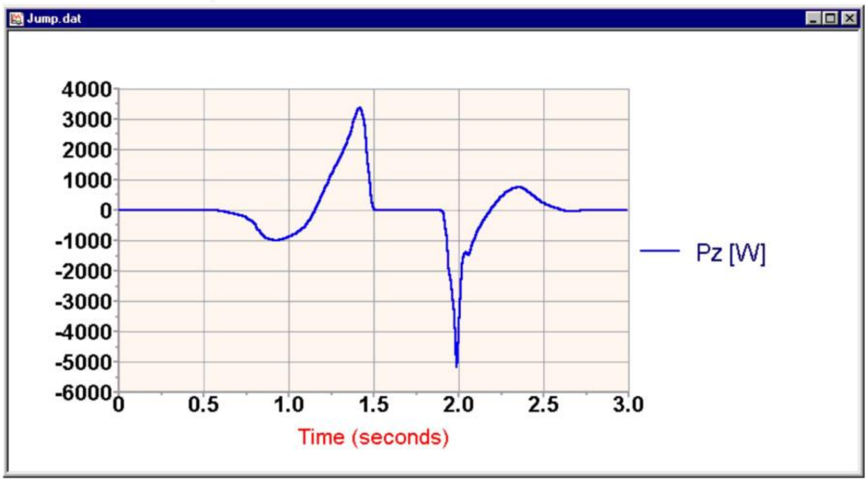
รูปที่ 35 แสดงความเร็วการกระโดด

Power

P = F*V

$$p_z(t) = F_z(t) * V_z(t)$$

Where: P = Power , F = Force, v = Velocity



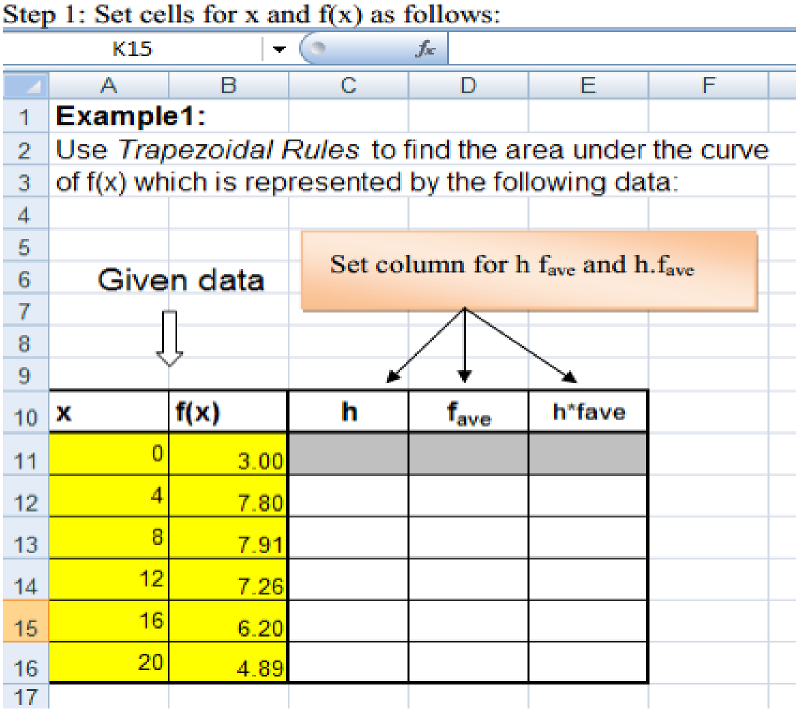
รูปที่ 36 แสดงพลังของการกระโดด

Example : Calculate Integration

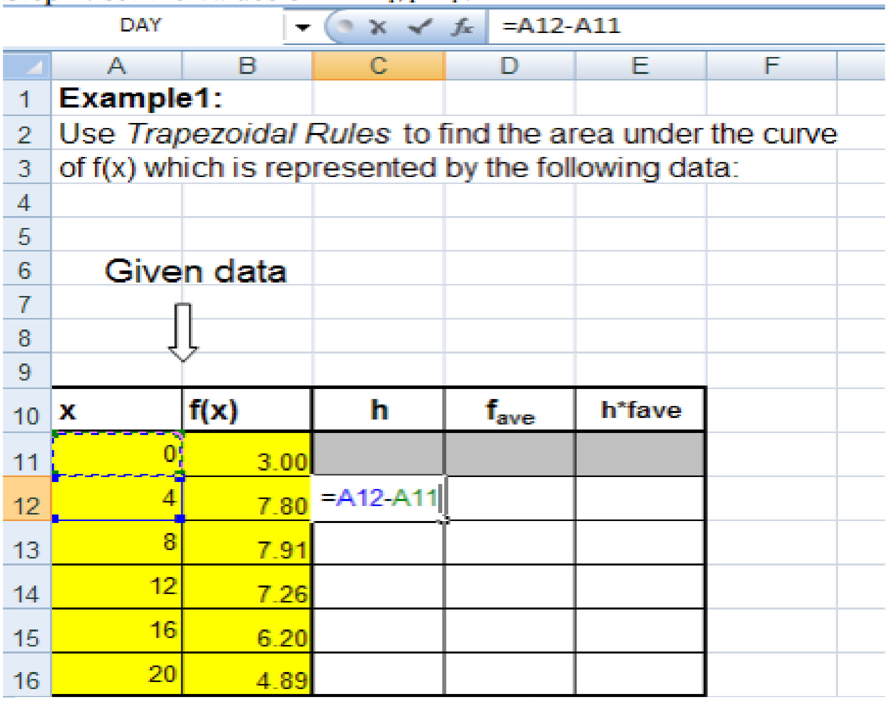
Example:

