ผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

นายกิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE EFFECT OF TRAINING PROGRAM DEVELOPMENT ON ANAEROBIC THRESHOLD IN THAI FEMALE NATIONAL DOUBLE EVENT SEPAKTAKRAW ATHLETES

MR. Kittinon Charoonsrisawad

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science
School of Sports science
Chulalongkorn University
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย
โดย	นายกิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์: ผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย. (THE EFFECT OF TRAINING PROGRAM DEVELOPMENT ON ANAEROBIC THRESHOLD IN THAI FEMALE NATIONAL DOUBLE EVENT SEPAKTAKRAW ATHLETES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์, 101 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึกโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย จำนวน 4 คน อายุระหว่าง 20 – 24 ปี โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง กลุ่มตัวอย่างทุกคนเข้ารับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งเป็นการฝึกแบบหนักสลับเบา แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 โปรแกรมการฝึกมีความหนัก 95 – 100 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และระยะที่ 2 โปรแกรมการฝึกมีความหนัก 100 – 105 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า แต่ละระยะของโปรแกรมใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน ทำการทดสอบจุดเริ่มล้าด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวิธีวีสโลป ทดสอบก่อนและหลังเข้ารับการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ จุดเริ่มล้าแสดงค่าเป็นอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่า " ที "

ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ นักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงที่ได้รับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น +3.78 %

2. หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ นักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงที่ได้รับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง พบว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น +13.19 %

3. หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ นักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงที่ได้รับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง พบว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น +6.04 %

สรุปได้ว่าโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าสามารถเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์การกีฬา.....ลายมือชื่อนิสิตนิสิต.....กิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์.....

ปีการศึกษา.....2550.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

4978602739 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEY WORD: ANAEROBIC THRESHOLD / ANAEROBIC THRESHOLD TRAINING PROGRAM / V – SLOPE METHOD / DOUBLE EVENT SEPAKTAKRAW ATHLETES

KITTINON CHAROONSRISAWAD: THE EFFECT OF TRAINING PROGRAM DEVELOPMENT ON ANAEROBIC THRESHOLD IN THAI FEMALE NATIONAL DOUBLE EVENT SEPAKTAKRAW ATHLETES. THESIS PRINCIPAL ADVISOR: ASST. PROF. CHALERM CHAIWATCHARAPORN, Ed.D, 101 pp.

The purpose of this research was to study the effect of training program development on anaerobic threshold (AnT) by comparing the results before and after training in Thai female national double event sepaktakraw athletes. The subjects were 4 Thai female national double event sepaktakraw athletes; aged between 20 – 24 years old, sampled by purposive random sampling. All subjects were trained with AnT training program. The AnT training program was interval exercise training and divided into 2 phases: The first phase, subjects were trained at 95 – 100 % of heart rate at AnT; The second phase, subjects were trained at 100 – 105 % of heart rate at AnT. Each phase was performed 2 times a week for 3 weeks. AnT was assessed by gas exchange analysis which based on V – slope method. AnT showed results as heart rate and oxygen consumption at AnT. The results were analyzed in term of means, standard deviation, percentage and t-test was used to determine the significant differences.

Research results indicated that:

1. After 6 weeks of the experiment, female sepaktakraw athletes who trained with the AnT training program showed no significant difference increased in heart rate at AnT ($P < .05$), but there were increasing +3.78 %.

2. After 6 weeks of the experiment, female sepaktakraw athletes who trained with the AnT training program showed significant difference increased in oxygen consumption at AnT ($P < .05$), and there were increasing +13.19 %.

3. After 6 weeks of the experiment, female sepaktakraw athletes who trained with the AnT training program showed no significant difference increased in maximal oxygen consumption ($P < .05$), but there were increasing +6.04 %.

Conclusion: The AnT training program can increase AnT in Thai female national double event sepaktakraw athletes.

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

Academic Year..... 2007.....Principal Advisor's Signature : .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ ดร.สมชาย ประเสริฐศิริพันธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์ และอาจารย์ถนอมศักดิ์ เสนาคำ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัยในครั้งนี้ ตั้งแต่เริ่มต้นทำงานวิจัย ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณวีรัส ณ หนองคาย หัวหน้าผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย และเรืออากาศเอก คมกฤษ ทับแก้ว ผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีคุณค่ายิ่งในการให้คำปรึกษา ตรวจสอบโปรแกรมการฝึก ซึ่งใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ที่ให้ความร่วมมือกับการวิจัยอย่างดียิ่ง คณะผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทยที่ให้คำแนะนำอันมีค่า และนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่เป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย และสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตองครักษ์ และการกีฬาแห่งประเทศไทย ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆซึ่งใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและนิสิตทุกท่านของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตองครักษ์ ที่ช่วยเก็บข้อมูลทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จตามจุดมุ่งหมาย รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ นิสิตบัณฑิตศึกษาสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ซึ่งผู้วิจัยระลึกถึงตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณขนบ จรูญศรีสวัสดิ์ คุณขจีรัตน์ จรูญศรีสวัสดิ์ ครอบครัวจรูญศรีสวัสดิ์และครอบครัวเมืองสง ที่คอยเอาใจใส่ดูแลและให้กำลังใจตลอดมา นางสาวศิวาภรณ์ โคตรสุมาตย์ ที่ช่วยเหลือผู้วิจัยและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีอุปการคุณทุกท่านของผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ฎ
สารบัญแผนภูมิ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5
สมมติฐานของการวิจัย..... 5
ขอบเขตของการวิจัย..... 5
ข้อตกลงเบื้องต้น..... 6
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 7
ประโยชน์ที่ได้รับ..... 8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9
ระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย..... 9
จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์..... 14
กรดแลคติกในการออกกำลังกาย..... 17
วิธีการทดสอบระดับจุดเริ่มล้า..... 20
การพัฒนาความอดทนของระบบพลังงานในการออกกำลังกาย..... 24
โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า..... 29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ..... 32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ..... 34

3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 41
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 41

บทที่ หน้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย……. 41
รูปแบบการวิจัย……..... 42
วิธีการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล……..... 42
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ…… 45

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล……. 46

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ…….. 61
สรุปผลการวิจัย..... 62
อภิปรายผล…….. 64
ข้อเสนอแนะ…… 70

รายการอ้างอิง…… 71

ภาคผนวก.....……..... 78
ภาคผนวก ก ……..... 79
ภาคผนวก ข ……..... 80
ภาคผนวก ค 85
ภาคผนวก ง 87
ภาคผนวก จ 94
ภาคผนวก ฉ 99

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 101

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ขั้นตอนการทดสอบแบบบรู๊ซโปรโตคอล.....	44
2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ การทดสอบค่า “ที” ของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์.....	47
3	ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์.....	49
4	ค่าสถานภาพของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 1 ก่อนและหลังการทดลอง.....	53
5	ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 1.....	54
6	ค่าสถานภาพของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 1 ก่อนและหลังการทดลอง.....	55
7	ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 1.....	56
8	ค่าสถานภาพของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 2 ก่อนและหลังการทดลอง.....	57

ตารางที่ หน้า

9 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 2..... 58

10 ค่าสถานภาพของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 2 ก่อนและหลังการทดลอง..... 59

11 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 2..... 60

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปภาพที่		หน้า
1	การใช้พลังงานในการออกกำลังกายขณะช่วงเวลาแตกต่างกัน.....	10
2	ระบบพลังงานแบบฉับพลัน.....	10
3	ระบบพลังงานแบบระยะสั้น.....	11
4	ระบบพลังงานระยะยาวเมื่อใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานหลัก.....	12
5	ระบบพลังงานระยะยาวเมื่อใช้ไตรกลีเซอร์ไรด์เป็นแหล่งพลังงานหลัก.....	13
6	สัดส่วนของระบบพลังงานที่ใช้ในกีฬาชนิดต่างๆ.....	14
7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแลคเตทในเลือดและความหนัก ในการออกกำลังกาย.....	15
8	การแตกตัวและการตรึงไฮโดรเจนอิออน.....	16
9	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และ ปริมาณออกซิเจนโดยวิธีแบบวีสโลปในการหาค่าจุดเริ่มล้า.....	22
10	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและความเร็ว ในการวิ่งเพื่อหาค่าจุดเริ่มล้าโดยวิธีการทดสอบแบบคอนโคนี.....	23
11	ตัวอย่างการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ระดับจุดเริ่มล้า.....	31

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	40
2	ขั้นตอนในการทำวิจัย.....	45
3	ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย.....	50
4	ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย.....	51
5	ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย.....	52

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันกีฬาตะกร้อได้มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องทั้งรูปแบบการเล่น กติกาการแข่งขัน การจัดการแข่งขันที่มีความเป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น จนก้าวเข้าสู่การเป็นกีฬายอดนิยมที่สามารถสร้างชื่อเสียงและเหรียญรางวัลให้แก่ประเทศไทยในการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ และกีฬาเอเชียนเกมส์ โดยกีฬาตะกร้อได้จัดให้มีการแข่งขันด้วยกันหลายประเภท ได้แก่ เซปักตะกร้อทีมชุด (Team) ทีมเดี่ยว (Regu) ประเภทคู่ (Double) และตะกร้อลอดห่วงสากล (Hoop Takraw) การแข่งขันกีฬาตะกร้อของนักกีฬาหญิงในระดับนานาชาติได้ถูกจัดขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อประเทศอินโดนีเซียเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ ครั้งที่ 19 ณ กรุงจากาตาร์ ในปี พ.ศ. 2540 โดยได้บรรจุกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทั้งทีมชุดและทีมเดี่ยว เพิ่มขึ้นอีก 2 เหรียญทองเป็นครั้งแรก

ต่อมากีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ได้ถือกำเนิดขึ้นจากการที่สหพันธ์เซปักตะกร้อนานาชาติ (ISTAF – International Sepaktakraw Federation) บรรจุเข้าแข่งขันเป็นครั้งแรกในกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 23 ณ กรุงมนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ ในปี พ.ศ. 2548 (สุจินต์ แก้วสว่าง, 2548)

สำหรับกติกาการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่นั้น ให้ใช้กติกากีฬาเซปักตะกร้อของสหพันธ์เซปักตะกร้อนานาชาติ แต่มีบางส่วนที่แตกต่างจากกีฬาเซปักตะกร้อซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การแข่งขันมี 2 ทีม ประกอบด้วยผู้เล่นฝ่ายละ 2 คน ผู้เล่นสำรอง 1 คน
2. ผู้เล่น 1 ใน 2 คนจะเป็นผู้เสิร์ฟลูกด้วยตัวเองและอยู่ด้านหลังเส้นสนาม โดยสลับกันเสิร์ฟ
3. ผู้เล่นอีกคนหนึ่งจะยืนอยู่ที่ใดก็ได้ในแดนของตนเอง
4. ผู้เล่นคนหนึ่งสามารถเล่นลูกได้ไม่เกิน 3 ครั้ง หรือเมื่อรวมสองคนต้องไม่เกิน 3 ครั้ง
5. การเปลี่ยนตัวผู้เล่นจะกระทำเวลาใดก็ได้ โดยกำหนดให้เปลี่ยนตัวผู้เล่นครั้งละ 1 คน และต้องไม่เกิน 2 ครั้งต่อ 1 เกม (Set)
6. ทีมใดมีผู้เล่นน้อยกว่า 2 คน จะไม่อนุญาตให้ทำการแข่งขัน และจะปรับทีมนั้นเป็นฝ่ายแพ้การแข่งขัน

จากรูปแบบกติกาการแข่งขันของกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ที่มีความเป็นสากล ทำให้กีฬาชนิดนี้มีแนวโน้มเป็นกีฬาที่จะได้รับความนิยมและมีการจัดการแข่งขันในระดับนานาชาติอย่างเป็นประจำ เช่น กีฬาซีเกมส์ กีฬาเอเชียนเกมส์ และการแข่งขันคิงส์คัพ เป็นต้น ส่งผลให้ไทยซึ่งเป็นมหาอำนาจของวงการกีฬาตะกร้อในระดับสากลย่อมต้องให้ความสำคัญกับกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ด้วย เพื่อทำให้ทีมตะกร้อหญิงของไทยสามารถรักษาระดับความสามารถในการแข่งขันให้มีความเป็นเลิศและเป็นผู้นำได้ตลอด การนำวิทยาศาสตร์การกีฬามาประยุกต์ใช้จัดเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้วงการกีฬาตะกร้อของไทยบรรลุเป้าหมายตามที่คาดหวังไว้ โดยผู้ฝึกสอนและทีมงานจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นอย่างดี ต้องมีการนำหลักการและทฤษฎีมาพัฒนาประยุกต์กับการคัดเลือกตัว การเตรียมทีมฝึกซ้อม และการจัดทำโปรแกรมการฝึกซ้อมเพื่อให้นักกีฬามีความสมบูรณ์ที่สุดและสอดคล้องกับความต้องการทางสรีรวิทยาของนักกีฬาแต่ละคน เพื่อที่นักกีฬาจะได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ตลอดระยะเวลาที่มีการแข่งขัน

ในขณะฝึกซ้อมหรือแข่งขัน ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นกับนักกีฬาเป็นขีดจำกัดในการแสดงความสามารถของนักกีฬา ซึ่งความเมื่อยล้าเป็นภาวะที่ร่างกายเริ่มเกิดการสะสมกรดแลคติก (Lactic Acid) ปริมาณมากในกระแสเลือด เรียกได้ว่าเป็นสารที่ทำให้เกิดการเมื่อยล้า (Fatigue Substance) (ประทุม ม่วงมี, 2527) และในวงการสรีรวิทยาการออกกำลังกายได้ยอมรับกันว่า “การที่ร่างกายมีกรดแลคติกสะสมมากเกินไปเป็นสาเหตุของความเมื่อยล้า” (Lamb อ้างถึงใน อนุรัติ มีเพชร, 2539) ดังนั้นจึงมีการศึกษาเกี่ยวกับกรดแลคติกในร่างกาย ซึ่งพบว่าผู้ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ในภาวะปกติขณะพักจะมีกรดแลคติกประมาณ 1 – 2 มิลลิโมล/ลิตร (Peter, 1992) การออกกำลังกายที่มีความหนักเพิ่มขึ้นจะทำให้กรดแลคติกในโลหิตมีปริมาณเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากร่างกายมีอัตราลดลง จึงส่งผลให้มีปริมาณกรดแลคติกในโลหิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เรียกว่า ระดับกั้นแลคเตท (Lactate Threshold) ซึ่งมีกรดแลคติกสะสมประมาณ 4 มิลลิโมล/ลิตร ถ้าพิจารณาในด้านระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย ภาวะที่ร่างกายมีความสมดุลระหว่างการเกิดกรดแลคติกและการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก โดยภาวะนี้ร่างกายจะใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy) เมื่อความหนักในการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นจนกระทั่งร่างกายไม่สามารถนำออกซิเจนมาใช้ได้เพียงพออย่างที่ต้องการ ร่างกายจะผลิตพลังงานจากการเผาผลาญของระบบการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy) จุดที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงระบบพลังงานก็คือ จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) ภายหลังจากสภาวะนี้ร่างกายจะเริ่มมีการสะสมกรดแลคติกปริมาณมากในกระแสเลือด ดังนั้นเมื่อออกกำลังกายต่อไปก็จะทำให้ร่างกายเสียสมดุลและเกิดผลกระทบต่อการออกกำลังกายหรือการทำงานของร่างกาย (Robergs et al., 1997)

การศึกษาเพื่อหาค่าจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ในขณะฝึกซ้อมหรือแข่งขัน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานมีความสำคัญในการพัฒนาการออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อนักกีฬาแต่ละคน การศึกษาเพื่อทดสอบหาค่าจุดเริ่มล้าสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ วิธีการทดสอบทางตรง (Invasive) โดยการหาจุดเริ่มล้าจากตัวอย่างเลือดของผู้ทดสอบ ทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือสูง แต่มีข้อเสียจากความเสี่ยงในการใช้เครื่องมือเจาะเลือดและยังมีผลต่อสภาพจิตใจของนักกีฬาที่เข้ารับการทดสอบ อันจะส่งผลต่อสมรรถภาพในการออกกำลังกายได้ (โรม วงศ์ประเสริฐ, 2545) และการศึกษาโดยวิธีการทดสอบทางอ้อม (Non – Invasive) เช่น การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ (Gas Exchange Analysis) ซึ่งพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจน เมื่อความหนักของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจนก็จะเปลี่ยนแปลงและเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง ซึ่งจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงก็คือจุดเริ่มล้า เรียกวิธีการนี้ว่า วิธีวีสโลป (V – Slope Method) (Beaver et al., 1986) นอกจากนี้ยังมีการทดสอบแบบภาคสนาม (Field Test) ด้วยวิธีของคอนโคนี (Conconi Test) ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบทางอ้อมวิธีหนึ่ง โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณความหนักของงานจนกระทั่งความสัมพันธ์เริ่มเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจุดที่ความสัมพันธ์เริ่มเปลี่ยนแปลงไปเรียกว่า จุดหักเหของชีพจร (Deflection Point) (Conconi et al., 1982)

การประเมินความต้องการในการใช้พลังงานที่เหมาะสมและมีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดกีฬา จะทำให้ผู้ฝึกสอนสามารถกำหนดโปรแกรมการฝึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาความต้องการการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬาเซปักตะกร้อ ทำให้ทราบถึงลักษณะของกีฬาชนิดนี้ กล่าวคือ กีฬาเซปักตะกร้อเป็นกีฬาที่ไม่ต่อเนื่องและมีความหนักสูง (High Intensity Intermittent Exercise) (ถนอมศักดิ์ เสนาคำ, 2541) เนื่องจากทักษะและการเคลื่อนไหวที่ใช้ในการแข่งขันนั้นต้องการพลังงานในปริมาณสูงและใช้เวลาสั้นๆ ซึ่งประกอบด้วย การเสิร์ฟ การสกัดกั้น การกระโดดฟาดทำคะแนน การตั้งลูก การวิ่งไปรับลูกในระยะสั้นๆ ทำให้สรุปได้ว่าระบบพลังงานแบบฉับพลัน (ATP – PCr) มีอิทธิพลสำคัญต่อนักกีฬาในการแสดงทักษะที่ต้องใช้ความหนักสูงและทำซ้ำหลายๆ ครั้งในระหว่างการแข่งขัน แต่เมื่อประสิทธิภาพในการทำงานของระบบพลังงานแบบฉับพลันลดลง เพราะร่างกายไม่สามารถผลิตครีอะทีนฟอสเฟต (Phosphocreatine : PCr) ขึ้นมาใหม่ได้ทันตามความต้องการของร่างกาย มีผลให้ประสิทธิภาพในการแสดงทักษะของนักกีฬาลดลงด้วย ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการฟื้นตัวของระบบพลังงานแบบฉับพลัน เนื่องจากความสามารถในการใช้ออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับกระบวนการสร้างครีอะทีนฟอสเฟตขึ้นมาใช้ใหม่ ดังนั้นการมีสมรรถภาพ

ของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพย่อมจะมีประโยชน์ต่อนักกีฬา (Tomlin and Wenger, 2001)

ในปัจจุบันกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ไม่มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการในการใช้พลังงานขณะแข่งขันและการฝึกการใช้ระบบพลังงานที่เหมาะสมกับชนิดกีฬา จึงไม่มีข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ถึงการใช้พลังงานของนักกีฬาในเกมการแข่งขันได้อย่างชัดเจน แต่เมื่อวิเคราะห์จากรูปแบบการเล่น ทักษะและการเคลื่อนไหวของผู้เล่น ซึ่งผู้เล่นทั้งสองคนของกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่จะต้องมีทักษะที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากกีฬาประเภทนี้ไม่มีตำแหน่งที่ชัดเจนเหมือนกับกีฬาเซปักตะกร้อที่มีการกำหนดตำแหน่งไว้อย่างชัดเจน ทำให้ผู้เล่นทั้งสองคนจะต้องแสดงทักษะต่างๆ ได้อย่างสม่ำเสมอและมีประสิทธิภาพทั้งการเสิร์ฟ การสกัดกั้น การทำคะแนน และการตั้งลูก นอกจากนี้การมีพื้นที่ในการเล่นเพิ่มขึ้น จะทำให้นักกีฬาต้องมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นและรักษาระดับความเร็วของการเคลื่อนไหวให้มีประสิทธิภาพตลอดเกมการแข่งขัน โดยเฉพาะในเกมส์ที่นักกีฬามีความสามารถใกล้เคียงกัน เช่น นัดชิงชนะเลิศ ซึ่งหมายความว่านักกีฬาต้องมีสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและกล้ามเนื้อที่สูง เพื่อให้ร่างกายสามารถนำออกซิเจนมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มความสามารถของขบวนการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกทำให้ร่างกายสามารถขยายระยะเวลาการสะสมกรดแลคติกในกระแสเลือดซึ่งจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิกเธรชโฮลด์ ถือว่าเป็นตัวบ่งชี้สมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตได้เป็นอย่างดี (Allen et al., 1985; Edward et al., 2003) ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้าจึงจัดเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ที่จะช่วยพัฒนาสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และลดอาการเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากกรดแลคติก (Browning and Sleamaker, 1996) ซึ่งได้มีแนวคิดและการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้ากล่าวคือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนักระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อยจะทำให้ร่างกายของนักกีฬาสามารถขยายเวลาการเกิดจุดเริ่มล้า เนื่องจากร่างกายมีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่ดีขึ้นจากประสิทธิภาพในการทำงานระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Henritze et al., 1985; Daniel, 1989; Burke et al., 1994) อย่างไรก็ตามโปรแกรมการฝึกต้องวางแผนทำการฝึกอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาเซลล์กล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพในการใช้ออกซิเจนและมีความอดทนต่อการสะสมของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้นจึงจะมีประโยชน์ต่อนักกีฬาอย่างแท้จริง (http://www.brianmac.demon.co.uk/ lactic. html, 2000)

จากความสำคัญของผลกระทบจากการเกิดกรดแลคติกสะสมเพิ่มขึ้นในร่างกายขณะออกกำลังกายจนกระทั่งถึงจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ เมื่อทราบและเข้าใจในข้อมูลจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ฝึกสอน ในการที่จะทราบสมรรถภาพของนักกีฬาแต่ละคน เพื่อนำไป

จัดเตรียมเป็นโปรแกรมการพัฒนานักกีฬาแต่ละคน รวมทั้งยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของโปรแกรมการฝึกในการทำงานระดับเดียวกัน ระยะเดียวกัน หรือความหนักของกิจกรรมเท่ากัน ผู้ที่มีอัตราการเกิดกรดแลคติกสะสมช้าที่สุดจะสัมพันธ์กับการเกิดจุดเริ่มล้าช้าที่สุดจะเป็นผู้ที่ได้เปรียบจากการทำงานนั้น ถ้าหากกล่าวถึงสถานการณ์การแข่งขันกีฬาบุคคลนั้นย่อมเป็นผู้ที่มีโอกาสได้รับชัยชนะค่อนข้างสูง (โรม วงศ์ประเสริฐ, 2545)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาให้ถึงจุดสูงสุดและเป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมที่มีคุณภาพต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

สมมติฐานของการวิจัย

โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งใช้ในการวิจัยครั้งนี้สามารถเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยได้ โดยที่หลังเข้ารับการฝึกนักกีฬามีอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าสูงกว่าก่อนเข้ารับการฝึก ซึ่งแสดงว่าร่างกายของนักกีฬามีความสามารถในการขยายระยะเวลาของการเกิดจุดเริ่มล้าให้นานขึ้นกว่าก่อนการฝึก

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยจำนวน 4 คน ซึ่งเข้าร่วมเก็บตัวเพื่อทำการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 24 โดยทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 15 ตุลาคม – 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตองครักษ์

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

3.1 การฝึกในระยะที่ 1 ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 95-100 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

3.2 การฝึกในระยะที่ 2 ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 100-105 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

4.1 ตัวแปรอิสระ คือ โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

4.2 ตัวแปรตาม คือ จุดเริ่มล้าซึ่งแสดงผลเป็นค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า มีหน่วยเป็นครั้งต่อนาที

5. การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทำการทดลองในสภาวะจริงของการฝึกซ้อมเพื่อเตรียมเข้าร่วมแข่งขันจึงไม่มีกลุ่มควบคุม ซึ่งนักกีฬาบางคนอาจจะมีอาการบาดเจ็บและมีความกดดันหรือภาวะเครียดที่แตกต่างกันไป

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้วิจัยได้อธิบายถึงขั้นตอนการวิจัยและข้อตกลงเบื้องต้นกับนักกีฬาทุกคนของการฝึกโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยจนเป็นที่เข้าใจอย่างดี

2. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมปัจจัยการดำรงชีวิตประจำวันของนักกีฬาและโปรแกรมฝึกซ้อมของผู้ฝึกสอน ยกเว้นโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย ดังนั้นข้อค้นพบที่เกิดขึ้นจึงถือเป็นผลมาจากโปรแกรมการฝึกที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้น

3. การทดสอบจุดเริ่มล้าที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นวิธีการทดสอบแบบทางอ้อมด้วยวิธีการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวิธีวีสโลป (V – Slope Method) ซึ่งผลการทดสอบมีความน่าเชื่อถือและนำไปใช้ได้จริง

4. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 4 คน ถือว่าเพียงพอในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เนื่องจากนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงที่เข้าเก็บตัวฝึกซ้อมในนามทีมชาติไทยมีจำนวนเพียงแค่ 4 คนเท่านั้น

5. ในการทดสอบจุดเริ่มล้าและทำการฝึกตามโปรแกรมทุกครั้ง ดำเนินการโดยผู้วิจัยชุดเดียวกัน ในช่วงเวลา สถานที่ และสภาวะแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold : AnT) หมายถึง จุดเริ่มของการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากแบบใช้ออกซิเจนเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือเป็นจุดเริ่มมีการสะสมกรดแลคติกประมาณ 4 มิลลิโมล/เลือด 1 ลิตร โดยอยู่ในระดับการทำงานประมาณ 80 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือเป็นเปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยนักวิ่งมาราธอนและนักจักรยานชั้นนำจะสามารถรักษาระดับไว้ได้ที่ 80 – 90 % ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ขณะที่นักกีฬาทั่วๆไปจะสามารถรักษาระดับไว้ได้ที่ 70 – 75 % ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายหลังภาวะนี้จะมีการสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการเมื่อยล้าและมีผลกระทบต่อการทำงานของร่างกาย

กรดแลคติก (Lactic Acid) หมายถึง สารที่เกิดจากการเผาผลาญกลูโคสโดยระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน เมื่อร่างกายมีออกซิเจนไม่เพียงพอทำให้กระบวนการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกเสียสมดุลจึงเกิดการสะสมในกล้ามเนื้อแล้วแพร่กระจายออกมาสู่กระแสเลือด ถ้าร่างกายมีกรดนี้มากกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อจะถูกยับยั้งทำให้เกิดความเจ็บปวดเมื่อยล้า มีหน่วยเป็น มิลลิโมลต่อเลือด 1 ลิตร

อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับความหนักของการเกิดจุดเริ่มล้ามีค่าประมาณ 80 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นตัวแปรที่ใช้ในการแสดงค่าจุดเริ่มล้า มีหน่วยเป็น ครั้งต่อนาที