X	f(x)
0	3.00
4	7.80
8	7.91
12	7.26
16	6.20
20	4.89

Step 1: Set cells for x and f(x) as follows:



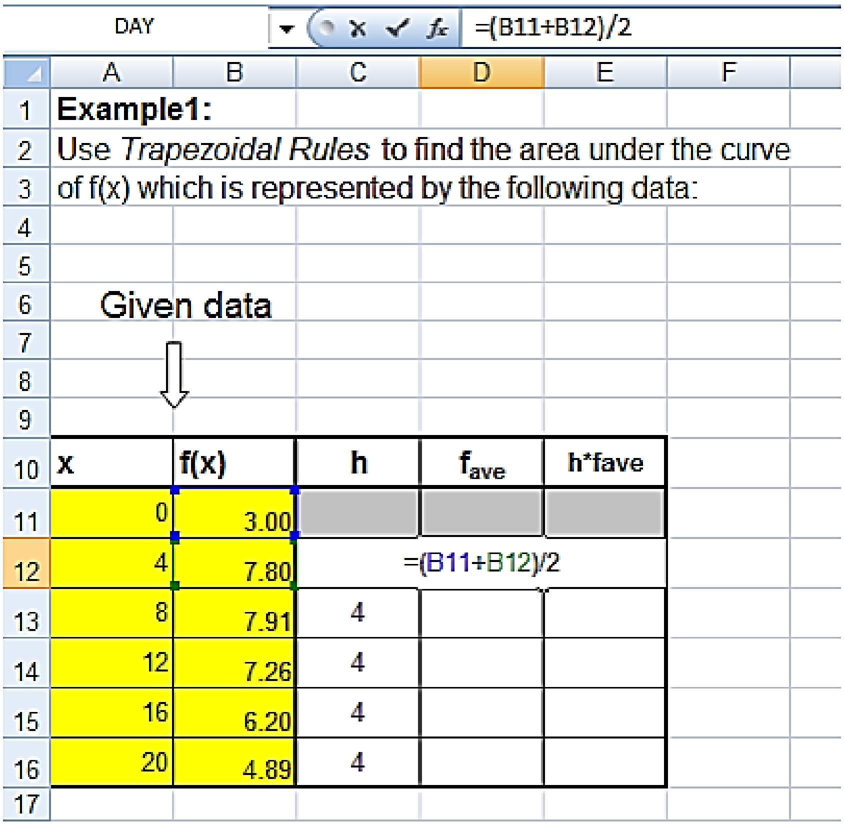
Step 2: set the values of $h = X_{i+1} - X_i$:



DAY | =A12-A11

	A	B	C	D	E	F
1	**Example1:**					
2	Use *Trapezoidal Rules* to find the area under the curve					
3	of f(x) which is represented by the following data:					
4						
5						
6	Given data					
7						
8						
9						
10	**x**	**f(x)**	**h**	**f_{ave}**	**h*fave**	
11	0	3.00				
12	4	7.80	=A12-A11			
13	8	7.91				
14	12	7.26				
15	16	6.20				
16	20	4.89				

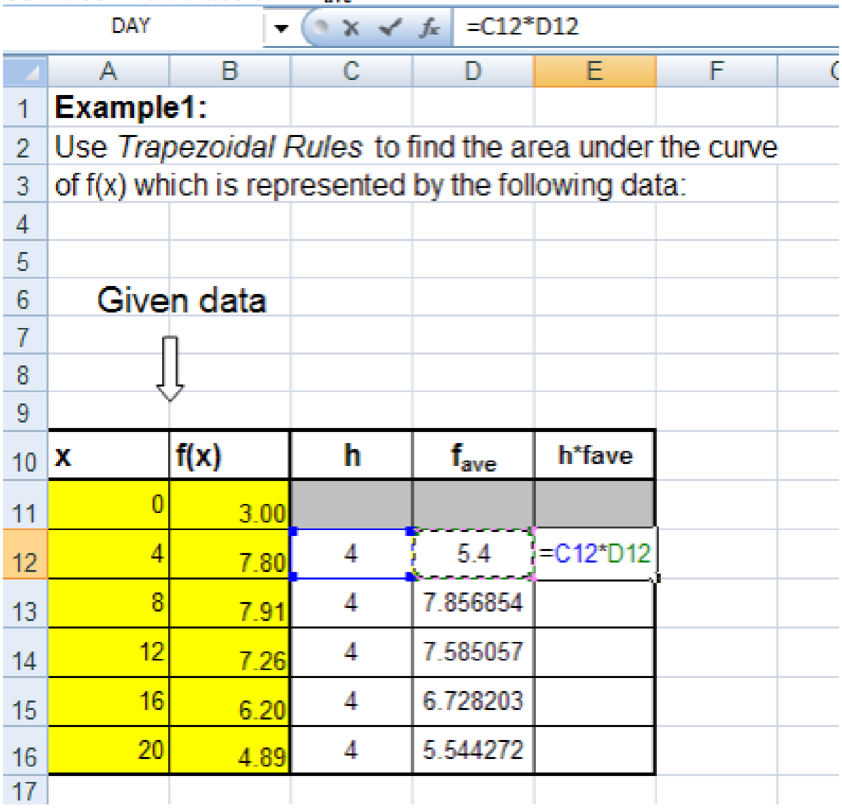
Set 3: set the values of $f_{ave} = (f(x)_{i+1} + f(x)_i)/2$