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่สามารถนำออกซิเจนไปใช้ในการออกกำลังกายจนถึงจุดเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากแบบใช้ออกซิเจนเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน เนื่องจากความหนักของการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้น พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นและปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายนำไปใช้มีการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง เป็นตัวแปรที่ใช้ในการแสดงค่าจุดเริ่มล้า สามารถหาค่าได้ด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อนาทีต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption) หมายถึง ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ในการออกกำลังกายที่มีความหนักเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งหมดแรง มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อนาทีต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

ความเมื่อยล้า (Fatigue) หมายถึง ภาวะการหมดแรงของกล้ามเนื้อจากการใช้แรงพยายามในการทำงานเป็นเวลานาน หรือการสะสมของเสียที่เกิดขึ้นจากการเผาผลาญพลังงานในปริมาณมาก โดยปกติการฝึกความอดทนมีผลชะลอการเกิดความเมื่อยล้า

การทดสอบแบบวิธีวีสโลป (V – Slope Method) หมายถึง วิธีการทดสอบหาจุดเริ่มล้าทางอ้อมด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจน เมื่อความหนักของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจนก็จะเปลี่ยนแปลงและเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง ซึ่งจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงก็คือ จุดเริ่มล้า

โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า หมายถึง โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 2 ระดับ คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 95-100 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และโปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 100-105 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

การฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) หมายถึง ระบบการฝึกที่เปลี่ยนแปลงความหนักของงานสลับหนักและเบา มีระยะเวลาพักในการออกกำลังกายแต่ละชุด การฝึกแบบนี้จะกำหนดช่วงเวลาการฝึกและการพักได้อย่างชัดเจน

กีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ หมายถึง กีฬาเซปักตะกร้อประเภทหนึ่งที่มีผู้เล่นฝ่ายละ 2 คน สำหรับกติกาการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่นั้นถูกกำหนดโดยสหพันธ์เซปักตะกร้อนานาชาติ

นักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ หมายถึง นักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ซึ่งเข้าร่วมเก็บตัวเพื่อทำการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 24

การฟื้นสภาพ (Recovery) หมายถึง การพักร่างกายจากการทำงานเพื่อให้ร่างกายคืนสู่สภาพปกติ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย สามารถเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าได้ โดยที่นักกีฬาสามารถขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้าให้นานขึ้นกว่าเดิม
2. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในการวิจัยครั้งนี้มีความเหมาะสมกับนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย
3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการฝึกกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย จึงรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็นข้อมูลในการศึกษาวิจัยดังนี้

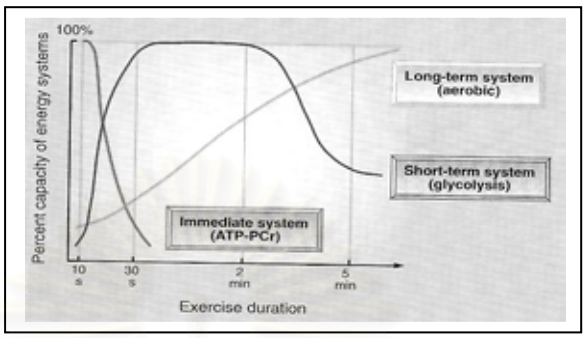
ก. เอกสารที่เกี่ยวข้อง
   1. ระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย
   2. จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์
   3. กรดแลคติกในการออกกำลังกาย
   4. วิธีการทดสอบระดับจุดเริ่มล้า
   5. การพัฒนาความอดทนของระบบพลังงานในการออกกำลังกาย
   6. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
   2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

1. ระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย

พลังงานนับเป็นปัจจัยหลักในการออกกำลังกาย หรือการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานสำหรับนักกีฬาถือว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการปฏิบัติทักษะต่างๆและพลังงานนั้นจะแสดงออกมาในรูปต่างๆ เช่น กำลัง ความแข็งแรง ความเร็ว ความอดทน ดังนั้นนักกีฬาและผู้ฝึกสอนที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้พลังงานในกีฬาในแต่ละประเภทจะทำให้การแข่งขันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในกีฬาแต่ละประเภทนั้นมีความต้องการในการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน เช่น นักกีฬายกน้ำหนัก จะใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งแตกต่างจากนักกีฬาเซปักตะกร้อที่ใช้พลังงานแบบผสมผสานทั้งการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy System) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System) จากการวิจัยของ ถนอมศักดิ์ เสนาคำ (2541) ได้ศึกษาถึงความต้องการพลังงานในขณะแข่งขันเซปักตะกร้อ พบว่า กีฬาเซปักตะกร้อมีการใช้ระบบพลังงาน

แบบผสมผสานกันระหว่าง การใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนสูงถึง 75 % และพลังงานแบบใช้ออกซิเจน 25 % ซึ่งการใช้พลังงานทั้งสองระบบนี้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่แตกต่างกันออกไป เช่น ความหนักของงาน ระยะเวลาในการออกกำลังกาย เป็นต้น (McArdle et al., 2000) (รูปที่ 1)

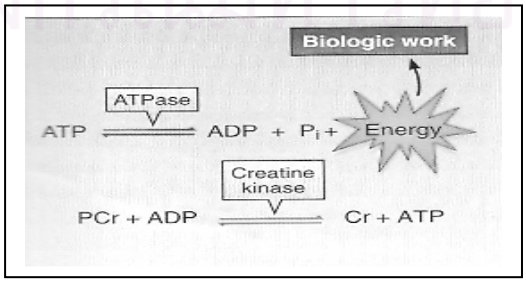


รูปที่ 1 การใช้พลังงานในการออกกำลังกายขณะช่วงเวลาแตกต่างกัน

แหล่งที่มา: McArdle et al., 2000

ระบบพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนไหวในกีฬาทุกประเภทประกอบด้วย 3 ระบบ ดังนี้

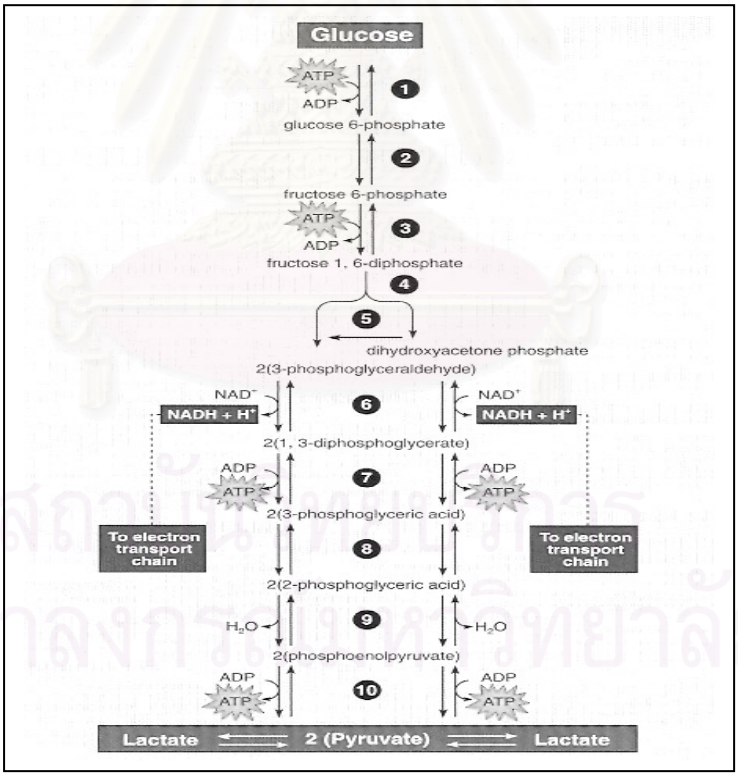
1. ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate Energy System) (รูปที่ 2) ให้พลังงานเพียงพอสำหรับในช่วงระยะเวลา 10 วินาทีแรกของการออกกำลังกาย โดยใช้เอทีพี (Adenosine Triphosphate: ATP) ที่สะสมในกล้ามเนื้อและการสังเคราะห์ขึ้นใหม่จากครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine Phosphate: CP) ที่ถูกเก็บสะสมในกล้ามเนื้อ เอทีพีที่ถูกเก็บไว้ในกล้ามเนื้อจะสลายตัวให้พลังงานซึ่งกล้ามเนื้อนำไปใช้ในการหดตัวและกลายเป็นเอดีพี (Adenosine Diphosphate : ADP) เมื่อเอทีพีถูกใช้หมดไปกล้ามเนื้อมัดนั้นจะหมดสภาพการทำงานหรือหมดแรงหดตัวต่อไปไม่ได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างสารเอทีพีขึ้นมาใหม่ กล้ามเนื้อจึงจะสามารถทำงานได้ต่อไปอีก โดยสร้างจากระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen) โดยใช้พลังงานจากสารครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine Phosphate: CP) กระบวนการนี้เกิดจากการมีปฏิกิริยาสองครั้งติดต่อกันคือ ครีเอทีนฟอสเฟตแตกตัวก่อนให้ฟอสเฟต แล้วจึงทำให้เอดีพีรวมตัวกับฟอสเฟตกลายเป็นเอทีพี (McArdle et al., 2000)



รูปที่ 2 ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate Energy System)

แหล่งที่มา: McArdle et al., 2000

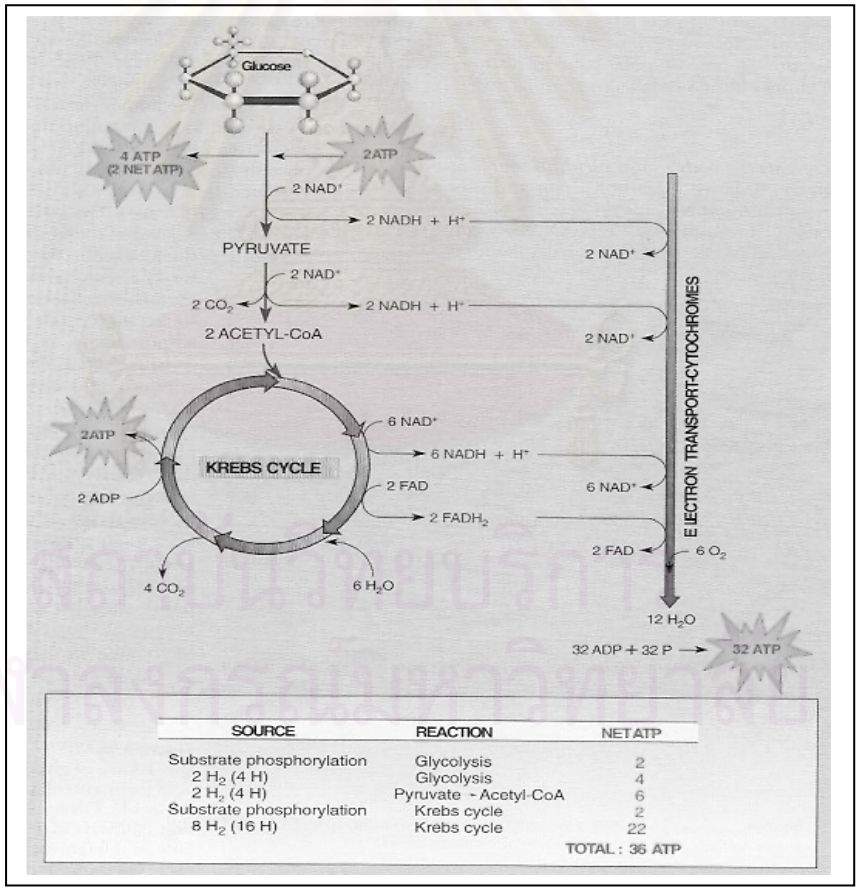
2. ระบบพลังงานแบบระยะสั้น (Short – Term Energy System) (รูปที่ 3) จะทำงาน 10 – 15 วินาที หลังจากการออกกำลังกายอย่างหนัก และสร้างพลังงานจากระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนจากกระบวนการไกลโคไลซิส (Anaerobic Glycolysis) ทำให้เกิดเอทีพีขึ้นมาใหม่อย่างรวดเร็วจากกลูโคส (Glucose) และไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ (Muscle Glycogen) พลังงานชนิดนี้สามารถสร้างเอทีพีในอัตราสูงซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน ในระยะเวลา 2 – 3 นาที และจะไม่สามารถสร้างเอทีพีในอัตราที่สูงนานเกินกว่า 2 – 3 นาที เพราะปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก (Lactic Acid) ที่เพิ่มขึ้นในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลผลิตที่สำคัญในกระบวนการนี้ จะทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ลดลง ส่งผลให้โปรตีนต่างๆ ทำงานได้น้อยลง และเกิดภาวะกล้ามเนื้อล้า (Muscle Fatigue) (McArdle et al., 2000) ถ้ามีการสะสมของกรดแลคติกในปริมาณที่สูงพลังงานระบบนี้จะลดต่ำลงเรื่อยๆ ยิ่งถ้ากล้ามเนื้อต้องทำงานนานๆความสามารถในการผลิตพลังงานนี้ก็จะลดน้อยลงตามลำดับจนกระทั่งผลิตได้ต่ำกว่า 10 % ของพลังงานที่ต้องการใช้ในขณะนั้น และเมื่อกล้ามเนื้อทำงานต่อเนื่องออกไปอีก ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนจะเข้ามามีบทบาทสำคัญแทน (เจริญ กระบวนรัตน์, 2538)



รูปที่ 3 ระบบพลังงานแบบระยะสั้น (Short – Term Energy System)