DAY | =(B11+B12)/2

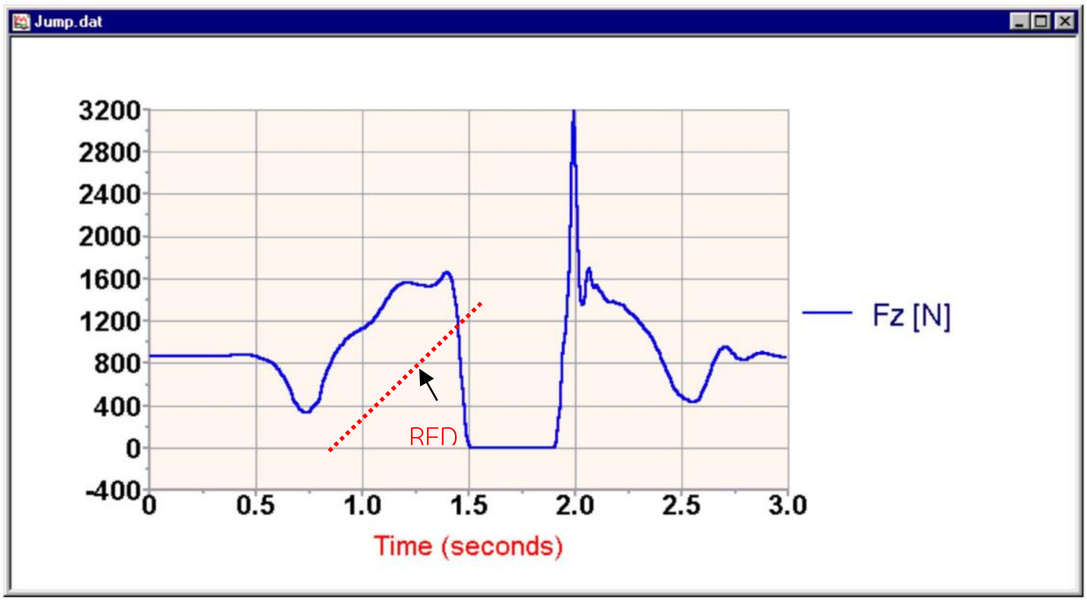
	A	B	C	D	E	F
1	**Example1:**					
2	Use *Trapezoidal Rules* to find the area under the curve					
3	of f(x) which is represented by the following data:					
4						
5						
6	Given data					
7						
8						
9						
10	**x**	**f(x)**	**h**	**f_{ave}**	**h*fave**	
11	0	3.00				
12	4	7.80		=(B11+B12)/2		
13	8	7.91	4			
14	12	7.26	4			
15	16	6.20	4			
16	20	4.89	4			
17						

Set 4: set the values of h*f_{ave}



x	f(x)	h	f_{ave}	h*fave
0	3.00			
4	7.80	4	5.4	=C12*D12
8	7.91	4	7.856854	
12	7.26	4	7.585057	
16	6.20	4	6.728203	
20	4.89	4	5.544272	

Rate of force development



รูปที่ 37 แสดงค่าอัตราการสร้างแรงกระโดด

RFD หาได้จาก $\frac{\Delta F}{\Delta T}$

ในคำนวณหาความสูงของการกระโดดแบบคำนวณเอง

Formula calculate verticaljump height estimation

measuring the flight time (t_f) from the force-time record, the vertical velocity of take-off (V_v) was calculated by formula

$$V_v = \frac{1}{2} \cdot t_f \cdot g,$$

where g is the acceleration of gravity (9.81 $m \cdot s^{-2}$). Jump height (H) was then calculated as

$$H = V_v^2 \cdot (2g)^{-1}.$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

การทดสอบวิ่งเร็ว 35 เมตร 6 รอบ (Running-based Anaerobic Sprint Test: RAST Test)

เป็นการทดสอบถึงความสามารถของพลังงานที่สะสมในกล้ามเนื้อในการทำงานอย่างรวดเร็วและแรงต่อเนื่องในเวลาจำกัดให้ได้งานมากที่สุด (ค่าความไว เป็นวินาที ค่าจำเพาะ เป็น วัตต์/กก.)