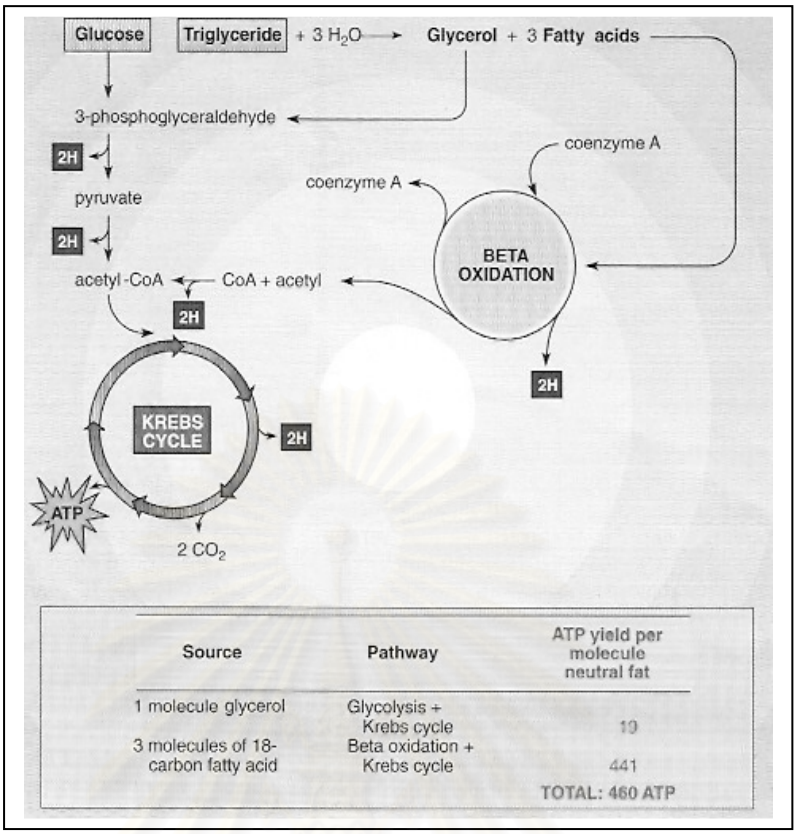
แหล่งที่มา: McArdle et al., 2000

3. ระบบพลังงานแบบระยะยาว (Long – Term Energy System) เป็นการใช้พลังงานเอทีพีจากการเผาผลาญ กลูโคส, ไกลโคเจน, กรดไขมัน, และไตรกลีเซอร์ไรด์ โดยอาศัยออกซิเจน การให้พลังงานในระบบนี้จะได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูกกำจัดออกทางปอดและผิวหนัง ไม่มีการสะสมของสารเหล่านี้ไว้ในเซลล์ ดังนั้นเซลล์จะสามารถเผาผลาญสารอาหารโดยผ่านวิถีเมตาบอลิซึมไกลโคไลซีสและวัฏจักรเครบส์ (Krebs Cycle) ในระบบนี้จะให้พลังงานในรูปเอทีพีได้สูงสุด 36 เอทีพี ต่อหนึ่งโมเลกุลของกลูโคส (รูปที่ 4) หรือ 460 เอทีพี ต่อหนึ่งโมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์ที่มีกรดไขมันประกอบด้วยคาร์บอน 18 ตัว (รูปที่ 5) การออกกำลังกายที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอและไม่หนักมากเกินไปจะใช้ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนเป็นแหล่งพลังงานหลักโดยไม่เกิดกรดแลคติกขึ้นในระหว่างการออกกำลังกาย ข้อจำกัดของระบบพลังงานชนิดนี้ คือ การขนส่งออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อที่ต้องการใช้พลังงานในระยะเวลาสั้นอาจมีไม่เพียงพอ ทำให้เซลล์ต้องกลับไปใช้ระบบพลังงานแบบฉับพลัน และระยะสั้นแทนในช่วงสุดท้ายของการแข่งขัน หรือในกรณีต้องการพลังงานจำนวนมากในระยะสั้น (McArdle et al., 2000)



รูปที่ 4 ระบบพลังงานระยะยาว (Long – Term Energy System) เมื่อใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานหลัก

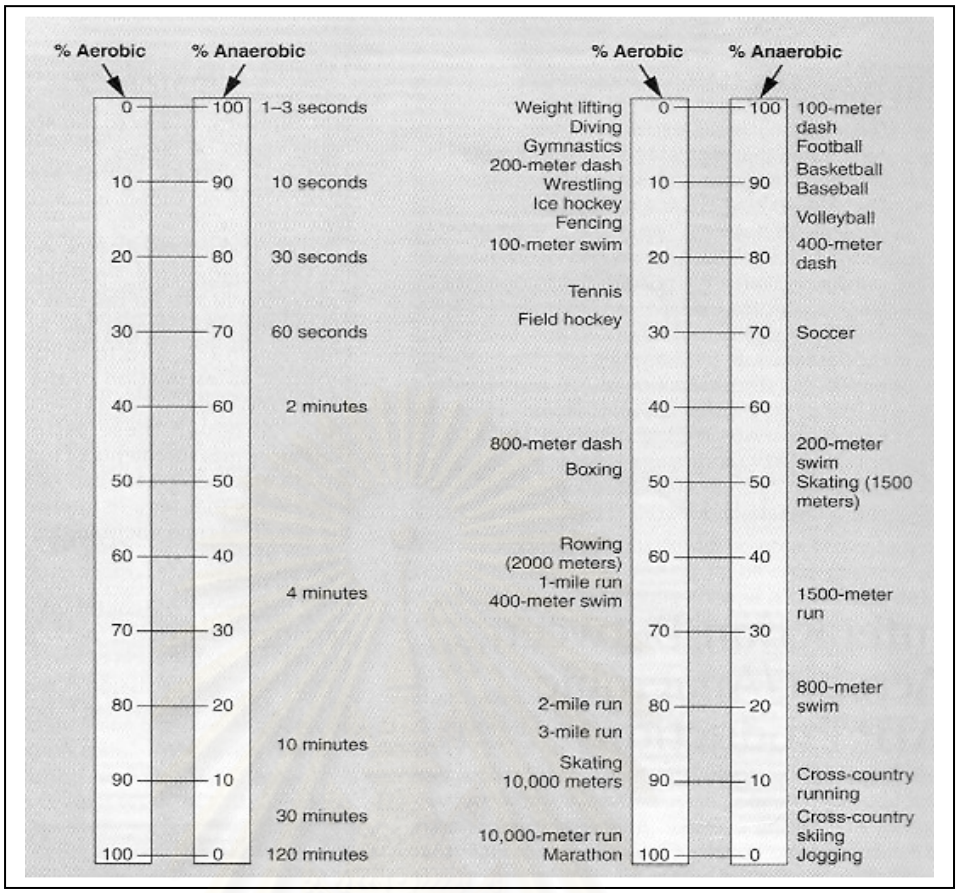
แหล่งที่มา: McArdle et al., 2000



รูปที่ 5 ระบบพลังงานระยะยาว (Long – Term Energy System) เมื่อใช้ไตรกลีเซอร์ไรด์เป็นแหล่งพลังงานหลัก

แหล่งที่มา: McArdle et al., 2000

ในการแข่งขันกีฬาโดยส่วนใหญ่จะมีการใช้ระบบพลังงานที่ผสมผสานกันทั้งระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy System) และระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System) (รูปที่ 6) ซึ่งตัวชี้วัดระดับการใช้พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันกีฬาคือระดับกรดแลคติกในเลือด โดยระดับกรดแลคติกในช่วง 2 – 4 มิลลิโมล/ลิตร บ่งชี้ว่าร่างกายมีการใช้พลังงานจากทั้งสองระบบพลังงานร่วมกันในการผลิตเอ ที พี หรือเรียกว่าระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน (Aerobic and Anaerobic Energy System; LA-O_2) ถ้ามีระดับของกรดแลคติกสูงกว่านี้ ร่างกายก็จะใช้พลังงานจากระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System; LA) แต่ถ้ามีระดับกรดแลคติกต่ำกว่า 2 มิลลิโมล/ลิตร ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy System; O_2) จะมีบทบาทสำคัญในการผลิตพลังงานให้แก่ร่างกาย โดยมีค่าของอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า – 20 ครั้งต่อนาที ซึ่งเรียกว่า ระดับกั้นแอโรบิก (Aerobic Threshold) (Janssen, 1989)

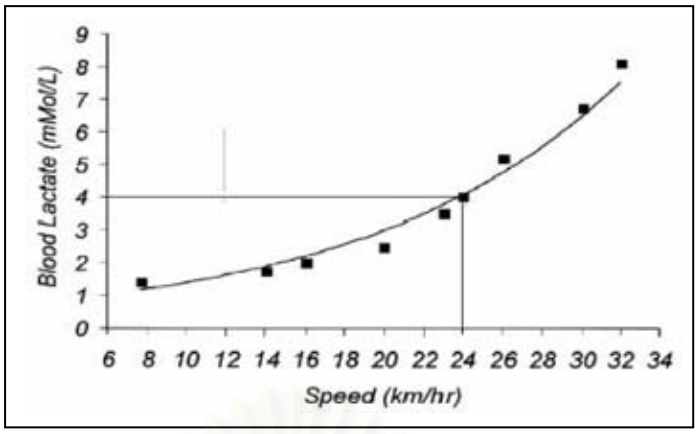


รูปที่ 6 สัดส่วนของระบบพลังงานที่ใช้ในกีฬาชนิดต่างๆ

แหล่งที่มา : Power and Howley, 2001

2. จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์

จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic Threshold) คือจุดเริ่มมีการสะสมระดับการเกิดกรดแลคติกในปริมาณ 4 มิลลิโมลต่อลิตร หลังจากนั้นจะเริ่มมีการสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วในกล้ามเนื้อ (รูปที่ 7) จุดเริ่มมีการสะสมอย่างรวดเร็วเรียกว่า จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) จุดนี้มีอิทธิพลต่อการทำงานของร่างกาย ทำให้มีขีดจำกัดในการใช้พลังงานแบบออกซิเจน (Aerobic Energy) อาจเรียกอีกอย่างว่า "Onset of Blood Lactate Accumulation (OBLA)" หรือ " Maximum Lactate Steady State (MLSS or MaxLass) " โดยจุดเริ่มล้าที่พบอยู่ในระดับการทำงานประมาณ 80 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Browning and Sleamaker, 1996; Helgerud et al., 2001) ดังนั้นเมื่อร่างกายเกิดจุดเริ่มล้าขึ้นทำให้มีผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานของร่างกาย รวมทั้งกระทบต่อการทำงานของระบบการใช้ออกซิเจนด้วย แต่ถ้ามีโปรแกรมการฝึกระบบการใช้ออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพทำให้ร่างกายชะลอระยะเวลาของการเกิดจุดเริ่มล้า (http://www.brainmac.demon.co.uk/ lactic. html, 2000)



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแลคเตทในเลือด
และความหนักในการออกกำลังกาย
แหล่งที่มา : Ghosh and Mukhopadhaya, 2002

สนธยา สีละมาด (2547) ได้กล่าวว่าจุดเริ่มล้าเป็นตำแหน่งที่กรดแลคติก (Lactic Acid) เริ่มมีการสะสมในกล้ามเนื้อซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 85 - 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือเป็นเปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาขณะแข่งขัน เป็นความหนักในระดับเหนื่อยแต่ทนได้ เมื่อระยะทางเท่ากันนักวิ่งมาราธอนและนักจักรยานชั้นนำจะสามารถรักษาระดับไว้ได้ที่ 80 - 90 % ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ขณะที่นักกีฬาทั่วๆไปจะสามารถรักษาระดับไว้ได้ที่ 70 - 75 % ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความหนักที่สูงกว่าจุดเริ่มล้า กล้ามเนื้อจะเริ่มผลิตกรดแลคติกซึ่งจะรบกวนกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อและการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตที่ช้าลงซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการผลิตพลังงานของนักกีฬา

โพลว์แมน และเดนิส (Plowman and Denise, 1998) ได้เสนอว่าจุดเริ่มล้ามีผลมาจากความหนักในการออกกำลังกาย ที่ได้รับอิทธิพลจากความสามารถหรือความหนักของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งเมื่อมีการสะสมของปริมาณของกรดแลคติกในร่างกายนั้น จะส่งผลต่ออัตราการระบายอากาศ (Minute Ventilation) และจะเกิดการเสียสมดุลของกระบวนการบริโภคออกซิเจน การเริ่มต้นของการสะสมกรดแลคติกที่มีผลมาจากการเผาผลาญพลังงานในระบบแอนแอโรบิกนั้นจัดว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลให้ระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular System) ด้อยคุณภาพในการนำส่งก๊าซออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ และการเสียสมดุลของอัตราการระบายอากาศยังส่งผลต่อการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นของเสียจากกระบวนการหายใจอีกด้วย ซึ่งจากทฤษฎีทางเคมีวิทยาที่เกี่ยวข้องพบว่า กระบวนการแตกตัวของไฮโดรเจนอิออน (H^+) และแลคเตท (La^-) โดยไฮโดรเจนอิออนจะเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบสในโลหิตและกล้ามเนื้อและร่างกายจะทำการตรึงไฮโดรเจนอิออนเหล่านั้นเพื่อเป็นสารบัฟเฟอร์ต่อไป (รูปที่ 8)

รูปที่ 8 การแตกตัวและการตรึงไฮโดรเจนอิออน

แหล่งที่มา: Plowman and Smith, 1997

ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เสนอว่า จุดเริ่มล้าถูกกำหนดให้เป็นระดับของออกซิเจนที่ร่างกายต้องการใช้สูงกว่าระดับออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ผลิตพลังงานแบบใช้ออกซิเจนได้ ร่างกายจึงนำระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนมาแทนที่เพื่อผลิตพลังงานที่ร่างกายต้องการ (Wasserman, 1984; Stremel, 1984) โดยมีสมมติฐานดังนี้