เครื่องมือและอุปกรณ์

เทปวัดระยะทางนาฬิกาจับเวลาอินฟราเรดและกรวยยาง 2 อัน

วิธีการทดสอบ

นักกีฬาอบอุ่นร่างกายแล้วยืนพร้อมวิ่งเมื่อพร้อมแล้วผู้ปล่อยตัวสั่ง“ไป” ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องวิ่งให้เร็วที่สุดระยะทาง 35 เมตรแล้ววิ่งผ่อนความเร็วและพักฟื้นร่างกายรออยู่ด้านตรงข้ามโดยใช้เวลา 10 วินาทีแล้ววิ่งให้เร็วที่สุดกลับอีก 35 เมตรแล้ววิ่งผ่อนความเร็วโดยใช้เวลาพัก 10 วินาทีโดยจะวิ่งลักษณะนี้รวมทั้งหมด 6 เที่ยว การบันทึกเวลาของการวิ่งเร็วตั้งแต่เริ่ม“ไป” จนถึง 35 เมตรของแต่ละเที่ยวบันทึกเวลาทุกเที่ยวละเอียดถึงทศนิยม2 ตำแหน่งของวินาที

สูตร

พลัง(Power) = น้ำหนักตัว (กก.) x ระยะทาง (ม.)^2 / เวลา^3 (วินาที)

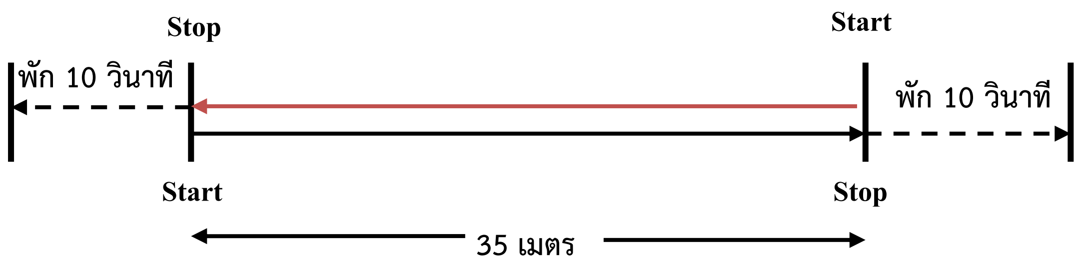
สูตรหาค่าพลังสูงสุดพลังต่ำสุดและพลังเฉลี่ยหาจากเวลาที่วิ่งในแต่ละเที่ยวทั้งหมด6 เที่ยวเพื่อคำนวณค่าพลังดังนี้

พลังสูงสุด (Maximun power : watts) ใช้ค่าเวลาของเที่ยววิ่งที่เร็วที่สุด

พลังต่ำสุด (Minimun power : watts) ใช้ค่าเวลาของเที่ยววิ่งที่ช้าที่สุด

พลังเฉลี่ย (Average power : watts) ใช้เวลาเฉลี่ยจากการวิ่ง 6 เที่ยว

ค่าดัชนีความล้า(Fatigue index : watts) จาก (ค่าพลังสูงสุด- ค่าพลังต่ำสุด) /เวลารวมที่วิ่งทั้ง 6 เที่ยว



รูปที่ 38 การทดสอบวิ่งเร็ว 35 เมตร 6 รอบ (Running-based Anaerobic Sprint Test :RAST Test)

ภาคผนวก ง
การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยระบบไอโซไคเนติก

รูปที่ 39 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยระบบไอโซไคเนติก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการทดสอบ (ค่าความไวเป็น องศา/วินาที และค่าจำเพาะ เป็น นิวตัน.เมตร)

1 ทำการชั่งน้ำหนักและวัดความดันโลหิตก่อนทำการทดสอบ ประมาณ 5 นาที

2. การทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อด้วยระบบไอโซไคเนติก

2.1 นักกีฬาทำการอบอุ่นร่างกายก่อนทดสอบประมาณ 5 นาที

2.2 นักกีฬาขึ้นนั่งบนเบาะที่นั่งของเครื่องในท่าหย่อนขาทั้งสองข้างพร้อมนั่งตัวตรงหลังพิงพนักพิง

2.3 ผู้ทดสอบจะทำการบันทึกข้อมูลต่างๆลงในเครื่องคอมพิวเตอร์และทำการยึดตรึงกล้ามเนื้อส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ พร้อมยึดขาที่จะทำการทดสอบเข้ากับตัวหน่วงแรง และทำความเข้าใจ อธิบายขั้นตอน การทดสอบกับนักกีฬา

2.4 เมื่อทำการเตรียมความพร้อมทุกอย่าง นักกีฬาจะทำการทดลองเตะขาข้างที่จะทดสอบขึ้นลงเบาๆเพื่อสร้างความคุ้นเคยและอบอุ่นร่างกาย ประมาณ 10-15 ครั้ง

2.5 หลังจากนั้นให้นักกีฬาหยุดนิ่งรอฟังสัญญาณ เริ่ม ให้นักกีฬาออกแรงเตะขาด้วยความพยามสูงสุดเต็มที่จนเหยียดขาสุดแล้วออกแรงด้วยความพยายามสูงสุดในการงอขาเต็มที่จนงอขาสุด ทำอย่างนี้ 6 ครั้งติดต่อกันก็จบการทดสอบ

2.6 หลังการทดสอบก็จะทำการผ่อนคลายกล้ามเนื้อขาด้วยการออกแรงเตะและงอขาเบาๆประมาณ 10-15 ครั้ง