1. เมื่อปริมาณงานในการออกกำลังกายเพิ่มสูงขึ้น ความต้องการในการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน มีระดับสูงเกินกว่าปริมาณของออกซิเจนที่ไมโตคอนเดรีย (Mitochondria) สามารถดึงมาใช้เพื่อผลิตพลังงานได้

2. ความไม่สมดุลย์ระหว่างความต้องการใช้ออกซิเจนและความสามารถที่จะนำออกซิเจนไปใช้ผลิตพลังงาน ทำให้เกิดการเพิ่มการทำงานระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนในไซโตโซล (Cytosol) ของเซลล์ และมีการเปลี่ยนไพรูเวทให้อยู่ในรูปของแลคเตท

3. แลคเตทจะถูกบัฟเฟอร์ (Buffer) โดยไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) เป็นหลัก

4. คาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกผลิตขึ้นจากกระบวนการบัฟเฟอร์ ทำให้ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกขนส่งไปยังปอดเพิ่มสูง ขณะที่การแลกเปลี่ยนไบคาร์บอเนตสำหรับแลคเตทได้ข้ามผ่านเซลล์เมมแบรนของกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการไฟฟ้าเคมี (Electrochemical) ที่เกิดขึ้นใหม่

5. การรบกวนการทำงานของกระบวนการบัฟเฟอร์และกรดเบสที่เกิดขึ้นสามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงของการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ (Mader and Heck, 1986; Wasserman et al., 1986; Yoshitake et al., 1987)

คอสทิลล์และวิลมอร์ (Costill and Wilmore, 1994) ได้กล่าวว่าความไม่สมดุลของการระบายอากาศ โดยไม่มีการเพิ่มปริมาณของการบริโภคออกซิเจนจะเป็นต้นเหตุของจุดหักเหของการระบายอากาศ (Ventilatory Breakpoint) และจะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นต่อนาที (Volume of Carbondioxide Produced per Minute , VCO_2) ซึ่งมีผลมาจากการแตกตัวของไบคาร์บอเนต ที่ทำหน้าที่ปรับความสมดุลของความเป็นกรด-เบสของแลคเตท ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของคาร์บอนไดออกไซด์จะเปลี่ยนแปลงระบบการเผา

ผลาญพลังงานแบบออกซิเจนไปสู่กระบวนการเผาผลาญพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า จุดเริ่มล้า

จากการศึกษาในนักกีฬาประเภทอดทน พบว่านักกีฬาที่มีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ใกล้เคียงกันจะมีความผันแปรต่อความสามารถในการอดทนของร่างกาย และนักกีฬาที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดีจะแสดงความสามารถได้ในระดับการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สูงและมีการสะสมของกรดแลคติกที่น้อยมาก (Withers et al., 1981; Tanaka et al., 1984) นอกจากนั้นนักกีฬาที่ได้รับการฝึกจะมีการสะสมของกรดแลคติกในปริมาณที่น้อยกว่านักกีฬาที่ไม่รับการฝึกที่ความหนักในการทำงานระดับเดียวกัน ซึ่งเป็นหลักการสำคัญที่บ่งชี้ว่าจุดเริ่มล้าเป็นตัวกำหนดระดับสมรรถภาพทางสรีรวิทยาของนักกีฬา

3. กรดแลคติกในการออกกำลังกาย

กรดแลคติก คือ สารประกอบอินทรีย์ธรรมชาติที่สร้างมาจากกระบวนการทำงานของร่างกายโดยพบในกล้ามเนื้อ โลหิตและอวัยวะต่างๆ ในการทำงานของร่างกาย และเมื่อมีระดับการเกิดกรดแลคติกอย่างเหมาะสมคือไม่เกิน 4 มิลลิโมลต่อลิตร ภาวะนี้ร่างกายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้ากรดแลคติกเกิดขึ้นในร่างกายมากเกิน 4 มิลลิโมลต่อลิตร จะมีผลกระทบต่อระบบต่างๆ ในการทำงานของร่างกายได้ (Van Handel, 2000)

กรดแลคติกเกิดจากการเผาผลาญพลังงานเพื่อใช้ในการทำงานหรือการออกกำลังกาย เป็นกรดอินทรีย์ CH_3 CH(OH) COOH จากการแตกสลายตัวไม่สมบูรณ์ของกลูโคส (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด, 2544) นั่นคือกลูโคสจะถูกเปลี่ยนเป็น กลูโคส – 6 – ฟอสเฟต (Glucose – 6 – Phosphate) เพื่อให้ได้พลังงานเอทีพี (Adenosine Triphosphate : ATP) และกลูโคสจะถูกเปลี่ยนให้เป็นไกลโคเจน (ถ้าหากว่ามีเกินความต้องการของร่างกาย) ไกลโคเจนจะถูกนำไปเก็บไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อ และจะถูกเรียกคืนมาเป็นกลูโคสในเวลาที่ร่างกายต้องการ ดังนั้นไกลโคเจนก็คือโมเลกุลของกลูโคสหลายๆ โมเลกุลรวมกันนั่นเอง แต่ไกลโคเจนที่ถูกเก็บไว้ในกล้ามเนื้อจำนวนนี้ ภายหลังจะถูกเปลี่ยนแปลงให้เป็นกลูโคสเพื่อใช้ในกิจกรรมของกล้ามเนื้อเท่านั้น เมื่อออกกำลังกายร่างกายก็จะนำไกลโคเจนมาใช้โดยน้ำย่อยฟอสโฟไลเลส (Phospholylase) จะแยกไกลโคเจนกลับมาเป็น กลูโคส – 6 – ฟอสเฟต (Glucose – 6 – Phosphate) จากนั้นจะแยกตัวออกเป็น 3 – คาร์บอน กลูโคส (3 – Carbon Glucose) 2 โมเลกุล หรือกลีเซอรอลดีไฮด์ – 3 – ฟอสเฟต (Glyceraldehyde – 3 – Phosphate) 2 โมเลกุล และกลายเป็นไพรูเวท (Pyruvates) ต่อไปปฏิกิริยาช่วงนี้ถึงเอาเอดีพี 2 โมเลกุล เข้าไปและเปลี่ยนแปลงออกมาเป็นเอทีพี 2 โมเลกุล ซึ่งสามารถให้ร่างกายนำเอาไปใช้ได้ ขณะที่เอทีพี 2 โมเลกุลได้ถูกสร้างขึ้น ไฮโดรเจนอิออน (H^+) จำนวน 4 อนุภาค ก็จะถูกปล่อยออกมาพร้อมๆ กัน ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้จะดำเนินไปเรื่อยๆ

ถ้าหากมีนิโคตินามาย อดีนิน ไดนูคลีโอไทด์ (Nicotinamide Adenine Dinucleotide : NAD) สำหรับนำเอาไฮโดรเจนอิออนไปกลายเป็นเอ็นเอดีไฮโดรเจนอิออน ($NADH^{+}$) ต่อจากนั้นถ้ามีออกซิเจน ไฮโดรเจนอิออนก็จะถูกแยกออกจากเอ็นเอดีไฮโดรเจนอิออนไปให้ฟลาโวโปรตีน (Flavoprotien : FAD) และเข้าสู่ระบบไซโตรโครม (Cytrochrome System) เพื่อที่จะรวมตัวกับออกซิเจนแล้วได้พลังงานเอทีพี คาร์บอนได้ออกไซด์และน้ำ แต่ถ้ามีออกซิเจนไม่เพียงพอ ไพรูเวทจะทำหน้าที่รับไฮโดรเจนอิออนจากเอ็นเอดีไฮโดรเจนอิออนไปจนเกิดกรดแลคติก การเกิดกระบวนการการสร้างพลังงานเอทีพีด้วยการแยกกลูโคสที่ไม่สมบูรณ์นี้ทำให้ระบบการหายใจและการไหลเวียนโลหิตไม่สามารถปรับเข้าสถานการณ์ โดยการที่ไม่สามารถขนส่งออกซิเจนให้เพียงพอต่อความต้องการได้ กรดแลคติกส่วนใหญ่จึงไปสะสมในกล้ามเนื้อที่ทำงาน และจะปล่อยออกมาในโลหิตโดยการเมตาบอลิซึมในกล้ามเนื้อ ซึ่งนั่นคือปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในช่วงหลังการออกกำลังกายทันที (ประทุม ม่วงมี, 2527)

กรดแลคติกสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความหนักในการทำงานของร่างกายได้ โดยมีไพรูเวททำให้กลูโคสแตกตัวเพื่อสร้างพลังงานขึ้นมาจากการไม่ใช้ออกซิเจนจึงทำให้กรดแลคติกเกิดขึ้น กรดแลคติกที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อในระยะเวลานานทำให้ระบบไหลเวียนเริ่มสูญเสียสมดุลของออกซิเจนในร่างกาย หลังจากนั้นกรดแลคติกจากกล้ามเนื้อจะเข้าสู่กระแสโลหิตไปทั่วร่างกาย ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายลดลงและมีอาการเหนื่อยอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นเมื่อร่างกายได้รับออกซิเจนเข้ามาจะรวมตัวกับกรดแลคติกทำให้ได้พลังงานเอทีพี คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ระดับที่มีกรดแลคติกสูงในร่างกายจะบ่งชี้ถึงขีดจำกัดของความสามารถทางกาย เป็นเหตุผลสำคัญประการหนึ่งที่จำเป็นต้องสร้างโปรแกรมการฝึกความอดทน เพื่อให้ร่างกายสามารถใช้พลังงานแบบออกซิเจนในการแข่งขันให้มากที่สุดซึ่งในภาวะนี้จะทำให้อัตราการเกิดกรดแลคติกช้า เนื่องจากระบบการใช้พลังงานจากออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพช่วยในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกของร่างกาย ดังนั้นโปรแกรมการฝึกความอดทนแก่ร่างกายจะสามารถใช้พลังงานแบบออกซิเจนได้ดีขึ้น ซึ่งทำให้ชะลอระดับการสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วก่อนความจำเป็น นอกจากนี้ยังเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนของร่างกายด้วย

โพลว์แมน และเดนิส (Plowman and Denise, 1998) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับผลที่เกิดจากการสะสมของกรดแลคติกและส่งผลต่อร่างกาย ซึ่งผลที่สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน คือ ค่าของความเป็นกรดด่าง และจากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของร่างกายพบอาการ ดังนี้

1. ความเจ็บปวด (Pain) ยกตัวอย่างเช่น การวิ่งอย่างเต็มความสามารถเป็นระยะทาง 400 เมตร ซึ่งใช้ระบบพลังงานในส่วนของเอทีพีซีพีและระบบแลคติก ซึ่งไฮโดรเจนอิออนที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้เกิดความเจ็บปวดของระบบประสาทและเกิดความเจ็บปวดในส่วนของกล้ามเนื้อต่อไป

2. การลดลงของสมรรถนะ (Performance Decrement) มีผลมาจากการสะสมของกรดแลคติกที่ส่งผลให้เกิดความล้าในระบบต่างๆ ของร่างกาย และสามารถจำแนกเพิ่มเติมได้ดังนี้

2.1 การล้าของระบบการเผาผลาญพลังงาน (Metabolic Fatigue) ที่มีผลมาจากการลดลงของเอทีพี ที่เชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเอนไซม์ การเปลี่ยนแปลงของกลไกหรือกระบวนการส่งผ่าน (Membrane Transport Mechanisms) รวมไปถึงความสามารถในการใช้ประโยชน์ของสารประกอบ (Substrate Availability) และการที่เอนไซม์ไม่สามารถเข้ารวมในปฏิกิริยาเคมีได้เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่เพิ่มขึ้น และไฮโดรเจนอิออนจะรวมตัวกับเอนไซม์และทำให้เอนไซม์มีรูปร่าง ลักษณะและคุณสมบัติที่เปลี่ยนไป ในขณะเดียวกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการส่งผ่าน ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้จะมีผลให้โมเลกุลของสารที่ส่งผ่านเซลล์เมมเบรน (Cell Membrane) และระหว่างองค์ประกอบของเซลล์อื่นๆ เช่น ไมโตคอนเดรีย เกิดความขัดข้องในการเคลื่อนที่ทำให้กระบวนการทางเคมีที่เกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ จากผลที่เอนไซม์ไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้นี้จะส่งผลโดยตรงกับการผลิตเอทีพี และส่งผลให้สมรรถนะของนักกีฬาลดลงในที่สุด

2.2 การล้าของกล้ามเนื้อ (Muscular Fatigue) ประการแรกสังเกตได้จากการลดลงของแรงและอัตราเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Muscle Contraction) ผลที่เกิดนี้มีสาเหตุสองประการ คือ ประการแรกเกิดการยับยั้งของเอนไซม์แอคโทมัยโอซิน เอทีพีเอส (Actomyosin ATPase) ซึ่งทำให้เอทีพีแตกตัวเพื่อใช้เป็นพลังงานในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ประการที่สอง คือ การที่ไฮโดรเจนอิออนที่ส่งผลในการรบกวนการทำงานและการส่งถ่ายแคลเซียมอิออน (Ca^{+}) ที่ทำหน้าที่ในการกระตุ้นและช่วยในการหดตัวของกล้ามเนื้อรวมไปถึงกระบวนการของโปรตีนครอสบริดจ์ (Protein Cross-Bridges) ในเส้นใยกล้ามเนื้อด้วย ซึ่งระดับของแลคเตทอิออนที่มีปริมาณสูงขึ้นนี้ก็จะส่งผลรบกวนต่อกระบวนการของโปรตีนครอสบริดจ์เช่นกันและจะทำให้แรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงด้วย

2.3 ผลของแลคเตท (The Fate of Lactate) จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของคาร์บอนและไฮโดรเจน พบว่าผลสองประการที่เกิดขึ้นจากแลคเตทในช่วงระหว่างการออกกำลังกายและช่วงของการคืนสภาพ ซึ่งมีหน้าที่ในการเป็นแหล่งสำรองของพลังงานและเป็นแหล่งสำรองของคาร์บอนอะตอมที่เป็นสารประกอบของกรดแลคติก ซึ่งหัวใจและเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อต่างๆ จะนำกรดแลคติกมาใช้เป็นพลังงาน โดยจะมีความแตกต่างกันไปตามรูปแบบของเส้นใยของกล้ามเนื้อ