2.7 เมื่อทำการทดสอบเสร็จขาหนึ่งแล้วก็ทำการทดสอบขาอีกข้างหนึ่งด้วยวิธีการและขั้นตอนเดียวกัน ถือว่าจบสิ้นกระบวนกาทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อด้วยระบบไอโซไคเนติก

ภาคผนวก จ
การทดสอบยืนกระโดดสูง (Vertical Jump)

การยืนกระโดดสูงเป็นการทดสอบพลังกล้ามเนื้อขาหรือแรงระเบิด (Explosive Power) มีความจำเป็นสำหรับ การเตะลูกฟุตบอล การกระโดดโหม่ง กระโดดรับลูกฟุตบอล การวิ่งออกตัวฯลฯ

เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือวัดระยะการกระโดดสูง(Yardstick) หรืออาจกระโดดแตะข้างผนังได้แต่นักกีฬาจะไม่ถนัดเท่าที่ควร

วิธีการ (Tumilty, 2000)

1.ให้นักกีฬายืนตรงยกมือข้างที่ถนัดขึ้นไปข้างบนให้สูงที่สุดแล้ววัดระยะความสูงหน่วยเป็นเซนติเมตร

2.ยืนกระโดดสองขา (Dynamic leg jump) ให้นักกีฬานำมือข้างที่ไม่ถนัดจับที่เอวส่วนมือข้างที่ถนัดยกขึ้นเหนือศีรษะเอาไว้จากนั้นย่อเข่าแล้วกระโดดให้สูงที่สุดใช้มือข้างที่ถนัดแตะสเกลหรือระยะทางของYardstick ให้สูงที่สุดทำการทดสอบ3 ครั้งใช้ครั้งที่สูงที่สุดข้อควรระวังนักกีฬาต้องยืนกระโดดห้ามวิ่งและมือที่จับเอวห้ามหลุดออกจากเอว

3.หาผลต่างระหว่างค่าระยะทางที่กระโดดได้กับค่าความสูงของมือจากการวัดท่ายืนปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ข้อ1) นอกจากการยืนกระโดดสูง 2 ขาแล้วอาจมีการทดสอบยืนกระโดดสูงโดยขาทีละข้างจะแสดงถึงประสิทธิภาพของพลังกล้ามเนื้อขาแต่ละข้างในการกระโดดขึ้นโหม่งโดยใช้ขาข้างเดียวถ้าขาข้างใดข้างหนึ่งมีความแตกต่างกันมากผู้ฝึกสอนควรต้องปรับปรุงเสริมสร้างพลังกล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและใกล้เคียงกัน

รูปที่ 40 การทดสอบยืนกระโดดสูง (Vertical Jump)

ภาคผนวก ฉ
การทดสอบหาค่าแลคเตทในเลือด

เครื่องมืออุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์แลคเตทในเลือด (Blood Lactate Analyzer) รุ่น Lactate Scout
2. แผ่นสตริปส์ตรวจวัดแลคเตท (Lactate Strip)
3. ปากกาเจาะเลือด
4. สำลีและแอลกอฮอล์
5. ถุงมือยาง

วิธีการทดสอบ

1. กดเปิดการทำงานของเครื่องที่ปุ่มด้านขวา (ถ้าเป็นการเปิดใช้น้ำยาขวดใหม่ต้องตั้ง Code ก่อน ดูวิธีการตั้ง Code ตอนท้าย ทำเพียงครั้งเดียวเมื่อเปิดใช้ขวดใหม่เท่านั้น)
2. ใส่แผ่นทดสอบของแต่ละชนิดที่ต้องการทำการทดสอบเข้าในเครื่องทางด้านท้ายของเครื่อง
3. ใช้สำลีชุปแอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาดบริเวณปลายนิ้วที่จะเจาะของมือข้างที่ไม่ถนัดทุกครั้งที่ทำการทดสอบ
4. จากนั้นเปิดฝาขึ้นเจาะเลือดจากปลายนิ้วบีบให้ได้หยดเลือดขนาดเท่าหัวเข็มหมุดหยดลงให้เต็มบริเวณแถบทดสอบ หรือจาก เฮปาริน ทิวส์สีแดงปิดฝา รออ่านผลการทดสอบ
5. เครื่องจะเริ่มการวิเคราะห์ค่าแลคเตท โดยใช้เวลาประมาณ 10 วินาที
6. บันทึกผลค่าระดับแลคเตทที่มีหน่วยวัดเป็นมิลลิโมลต่อลิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 41การทดสอบหาค่าแลคเตทในเลือด

ภาคผนวก ช

การทดสอบวิ่งเร็ว (Sprint Test: 40 meters)

การทดสอบความเร็ว 40 เมตรเป็นการทดสอบความเร็วต้นของนักกีฬาหรือพลังแอนแอโรบิค (Anaerobic Power) และความเร็วในระยะสั้นๆ (ค่าความไว เป็นความเร็วแสงและค่าจำเพาะเป็นวินาที)

เครื่องมือและอุปกรณ์

ทางวิ่งพื้นเรียบหรืออาจใช้สนามฟุตบอลเครื่องจับเวลาอัตโนมัติระบบอินฟาเรดที่สามารถจับเวลาระยะ 40 เมตร แต่ถ้าไม่มีเครื่องจับเวลาอัตโนมัติอาจใช้นาฬิกาจับเวลา 3 เรือนเพื่อจับเวลาที่ระยะ 40 เมตร

วิธีการทดสอบ (Tumilty, 2000)

1. ให้นักกีฬายืนท่าเท้านำเท้าตามเตรียมออกวิ่งบริเวณจุดเริ่ม

2. ให้สัญญาปล่อยตัวนักกีฬาต้องวิ่งเร็วที่สุดในระยะ 40 เมตร บันทึกเวลาที่ระยะ ทดสอบ 2 ครั้งใช้ครั้งที่เวลาดีที่สุด

รูปที่ 42 การทดสอบวิ่งเร็ว (Sprint Test: 40 meters)

ภาคผนวก ซ
การทดสอบวิ่งเก็บของ (Shuttle Run)

เครื่องมือ

1. นาฬิกาจับเวลาอย่างละเอียด1/10 วินาที

2. ทางวิ่งเรียบระหว่างเส้นขนาน 2 เส้นห่างกัน 10 เมตร ชิดด้านนอกของเส้นทั้งสองมีวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตรถัดออกไปจากเส้นเริ่มควรมีทางให้วิ่งต่อไปได้อีกอย่างน้อย5 เมตร

3. ท่อนไม้ 2 ท่อน (3 x 3 x 5 ซม.)

วิธีการทดสอบ

วางไม้ทั้งสองท่อนกลางวงในจุดที่กำหนดที่อยู่ชิดเส้นตรงข้ามเส้นเริ่มผู้เข้ารับการทดสอบยืนให้เท้าข้างใดข้างหนึ่งชิดเส้นเริ่มเมื่อพร้อมแล้วผู้ปล่อยตัวสั่ง“ไป” ให้ผู้เข้ารับการทดสอบวิ่งไปหยิบท่อนไม้ท่อนหนึ่งในวงกลมวิ่งกลับมาวางในวงกลมหลังเส้นเริ่มแล้ววิ่งกลับไป หยิบท่อนไม้อีกท่อนหนึ่งมาวางในวงกลมเดียวกันห้ามโยนท่อนไม้ถ้าวางไม่เข้าในวงต้องเริ่มต้นใหม่ทดสอบ 2 ครั้งใช้เวลาที่ดีที่สุด

รูปที่ 43 การทดสอบวิ่งเก็บของ (Shuttle Run)

ภาคผนวก ณ
การทดสอบความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (Repeated Sprint Ability)

เป็นการทดสอบถึงความสามารถของพลังงานระบบไกลโคไลซิสที่สะสมในกล้ามเนื้อในการทำงานอย่างรวดเร็วและแรงต่อเนื่องในเวลาจำกัดให้ได้งานมากที่สุด

เครื่องมือและอุปกรณ์

เทปวัดระยะทาง นาฬิกาจับเวลาแบบอินฟราเรด และกรวยยาง 2 อัน

วิธีการ

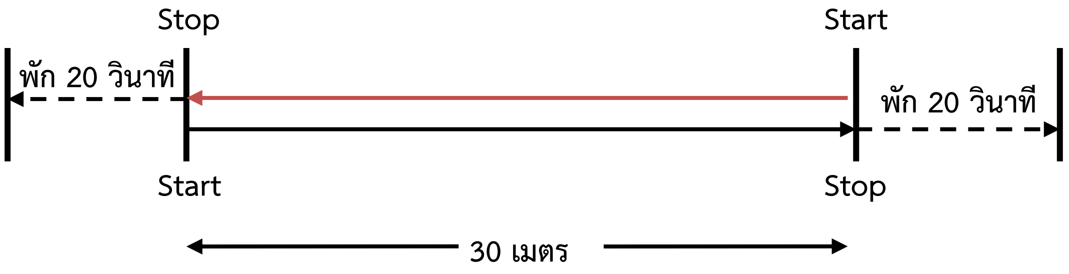
นักกีฬาอบอุ่นร่างกายแล้วยืนพร้อมวิ่งเมื่อพร้อมแล้วผู้ปล่อยตัวสั่ง“ไป” ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องวิ่งให้เร็วที่สุดระยะทาง 30 เมตรแล้ววิ่งผ่อนความเร็ว และพักฟื้นร่างกายรออยู่ด้านตรงข้ามโดยใช้พักเวลา 20 วินาที แล้ววิ่งให้เร็วที่สุดกลับมาอีก 30 เมตรแล้ววิ่งผ่อนความเร็วและพักฟื้นร่างกายรออยู่ด้านตรงข้ามโดยใช้เวลา 20 วินาทีโดยจะวิ่งลักษณะนี้รวมทั้งหมด 6 เที่ยว การบันทึกเวลาของการวิ่งเร็วตั้งแต่เริ่ม“ไป” จนถึง 30 เมตรของแต่ละเที่ยวบันทึกเวลาทุกเที่ยวละเอียดถึงทศนิยม 2 ตำแหน่งของวินาที

สูตรคำนวณค่า Sprint Decrement Score (%)

Sprint Decrement Score (%) =

[(sprint 1+ sprint 2+...+sprint 6) / (best sprint x 6) -1]x 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 44 การทดสอบความสามารถในการวิ่งเร็วสุดซ้ำระยะทางเดิม (Repeated Sprint Ability)