2.4 การขจัดแลคเตทภายหลังการออกกำลังกาย (Lactate Removal Postexercise) ตามปกติร่างกายจะขจัดแลคเตทออกจากกระแสเลือดอยู่ตลอดเวลา แต่จะไม่มีอัตราที่แน่นอน ดังนั้นหากมีปริมาณของแลคเตทในกระแสเลือดสูงย่อมจะต้องอาศัยเวลาในการขจัดที่มากขึ้นเช่นกัน แต่ปฏิกิริยาเคมีนั้นจะมีการปรับเปลี่ยนอัตราเร็วของกระบวนการ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น หากปริมาณของสารตั้งต้นมีมาก และมีปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่น้อยย่อมจะเกิดปฏิกิริยาเคมีที่มีความรวดเร็ว ซึ่งปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ผลที่เกิดขึ้นจากมวล

(Mass Action Effect) ในช่วงของการคืนสภาพ อย่างไรก็ตามปฏิกิริยานี้ก็จะมีความเฉพาะตัวเช่นกัน ในช่วงระยะของการคืนสภาพนั้น การขจัดแลคเตทออกจากร่างกายในปริมาณร้อยละ 50 นั้นจะใช้เวลาประมาณ 20 นาที หรือเรียกว่า ครึ่งส่วนของแลคเตท (Half of Lactate) ดังนั้น ปริมาณและความเข้มข้นของแลคเตทจึงเป็นปัจจัยแรกที่มีผลต่ออัตราในการขจัดแลคเตทออกจากร่างกาย ปัจจัยที่สอง คือ ปัจจัยที่มีผลมาจากความสามารถของร่างกายหรือการใช้การออกกำลังกายเพื่อการผ่อนคลาย ปัจจัยที่สาม คือ ผลของความหนักของกิจกรรม และปัจจัยที่สี่ คือ รูปแบบของกิจกรรมในการออกกำลังกาย

กรดแลคติกเป็นดัชนีตัวบ่งชี้ในการวัดความหนักของการทำงานหรือการออกกำลังกายที่ดีที่สุดสำหรับใช้ในการฝึกนักกีฬา โปรแกรมการฝึกที่ดีจะพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายได้ (Craig et al., 1993) ถ้าใช้ในการวิเคราะห์ศึกษาความสามารถของนักกีฬาก็สามารถวิเคราะห์ในภาวะระดับความหนักของงานในภาวะเท่ากัน ถ้านักกีฬาคนใดมีความคงที่ของอัตราการเต้นของหัวใจนานจะเป็นผู้ที่มีประสิทธิภาพทางกายดีกว่า ดังนั้นจึงควรใช้แนวคิดดังกล่าวเพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดโปรแกรมการฝึกให้มีประสิทธิภาพที่สุด (Oyono – Equelle et al., 1990) ซึ่งสอดคล้องกับกัลสแตน และคณะ (Gullstand et al., 1994) ที่มีแนวคิดว่า “ ผู้ฝึกสอนหลายคนได้ใช้อัตราการเต้นของหัวใจในการอ้างอิงถึงกรดแลคติกในร่างกาย สำหรับการทดสอบสมรรถภาพและจัดโปรแกรมในการฝึกนักกีฬา ซึ่งอาศัยหลักความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจ กรดแลคติก และความหนักของงาน เมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้น พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจและกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นด้วย ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถกำหนดความเร็วและความหนักของการทำงานได้ ”

นอกจากนี้ทรูพ (Troup, 1990) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกรดแลคติกซึ่งมีความสอดคล้องดังนี้ กรดแลคติกเป็นดัชนีที่ดีในการบ่งชี้ปริมาณความหนักของการทำงาน เมื่อร่างกายมีระดับกรดแลคติกเกิดขึ้นจะมีผลต่อการทำงานของร่างกาย ดังนั้นเมื่อร่างกายสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่เกิดขึ้นได้ดี ร่างกายก็จะสามารถทำงานต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมการฝึก ดังนั้นจึงทำให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาเห็นความสำคัญและสนใจเกี่ยวกับปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นขณะฝึกซ้อมและแข่งขัน ถ้าหากมีความรู้และความเข้าใจหรือทราบเกี่ยวกับกรดแลคติกก็จะทำให้ประสิทธิภาพของนักกีฬาสูงขึ้น

4. วิธีการทดสอบระดับจุดเริ่มล้า

จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) หมายถึงระดับ ความหนักของการออกกำลังกายซึ่งร่างกายมีการเพิ่มขบวนการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และมีผลลัพธ์คือ กรดแลคติก ดังนั้นการที่ร่างกายเข้าสู่ภาวะที่เกิดจุดเริ่มล้าจึงมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณของออกซิเจนที่ไม่

เพียงพอสำหรับความต้องการของกล้ามเนื้อซึ่งถูกใช้งาน (Hollman, 1985) และเป็นที่ทราบกันดีว่าจุดเริ่มล้าเป็นระดับที่พบว่ามีกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นในเลือด โดยในกระบวนการวัดกรดแลคติกในการออกกำลังกายมี 2 กระบวนการ คือ กระบวนการวัดทางตรง (Invasive) และกระบวนการวัดทางอ้อม (Non - Invasive)

1. กระบวนการวัดทางตรง (Invasive)

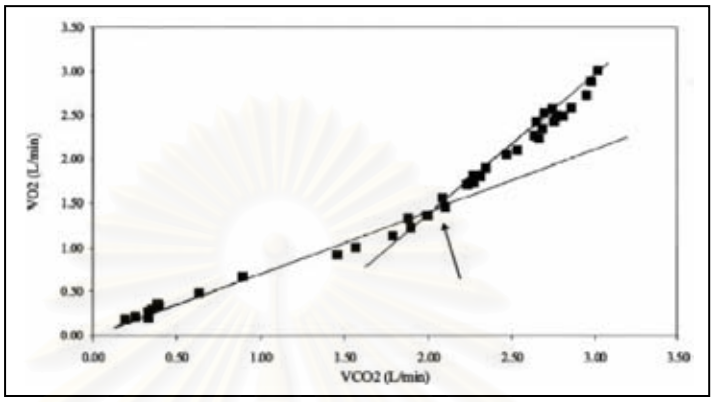
1.1 การเจาะเลือด เพื่อตรวจวัดระดับของกรดแลคติกเป็นระยะในขณะที่มีการออกกำลังกายและมีความหนักเพิ่มขึ้น โดยเป็นที่ยอมรับกันว่าความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดประมาณ 4 มิลลิโมลต่อเลือด 1 ลิตร จัดอยู่ในระดับของการเกิดจุดเริ่มล้า (Wasserman et al., 1986) การเจาะเลือดมาวิเคราะห์หาระดับของกรดแลคติกในตัวอย่างเลือด เป็นกระบวนการที่ต้องใช้สารเคมีผสมในการทดสอบ ต้องควบคุมคุณสมบัติของสารเคมีที่ใช้ให้คงสภาพเสมอมิฉะนั้นคุณสมบัติจะเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ผลการทดสอบระดับของกรดแลคติกในตัวอย่างเลือดผิดพลาดได้ กระบวนการวัดทางตรงต้องดำเนินการโดยผู้ที่มีความชำนาญในการวัด ทำให้เกิดความยุ่งยากและซับซ้อน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความเจ็บปวดและส่งผลต่อสภาพจิตใจของผู้เข้ารับการทดสอบได้ แต่ข้อดีของกระบวนการนี้ คือ ได้ค่าของระดับกรดแลคติกทำให้ผลการวัดที่ได้มีความแม่นตรงสูงและน่าเชื่อถือ โดยตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัดแบบทางตรง เช่น เครื่องวิเคราะห์กรดแลคติกในเลือด (อนุรัติ มีเพชร, 2539)

2. กระบวนการวัดทางอ้อม (Non - Invasive)

2.1 การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ ถึงแม้ว่าการวัดระดับจุดเริ่มล้าในระหว่างการออกกำลังกายสามารถทำได้โดยการวัดแบบตรงคือ การเจาะเลือด แต่การเพิ่มขึ้นอย่างทันทีทันใดของกรดแลคติกก็สามารถวัดได้ด้วยกระบวนการวัดทางอ้อม อย่างเช่น การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ (Davis et al., 1979) ซึ่งวิธีการนี้มีความสัมพันธ์กับระดับของแลคเตทที่สูงและไม่จำเป็นต้องเจาะเลือดเพื่อนำตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ (อาภัสรา อัครพันธุ์, 2531)

เมื่อร่างกายมีการทำงานที่หนักขึ้นจนกระทั่งถึงระดับจุดเริ่มล้า ก็จะมีการเกี่ยวข้องกับภาวะความเป็นกรดในเลือดเพิ่มขึ้นและมีการปรับให้สมดุลย์ด้วยการหายใจที่เพิ่มขึ้น กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะถูกบัฟเฟอร์โดยไบคาร์บอเนตในเลือด (Wasserman, 1986) คาร์บอนไดออกไซด์ก็จะถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิตพลังงานในปริมาณสูง จากผลของการที่มีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) เพิ่มขึ้น ค่า pH ในเลือดที่ลดลง ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของก๊าซในการหายใจออก (V_e) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความหนักของการออกกำลังกายเปลี่ยนแปลงไปโดยเพิ่มสูงขึ้นอย่างทันทีทันใดและไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ก็คือ จุดเริ่มล้า นอกจากนี้การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซสามารถทำได้อีกวิธี นั้นคือ วิธีแบบ

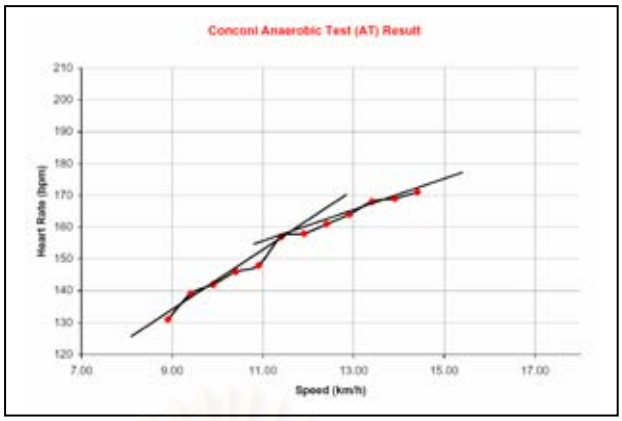
วีสโลป (V – Slope Method) (รูปที่ 9) โดยการพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจน เมื่อความหนักของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจนก็จะเปลี่ยนแปลงและเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง ซึ่งจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงก็คือ จุดเริ่มล้า (Beaver et al., 1986)



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจนโดยวิธีแบบวีสโลปในการหาค่าจุดเริ่มล้า (จุดที่ลูกศรชี้)

แหล่งที่มา : Ghosh and Mukhopadhaya, 2002

2.2 วิธีการทดสอบของคอนโคนี (Conconi Test) วิธีการทดสอบหาค่าจุดเริ่มล้าโดยวิธีของคอนโคนี (Conconi et al., 1982) คือ การให้นักกีฬาออกกำลังที่ความหนักระดับหนึ่งแล้วบันทึกความหนักของการออกกำลังกายและอัตราการเต้นหัวใจซึ่งแสดงถึงการตอบสนองของร่างกายที่ความหนักนั้นๆ นำค่าอัตราการเต้นของหัวใจและความหนักของการออกกำลังกายที่บันทึกไว้มาวิเคราะห์คำนวณหาความสัมพันธ์เพื่อหาจุดหักเหของกราฟ (Deflection Point) ซึ่งจุดที่หักเหของกราฟนั้นเป็นจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและความหนักในการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในขณะที่ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนเป็นหลักนั้น อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นและแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนักของงาน และเมื่อเพิ่มความหนักของงานขึ้นระดับหนึ่ง จะเกิดการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อมากขึ้นเกินกว่าที่ร่างกายสลายได้ทัน เมื่อปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ ร่างกายจึงเปลี่ยนการใช้พลังเป็นระบบพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนักของกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดจุดหักเหของอัตราการเต้นหัวใจ (Heart Rate Deflection Point) (รูปที่ 10) โดยจุดหักเหที่เกิดขึ้นก็คือ จุดเริ่มล้า (Peter and Janssen, 1992)



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและความเร็ว
ในการวิ่งเพื่อหาค่าจุดเริ่มล้าโดยวิธีการทดสอบแบบคอนโคนี
แหล่งที่มา : Peter and Janssen, 1992