ภาคผนวก ญ
แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย Study I

ตารางที่ 52 แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย Study I

รหัส...................อายุ..............ปี น้ำหนัก..................กก ส่วนสูง..................ซม BMI.........กก/ม^2
ชีพจรขณะพัก.................ครั้ง/นาที ความดันโลหิต.............................มม.ปรอท

ตัวแปรที่วัด	ก่อนการทดสอบ	หลังการทดสอบ นาทีที่ 0	หลังทดสอบ นาทีที่ 3	หลังทดสอบ นาทีที่ 6	หลังทดสอบ นาทีที่ 9	หลังทดสอบ นาทีที่ 12	หลังทดสอบ นาทีที่ 15
ความเข้มข้นแลคเตทในเลือด (มิลลิโมลต่อลิตร)							
อัตราการกำจัดแลคเตท (ร้อยละ)							
อัตราการเต้นหัวใจ (ครั้งต่อนาที)							
VO_2(มิลลิลิตร/นาที)							
VCO_2(มิลลิลิตร/นาที)							
VE (ลิตร/นาที)							
ความสามารถการยืนกระโดดสูง (ซม.)							

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 53 แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย Study II

รหัส............ อายุ...........ปี น้ำหนัก............กก ส่วนสูง................ซม BMI...........กก./ม^2
ชีพจรขณะพัก.............ครั้ง/นาที ความดันโลหิต...............มม.ปรอท

ตัวแปรที่วัด	ก่อนการฝึก	หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6
VO_2 max (ml/kg/min)		
Anaerobic Power (watts/kg)		
Anaerobic Capacity (watts/kg)		
Fatigue Index (watts/s)		
Blood Lactate (mmole/L)		
Agility (s)		
Maximum Strength Knee Extension(Nm/kg) Knee Flexion (Nm/kg)		
Sprint 40 m (s)		
Repeated Sprint Ability (%)		
Rate of Force Development (N/ms)		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 54 แบบบันทึกเวลาการทดสอบ Repeated Sprint Ability

ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	
2	
3	
4	
5	
6	

ตารางที่ 55 แบบบันทึกเวลาการทดสอบ Running Base Anaerobic Sprint Test

ครั้งที่	เวลา (วินาที)
1	
2	
3	
4	
5	
6	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฎ

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

ตารางที่ 56 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงพักรูปแบบที่ 1

ลำดับที่	เนื้อหา	เวลา	เวลารวม
1.อบอุ่นร่างกาย	วิ่งเหยาะๆรอบสนาม	10 นาที	
2.รูปแบบการออกกำลังกาย	ยกน้ำหนักท่า clean pull ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาทีตามด้วยกระโดดท่า Vertical jump จำนวน 6 ครั้งพัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว 180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร นับเป็น 1เซต หลังจากนั้นพักระหว่างเซต 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 เซต	25 นาที	
3.ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ	ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	10 นาที	45 นาที

ตารางที่ 57 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 2

ลำดับที่	เนื้อหา	เวลา	เวลารวม
1.อบอุ่นร่างกาย	วิ่งเหยาะๆรอบสนาม	10 นาที	
2.รูปแบบการออกกำลังกาย	ยกน้ำหนักท่า clean pull ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 3 ครั้ง พัก 30 วินาทีตามด้วยกระโดดท่า Vertical jump จำนวน 6 ครั้งพัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร นับเป็น 1 เซต หลังจากนั้นพักระหว่างเซต 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 เซต	20 นาที	
3.ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ	ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	10 นาที	40 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 58 โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงพัก รูปแบบที่ 3

ลำดับที่	เนื้อหา	เวลา	เวลารวม
1.อบอุ่นร่างกาย	วิ่งเหยาะๆรอบสนาม	10 นาที	
2.รูปแบบการออกกำลังกาย	ยกน้ำหนักท่า clean pull ที่ความหนักร้อยละ 85 ของ 1 RM จำนวน 1 ครั้งพัก 15 วินาที ทำการยกน้ำหนักในลักษณะนี้ทั้งหมด 6 รอบ (1-1-1-1-1-1) เสร็จแล้วพัก 30 วินาทีตามด้วยกระโดดท่า Vertical jump จำนวน 6 ครั้งแล้วพัก 30 วินาที ตามด้วยวิ่งเร็วสุด 20 เมตรและกลับตัว180 องศาวิ่งเร็วสุดกลับมาอีก 20 เมตร นับเป็น 1 เซต หลังจากนั้นพักระหว่างเซต 3 นาที ทำการฝึกทั้งหมด 6 เซต	35 นาที	
3.ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ	ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	10 นาที	55 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฏ
โปรแกรมการฝึกทักษะฟุตบอลตามปกติ สัปดาห์ที่ 1-6

ตารางที่ 59 โปรแกรมการฝึกทักษะฟุตบอล ตามปกติ สัปดาห์ที่ 1-6

วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลา 17.00-18.30 น

ลำดับที่		เนื้อหา	เวลา	เวลารวม
1.	อบอุ่นร่างกาย	วิ่งเหยาะๆรอบสนาม และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	15 นาที	
2.	ฝึกทักษะฟุตบอล	ฝึกการรับส่งลูกบอล 2 คน และ 3 คน	15 นาที	
		ฝึกการควบคุมบอลและการหลบหลีกคู่ต่อสู้	25 นาที	
		ฝึกการโจมตีและการเข้าทำประตู	25 นาที	
3.	ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ		10 นาที	
				90 นาที

วันอังคารและวันพฤหัสบดี เวลา 16.00-18.00 น

ลำดับที่		เนื้อหา	เวลา	เวลารวม
1.	อบอุ่นร่างกาย	วิ่งเหยาะๆรอบสนาม และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	15 นาที	
2.	ฝึกทักษะฟุตบอล	ฝึกการป้องกันลูกโด่งและลูกเรียด	25 นาที	
		ฝึกการตั้งรับและสวนกลับ	30 นาที	
		ฝึกการเล่นเป็นกลุ่ม (Small Side Game)	40 นาที	
3.	ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ		10 นาที	
				120 นาที

ภาคผนวก ฐ
ใบรับรองการผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคน

COA. No. 2014/161.1212

Certificate of Approval
Central Institutional Review Board, Mahidol University (MU-CIRB)

Protocol No.: MU-CIRB 2014/148.1410

Title of Project: A Development of High Intensity Intermittent Training Program for Varsity Football Players
(Thesis for Ph.D.)

Principal Investigator: Associate Professor Arom Treeraj

Co- Investigator: Associate Professor Tavorn Kamutsri

Affiliation: Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Approval includes:
1) MU-IRB Submission form version date 11 December 2014
2) Research Protocol version date 14 October 2014
3) Participant Information Sheet for Phase I version date 11 December 2014
4) Informed Consent form version date 11 December 2014
5) Data Collection form version date 14 October 2014

Central Institutional Review Board, Mahidol University is in full compliance with International Guidelines for Human Research Protection such as Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guidelines and the International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP)

Date of Approval: 12 December 2014

Date of Expiration: 11 December 2015

Signature of MU-CIRB Chair: .... (Professor Shusee Visalyaputra) 12 December 2014 version date

Signature of Institute Representative: .... (Professor Prasit Palittapongarnpim) Vice President for Research 12 December 2014 version date

Office of the President, Mahidol University, 999 Phuttamonthon 4 Rd., Salaya, Phuttamonthon District, Nakhon Pathom 73170. Tel. (662) 8496224-5 Fax. (662) 8496274

MU-CIRB version date 19 August 2014

Documentary Proof of Central Institutional Review Board, Mahidol University

This document is a record of study related document/review

Protocol Title: A Development of High Intensity Intermittent Training Program for Varsity Football Players

Protocol No.: MU-CIRB 2014/148.1410

Type of document: Protocol Amendment

1. Participant Information Sheet Phase II for People aged 18 and older version date 25/05/2015 (Control Group)
2. Participant Information Sheet Phase II for People aged 18 and older version date 25/05/2015 (Sample Group)
3. Informed Consent form for People age 18 and older version date 25/05/2015

Principal Investigator: Asst. Prof. Arom Treeraj

Date of Approval: 28 May 2015

Central Institutional Review Board, Mahidol University is in full compliance with International Guidelines for Human Research Protection such as Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guidelines and the International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH-GCP)

.... 28 May 2015

(Professor Dr. Rutja Phuphaibul) Date

Cahirperson

MU-CIRB Address: Office of the President, Mahidol University, 4th Floor, Room Number 411
999 Phuttamonthon 4 Road, Salaya, Nakhonpathom 73170, Thailand
Tel: 66 (0) 2849 6220, 6223 **Fax:** 66 (0) 2849 6223
E-mail: mucirb.mahidol@gmail.com
Website: http://www.sp.mahidol.ac.th

ภาคผนวก ฑ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย

1.อาจารย์เอกวิทย์ แสวงผล	สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตกรุงเทพ
2.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร กมุทศรี	วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
3.อาจารย์มาโนช บุตรเมือง	ผู้ฝึกสอนอิสระ
4.Mr. Tom Thorp	นักวิทยาศาสตร์การกีฬา สโมสรฟุตบอลอาร์มี่ยูไนเต็ด
5.Mr.Carlos Sanchez Rubio	นักวิทยาศาสตร์การกีฬา สโมสรฟุตบอล SCG เมืองทองฯยูไนเต็ด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล นายอารมย์ ตรีราช

เกิดวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2515

สถานที่เกิด จ.ร้อยเอ็ด

ที่อยู่ปัจจุบัน 67/511 ม.4 ต.ท่าตำหนัก อ.นครชัยศรี
จ. นครปฐมรหัสไปรษณีย์ 73120

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา
จากโรงเรียนกีฬาเวชศาสตร์ ภาควิชาออร์โธปิดิกส์และ
กายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตรศิริราชพยาบาล
มหาวิทยาลัยมหิดลเมื่อปีการศึกษา 2538
สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขา วิทยาศาสตร์การกีฬา จากภาควิชา
วิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2540
เข้าศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เมื่อปีการศึกษา 2554

ประวัติการทำงาน อาจารย์ ประจำวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา
มหาวิทยาลัยมหิดล ตำแหน่ง อาจารย์ระดับ 4 เมื่อปี พ.ศ.2541
ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University