ถึงแม้การทดสอบหาค่าจุดเริ่มล้าโดยวิธีของคอนโคนีเป็นวิธีที่ค่อนข้างสะดวก และง่ายในการนำไปประยุกต์ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพแก่นักกีฬา แต่อย่างไรก็ตามวิธีการทดสอบของคอนโคนียังมีข้อโต้แย้งที่เกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของผลการทดสอบที่ได้จากการวิจัยของโจนส์และเดาสท์ (Jones and Doust, 1995) ซึ่งทำการตรวจสอบความน่าเชื่อของการทดสอบแบบคอนโคนีในนักกรีฑาระยะไกล เพศชาย ที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดีจำนวน 15 คน โดยทำการทดสอบแบบคอนโคนี 2 ครั้งในช่วงเวลา 4 – 8 วัน ผลปรากฏว่า มีนักกีฬาจำนวน 6 คน ที่แสดงให้ถึงเห็นค่าส่วนเบี่ยงเบนของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและความเร็วในการวิ่งที่ความหนักสูงในการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง และมีนักกีฬาจำนวน 5 คน ที่แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนให้เห็นในการทดสอบแค่ครั้งเดียว ในขณะที่มีนักกีฬาถึง 4 คน ที่ไม่สามารถหาค่าส่วนเบี่ยงเบนได้ในการทดสอบทั้งสองครั้ง จึงสามารถสรุปได้ว่า การทดสอบแบบคอนโคนีขาดความน่าเชื่อถือและไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประเมินค่าจุดเริ่มล้า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวาชนและคณะ (Vachon et al.,1999) ที่ได้ออกแบบโปรโตคอลการทดสอบ 4 แบบ ประกอบด้วย การทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยลู่กล การทดสอบแบบคอนโคนีด้วยการวิ่งในลู่วิ่ง 400 เมตร การทดสอบด้วยการวิ่งต่อเนื่องบนลู่กลด้วยความหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และการทดสอบระดับกั้นแลคเตท (Lactate Threshold) ด้วยการวิ่งต่อเนื่องบนลู่กล จากการศึกษาพบว่า ผู้เข้ารับการทดสอบทุกคนแสดงให้เห็นจุดหักเหของอัตราการเต้นของหัวใจจากการวิ่งในลู่วิ่ง 400 เมตร แต่มีผู้เข้ารับการทดสอบเพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้นที่แสดงค่าจุดหักเหของอัตราการเต้นหัวใจจากการวิ่งบนลู่กล จึงสามารถสรุปได้ว่า การหาค่าจุดหักเหของอัตราการเต้นหัวใจไม่มีความแม่นยำในการทำนายค่าระดับกั้นแลคเตท

5. การพัฒนาความอดทนของระบบพลังงานในการออกกำลังกาย

ความอดทนเป็นความสามารถของร่างกายในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดช่วงเวลาที่ยาวนานจะมีความสำคัญสำหรับนักกีฬาที่ต้องรักษาระดับความเร็วหรือความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวให้คงที่ตลอดการแข่งขัน ซึ่งโดยปกติการลดต่ำลงของประสิทธิภาพและความต่อเนื่องในการเคลื่อนไหวจะเป็นผลมาจากความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสะสมกรดแลคติกไว้ในกล้ามเนื้อและปริมาณของเอทีพีที่เก็บสะสมไว้มีจำนวนจำกัด ดังนั้นเพื่อให้การทำงานของกล้ามเนื้อดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่องร่างกายมีความจำเป็นที่จะต้องสังเคราะห์เอทีพีขึ้นใหม่อย่างต่อเนื่องเท่ากับปริมาณที่ต้องการใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อและร่างกายต้องสามารถกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาผลาญให้ได้อย่างสมดุลกับการผลิตขึ้น การฝึกซ้อมความอดทนซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายให้สามารถผลิตพลังงานได้อย่างเพียงพอกับความต้องการใช้ในขณะแข่งขันและเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายจึงช่วยชะลอเวลาการเกิดความเมื่อยล้าของนักกีฬาและช่วยให้นักกีฬามีความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง (สนธยา สีละมาด, 2547) จากการศึกษาของด๊อยซ์และคณะ (Deutsch et al., 1999) พบว่าการปรับปรุงความสามารถทางด้านแอโรบิกจะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการกำจัดแลคเตท (Lactate Clearance) ของร่างกาย และการฝึกซ้อมทางด้านแอโรบิกยังจะช่วยให้กระบวนการฟื้นสภาพของร่างกายเร็วขึ้นขณะฝึกซ้อมและระหว่างการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งอีกด้วย

ปีเตอร์และเจนกินส์ (Peter and Jenkins, 1996) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถทางด้านความอดทน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางด้านสรีรวิทยาที่เฉพาะเจาะจงดังต่อไปนี้

1. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption)

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 Max) เป็นค่าของปริมาณออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร) ที่ร่างกายสามารถใช้ใน 1 นาที ต่อน้ำหนักตัวของร่างกายใน 1 หน่วยกิโลกรัม ขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงสุด ซึ่งจะมีความแตกต่างกันระหว่างนักกีฬาแต่ละคนและชนิดกีฬา โดยนักกีฬาประเภทอดทนจะมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงกว่านักกีฬาประเภทอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้สมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อนักกีฬาที่ใช้ความอดทนของร่างกายสูง แต่ก็ยังไม่ใช่ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด จากการศึกษาของอะซีวีโดและโกลด์ฟาร์บ (Acevedo and Goldfarb, 1989) พบว่า นักกีฬาสามารถพัฒนาความสามารถทางด้านความอดทนขึ้นได้โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการใช้

ออกซิเจนสูงสุด และมีการลดลงของแลคเตทในกระแสเลือดอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงมีปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาความอดทนซึ่งมีความสำคัญมากกว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก็คือ เปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สามารถรักษาระดับไว้ได้คงที่ตลอดระยะเวลาของการแข่งขัน หรือที่รู้จักในชื่อของจุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold)

2. จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold)

จุดเริ่มล้าเป็นตำแหน่งที่กรดแลคติกเริ่มมีการสะสมในกล้ามเนื้อเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 85 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เมื่อร่างกายทำงานที่ความหนักสูงกว่าจุดเริ่มล้า กล้ามเนื้อจะเริ่มผลิตกรดแลคติกซึ่งจะรบกวนกระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อและอัตราการเผาผลาญกลูโคสโดยไม่ใช้ออกซิเจนเพิ่มสูงขึ้นซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการทำงานของร่างกายนักกีฬา จากการศึกษานักวิ่งมาราธอนที่มีชื่อเสียงมากที่สุดของโลก ดีเร็ค เคลย์ตัน เจ้าของสถิติโลกระหว่าง ค.ศ. 1960 – 1970 โดยทำการทดสอบในห้องทดลอง พบว่า ดีเร็คมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่ำกว่าคู่แข่งขันส่วนใหญ่ แต่ดีเร็คเป็นผู้ที่มีจุดเริ่มล้าสูงกว่าคู่แข่งขันคนอื่นๆ จึงทำให้เขาเป็นผู้ชนะในการแข่งขัน แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของจุดเริ่มล้าที่มีต่อความสามารถทางด้านความอดทนของนักกีฬา (สนธยา สีละมาด, 2547)

3. ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว (Economy of Motion)

ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว เป็นปริมาณความต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อรักษาระดับความหนักของการทำงาน นักกีฬาอาชีพที่มีทักษะในการเล่นที่ดีจะใช้พลังงานเพื่อรักษาประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวน้อยกว่านักกีฬาสมัครเล่น ทักษะและเทคนิคเป็นสิ่งสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเคลื่อนไหว เช่น นักวิ่งควรมีการผ่อนคลายร่างกายส่วนบน เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคให้มีความถูกต้องจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาให้สูงขึ้นขณะที่ใช้พลังงานลดลง

ความอดทนของระบบพลังงานในการออกกำลังกายสามารถแบ่งได้เป็น ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance)

ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance)

แอโรบิก หมายถึง “ด้วยออกซิเจน” เป็นการทำงานที่ระดับความต้องการใช้ออกซิเจนและสารอาหารของร่างกายสามารถได้รับอย่างเพียงพอโดยการนำเข้าของร่างกาย และการผลิตของเสียจะมีเพียงน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งถูกกำจัดออกทางเหงื่อและลมหายใจในอัตราส่วนที่สัมพันธ์กับการสร้างขึ้น ความอดทนแบบใช้ออกซิเจนขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ซึ่งทำหน้าที่ร่วมกันในการขนส่งออกซิเจนและสารอาหารที่

จำเป็นต่อกระบวนการผลิตพลังงานและเคลื่อนย้ายของเสียออกจากเซลล์กล้ามเนื้อ และขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวร่างกายให้ได้อย่างต่อเนื่องและยาวนาน

ความอดทนแบบใช้ออกซิเจนเป็นสมรรถภาพพื้นฐานของนักกีฬาทุกชนิด และเป็นพื้นฐานของการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านอื่นๆ ในการที่จะช่วยเพิ่มปริมาณในการฝึกซ้อม ถ้านักกีฬามีระดับความอดทนแบบใช้ออกซิเจนสูง ขณะออกกำลังกายร่างกายจะได้รับพลังงานส่วนใหญ่มาจากระบบแอโรบิก ซึ่งจะทำให้มีการสะสมของกรดแลคติกเกิดขึ้นน้อยจึงเป็นผลทำให้ชะลอการเกิดความเมื่อยล้าและช่วยให้นักกีฬาฟื้นสภาพได้อย่างรวดเร็วหลังการฝึกซ้อมและการแข่งขัน ความอดทนแบบใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งย่อยได้ดังต่อไปนี้

- ใช้ออกซิเจนระยะสั้น (Short Aerobic) 2 นาทีถึง 8 นาที (แลคติก/แอโรบิก)
- ใช้ออกซิเจนระยะกลาง (Medium Aerobic) 8 นาทีถึง 30 นาที (แอโรบิก)
- ใช้ออกซิเจนระยะยาว (Long Aerobic) 30 นาทีขึ้นไป (แอโรบิก)

การฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจน

การฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจนเน้นการพัฒนาระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ และระบบประสาทกล้ามเนื้อ โดยมีข้อควรพิจารณา คือ กิจกรรมที่นำมาใช้ในการฝึกซ้อมต้องสนับสนุนการทำงานของระบบแอโรบิกเป็นหลัก สามารถนำออกซิเจนมาใช้ให้เพียงพอกับความต้องการในกระบวนการผลิตพลังงานต้องอาศัยการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจในการขนส่ง จึงต้องมีการออกกำลังกายที่มีความหนักต่ำและระยะเวลานานเพื่อพัฒนา และพิจารณาการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าและบางส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วเอจะถูกระดมมาใช้สำหรับการปฏิบัติกิจกรรมประเภทแอโรบิก ดังนั้นด้วยแบบแผนการระดมที่เฉพาะเจาะจง การออกกำลังกายที่นำมาใช้ขณะฝึกซ้อมควรมีความใกล้เคียงกับรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ปฏิบัติขณะแข่งขัน

การกำหนดความหนักในการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจนเป็นการทำงานอย่างสม่ำเสมอที่ระดับความหนัก 50 – 85 % ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด แต่เพื่อความง่ายในปฏิบัติผู้ฝึกสอนสามารถนำวิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจหรือการใช้ตำแหน่งของระดับกั้นแลคเตท (Lactate Threshold) มาเป็นตัวกำหนดความหนักของการฝึกได้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม การใช้อัตราการเต้นของหัวใจหรือระดับกั้นแลคเตทเป็นตัวกำหนดความหนักในการฝึกซ้อมจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายแตกต่างกัน ถ้าใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวกำหนด ความหนักของการฝึกซ้อมจะขึ้นอยู่กับความเครียด (Stress) ที่เกิดขึ้นกับระบบหัวใจไหลเวียนโลหิต ขณะที่การใช้ตำแหน่งของระดับกั้นแลคเตท ความหนักของการฝึกซ้อมจะขึ้นอยู่กับความเครียดที่เกิดขึ้นกับกระบวนการเผาผลาญอาหาร จากการศึกษาของคินเดอร์แมนและคณะ (Kinderman et al., 1979) พบว่า เมื่อใช้ตำแหน่งของระดับกั้นแลคเตทกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมจะตรงกับอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 85 – 90 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด

ดังนั้นถ้าใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวกำหนด อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายควรอยู่ที่ระดับ 85 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดหรือมากกว่า ในการที่จะก่อให้เกิดความเครียดกับระบบหัวใจไหลเวียนโลหิตและระบบเผาผลาญอาหาร

โดยทั่วไปโปรแกรมการฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจนที่มีความถี่บ่อยครั้งมากและระยะเวลานานจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาของสมรรถภาพ ซึ่งความถี่ของการฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจนจะอยู่ระหว่าง 3 ถึง 5 วันต่อสัปดาห์ จำนวนครั้งในการฝึกแต่ละวัน คือ 1 หรือ 2 ครั้งต่อวัน สำหรับวิธีในการฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งนิยมนำมาใช้ปฏิบัติกันนั้น ประกอบไปด้วย การออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง (Continuous Exercise) ซึ่งมีลักษณะการปฏิบัติกิจกรรม เช่น วิ่ง ว่ายน้ำ หรือปั่นจักรยานอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ 30 นาที ขึ้นไปถึง 2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถและจุดมุ่งหมายในการฝึกซ้อม และการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (Interval Exercise) เป็นรูปแบบที่ช่วยให้นักกีฬามีการทำงานหนักเพิ่มขึ้นโดยการสลับช่วงของการทำงานด้วยช่วงของการฟื้นสภาพ การฝึกซ้อมจะส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบหัวใจไหลเวียนโลหิต และพัฒนาการทางด้านสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจะเร็วกว่าการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง (Villani et al., 1999) โดยการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาในแต่ละครั้งจะใช้เวลา 30 วินาที ถึง 4 วินาที

ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance)

แอนแอโรบิก หมายถึง “ปราศจากออกซิเจน” เป็นการทำงานที่ระดับความต้องการใช้ออกซิเจนและสารอาหารของร่างกายมีมากกว่าอัตราที่ร่างกายเก็บสะสมพลังงานไว้ การทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือหนึ่ง การใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่เกิดกรดแลคติก (Alactic Anaerobic Pathway) เป็นการทำงานที่ร่างกายใช้ความพยายามสูงสุดได้นานเพียงเท่ากับปริมาณสารอาหารที่มีเก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ คือ ประมาณ 6 – 8 วินาที และสอง การใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดกรดแลคติก (Lactic Anaerobic Pathway) เป็นการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนแต่มีการผลิตกรดแลคติกเป็นของเสียที่เกิดขึ้น

ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะไม่ขึ้นอยู่กับระบบที่ทำหน้าที่ขนส่งสารอาหารและการเคลื่อนย้ายของเสียโดยตรงแต่ขึ้นอยู่กับความสามารถของกล้ามเนื้อเป็นหลัก เนื่องจากความอดทนชนิดนี้จะถูกนำมาใช้ในกิจกรรมกีฬาที่มีความหนักสูงในช่วงเวลาสั้นๆ เป็นการปฏิบัติกิจกรรมที่ระบบหัวใจไหลเวียนโลหิตไม่สามารถเข้าสู่สภาวะคงที่ได้ (Steady State) จึงไม่สามารถขนส่งสารอาหารที่จำเป็นต่อการสำรองพลังงานให้กับเซลล์กล้ามเนื้อได้เพียงพอกับระดับความต้องการใช้จึงเป็นเหตุให้เซลล์กล้ามเนื้อต้องดึงระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเข้ามาแทนที่เพื่อให้มีพลังงานเพียงพอกับระดับความต้องการของเซลล์กล้ามเนื้อ แต่ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนก็ก่อให้เกิดผลเสียต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ ด้วยเหตุนี้ความอดทนแบบ

ไม่ใช้ออกซิเจนจึงขึ้นอยู่กับความสามารถของกล้ามเนื้อเป็นสำคัญในการที่จะทำงานต้านกับแรงต้านทานและความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งย่อยได้ดังต่อไปนี้

- ไม่ใช้ออกซิเจนระยะสั้น (Short Anaerobic) น้อยกว่า 25 วินาที (อแลคติก)
- ไม่ใช้ออกซิเจนระยะกลาง (Medium Anaerobic) 25 วินาที (แลคติก)
- ไม่ใช้ออกซิเจนระยะยาว (Long Anaerobic) 60 วินาทีถึง 120 วินาที (แลคติก/แอโรบิก)

การฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนนั้นร่างกายจะใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่เกิดกรดแลคติก (Alactic Anaerobic Pathway) และพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดกรดแลคติก (Lactic Anaerobic Pathway) ดังนั้นปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความอดทนของการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนคือ ความสามารถในการเก็บสะสมปริมาณเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น และความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อให้มีความอดทนต่อสภาพความเป็นกรดของร่างกาย ในการกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมผู้ฝึกสอนสามารถใช้อัตราการเต้นของหัวใจ ตำแหน่งของระดับกั้นแลคเตทและความเร็วในการฝึกซ้อมเป็นตัวกำหนด ซึ่งวิธีการที่สามารถแสดงให้เห็นว่าการเผาผลาญไกลโคเจนแบบไม่ใช้ออกซิเจนของนักกีฬาได้รับความเครียดที่เพียงพอจะเป็นวิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด แต่การทดสอบในแต่ละครั้งก็อาจสร้างความยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายที่สูง ผู้ฝึกสอนจึงควรใช้อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราความเร็วที่ตำแหน่งระดับกั้นแลคเตทมากำหนดความหนักในการฝึกซ้อมแทน

สำหรับการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งไม่ควรให้นักกีฬาฝึกความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนตลอดระยะเวลาการฝึกซ้อม ควรมีการพักเพื่อให้ร่างกายมีการสร้างพลังงานกลับคืนและมีการกำจัดแลคเตทออกจากกล้ามเนื้อ ถ้านักกีฬามีความอดทนแบบใช้ออกซิเจนที่สูงจะทำให้นักกีฬาสามารถเพิ่มปริมาณการฝึกให้มากขึ้นและลดเวลาการพักลง ความถี่ในการฝึกควรอยู่ระหว่าง 3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ และมีการฝึกซ้อมเพียงหนึ่งครั้งต่อวัน ในการฝึกซ้อมแต่ละครั้งถ้านักกีฬาต้องการพัฒนาระบบอแลคเตท (เอทีพี-พีซี) ด้วยการวิ่งเร็วควรใช้เวลาต่อเที่ยวน้อยกว่า 25 วินาที และการพัฒนาระบบแลคเตท ควรใช้เวลาแต่ละเที่ยวอยู่ระหว่างหรือน้อยกว่า 3 – 4 นาที สำหรับเวลาการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับความสำคัญของระบบพลังงานที่ใช้ในการแข่งขัน วิธีที่ใช้ในการฝึกซ้อมก็คือการฝึกแบบหนักสลับเบา ซึ่งมีช่วงการทำงานและมีช่วงโอกาสให้มีการหยุดพักขณะทำงานที่ระดับสูงกว่าระดับกั้น (Threshold)

6. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า

แนวคิดและการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic Threshold) มีดังนี้ จุดเริ่มล้าเป็นจุดที่ภาวะร่างกายเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วในปริมาณมาก ร่างกายสามารถขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้าได้จากโปรแกรมการฝึกที่มีความหนักอยู่ระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อย (Henritze et al., 1985; Daniel, 1989; Burke et al., 1994) อย่างไรก็ตามโปรแกรมการฝึกต้องวางแผนดำเนินการฝึกอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาเซลล์กล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพในการใช้ออกซิเจนและมีความอดทนต่อการสะสมของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดคอนโคนี และคณะ (Conconi et al., 1982) ที่กล่าวถึง “โปรแกรมการฝึกที่มีความหนักในระดับที่เหมาะสม สามารถขยายระยะเวลาของอัตราการเกิดกรดแลคติกหรือสภาวะการเกิดจุดเริ่มล้า” ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่สอดคล้องกันในการสร้างโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดจุดเริ่มล้าดังนี้

1. โปรแกรมการฝึกพลังงานสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจน ความหนักของโปรแกรมสูง ปริมาณการฝึกน้อยและต้องอาศัยระยะเวลาในการพักมากเพื่อการฟื้นตัว

2. โปรแกรมการฝึกพลังงานสูงสุดแบบใช้ออกซิเจน โดยการฝึกการใช้ออกซิเจนด้วยงานปานกลางอย่างต่อเนื่อง หรือความหนักของงานสูงกว่าแต่มีการฝึกเป็นช่วงโดยมีระยะเวลาพัก (http://www.brianmac.demon.co.uk/ power. html, 2003)

3. โปรแกรมการฝึกที่สามารถขยายเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้าที่ดี ควรมีความหนักประมาณ 85 – 95 % ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

4. โปรแกรมการฝึกที่สามารถพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนที่ดีควรมีความหนักประมาณ 60 – 75 % ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (http://www.roadrunner.sport.com, 2001)

และยังมีโปรแกรมการฝึกที่เพิ่มระดับจุดเริ่มล้าตามแนวคิดของเดวิส (Devis, 2000) ดังนี้

1. การฝึกที่มีความหนักสูงในแต่ละครั้ง (Intensive Repetition) มีความหนักประมาณ 100 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ในระยะเวลา 30 – 60 วินาที โดยมีระยะเวลาพักให้อัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่า 70 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

2. การฝึกความอดทนที่มีความหนักสูง (Intensive Endurance) มีความหนักประมาณ 80 – 93 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ในระยะเวลา 20 – 45 วินาที โดยมีระยะเวลาพักให้อัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 80 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

3. การฝึกความอดทนแบบต่อเนื่อง (Extensive Endurance) มีความหนักประมาณ 70 – 80 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระยะเวลาในการฝึกประมาณระยะเวลาตั้งแต่เริ่มใช้ออกซิเจนจนถึงการเกิดจุดเริ่มล้า

โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าตามแนวคิดของเดวิสยังสอดคล้องกับกระบวนการในการฝึก (Method of Training) (http://www.earthlink.net, 1998) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. โปรแกรมการฝึกในระดับสูงกว่าจุดเริ่มล้า เป็นโปรแกรมการฝึกที่มีความหนักมากโดยที่อัตราการเต้นของหัวใจจะสูงกว่าระดับการเกิดจุดเริ่มล้าประมาณ 5 -10 ครั้งต่อนาที ระยะเวลาในการฝึกประมาณ 2 – 4 นาที และมีช่วงพักระหว่างเที่ยวประมาณ 45 วินาที แต่ไม่ควรเกิน 2 นาที

2. โปรแกรมการฝึกแบบเป็นช่วง (Interval Training) เป็นโปรแกรมการฝึกที่มีความหนักประมาณ 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจในระดับจุดเริ่มล้า ระยะเวลาในการฝึกรวมทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง

3. โปรแกรมการฝึกความอดทน (Endurance Training) เป็นโปรแกรมการฝึกที่มีความหนักประมาณ 65 % ของอัตราการเต้นของหัวใจในระดับจุดเริ่มล้า ระยะเวลาการฝึกประมาณ 2 ชั่วโมง

สำหรับโปรแกรมการทำงานในระดับจุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold Workouts) ตามแนวคิดของสแต็คเกิล (Steckel, 2000) มี 3 ระดับ ดังนี้

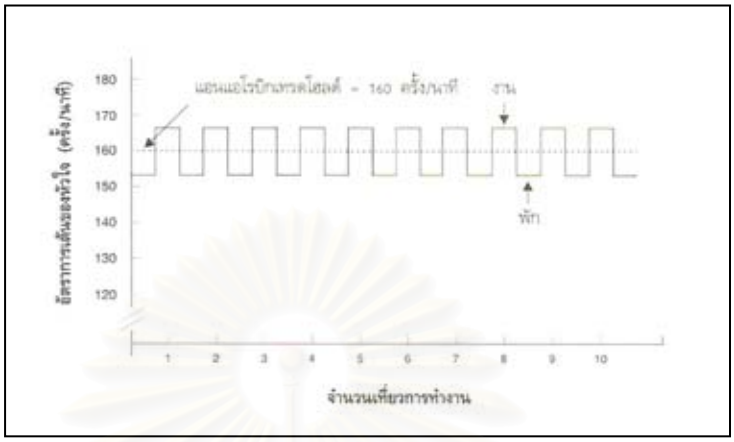
1. ระดับแรก โปรแกรมการฝึกที่ความหนักต่ำกว่าระดับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจลดลงจากระดับจุดเริ่มล้า 8 – 10 ครั้ง/นาที

2. ระดับที่สอง โปรแกรมการฝึกที่ความหนักสูงกว่าระดับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นจากระดับจุดเริ่มล้า 5 – 8 ครั้ง/นาที

3. ระดับที่สาม โปรแกรมการฝึกที่ความหนักใกล้เคียงกับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจในระดับจุดเริ่มล้าประมาณบวกและลบ 3 – 4 ครั้ง/นาที

สนธยา สีละมาด (2547) ได้เสนอแนวคิดในการสร้างโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้า กล่าวคือ การฝึกซ้อมที่ระดับจุดเริ่มล้าเป็นระดับความหนักที่ “เหนื่อยแต่ทนได้” มีค่าความหนักของการฝึกซ้อมประมาณ 85 – 90 % ของชีพจรสูงสุด สามารถฝึกซ้อมได้โดยวิธีการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) เช่น การวิ่ง 8 – 10 เที่ยว × 400 เมตร เป็นต้น (รูปที่ 11) ซึ่งการฝึกซ้อมที่ถูกต้องจะช่วยขยายระยะเวลาของการก้าวขึ้นสู่ระดับจุดเริ่มล้าโดยการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทำงานภายใต้ความเป็นกรดของร่างกายได้เป็นเวลานาน โดยคุณภาพของการฝึกซ้อมในเที่ยวสุดท้ายควรจะมีคุณภาพเท่ากับการฝึกซ้อมในเที่ยวแรก ความถี่ในการฝึกไม่ควรเกิน 2 - 3 ครั้งต่อสัปดาห์ การฟื้นสภาพหลังและระหว่างการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและควรเป็นการฟื้นสภาพโดยการฝึกซ้อมที่มีความหนักประมาณ 60 – 70 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบราวนิงค์ และคณะ (Browning and Sleamaker, 1996) ที่ได้เสนอว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อยจะช่วยพัฒนาความสามารถในการกำจัดกรดแลคติกและเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าได้ โดยลักษณะการฟื้นสภาพหรือการพักระหว่างช่วงการทำงานควรเป็นการพักแบบมีกิจกรรม (Active Rest) เช่น

การวิ่งเหยาะ หรือการเดิน ให้ความหนักของกิจกรรมมีค่าของอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ 60 - 70 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด



รูปที่ 11 ตัวอย่างการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ระดับจุดเริ่มล้า
แหล่งที่มา : สนธยา สีละมาด, 2547

การใช้อัตราการเต้นของหัวใจในการฝึกแบบหนักสลับเบา อาจมีความยุ่งยากที่จะใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวกำหนดระยะเวลาของช่วงการผ่อนคลาย เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจจะไม่มีการฟื้นสภาพต่ำลงถึง 120 – 140 ครั้งต่อนาที ดังนั้น นักกีฬาสามารถกำหนดช่วงการพักด้วยการหาอัตราส่วนระหว่างการทำงานต่อการพัก ด้วยช่วงการทำงานที่ยาวนาน (800 ม.) อัตราส่วนระหว่างการทำงานต่อการพักควรจะเท่ากับ 1:1 หรือ 1:1.5 สำหรับช่วงการทำงานปานกลาง (400 – 600 ม.) จะใช้อัตราส่วน 1:2 และสำหรับช่วงการทำงานที่สั้นกว่าจะใช้อัตราส่วน 1:3 เนื่องจากความหนักสูงกว่า ขณะที่ฟอกซ์และแมทธิวส์ (Fox and Mathews, 1974) ได้เสนอแนวคิดที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ การฝึกแบบหนักสลับเบาโดยที่มีช่วงระยะเวลาในการฝึกไม่เกิน 30 วินาที ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนความมีสัดส่วนของการฝึกและการพักในแต่ละช่วง คือ 1:3 เพื่อให้ร่างกายได้มีเวลาเพียงพอในเคลื่อนย้ายกรดแลคติกและการสร้างเอทีพี และสอดคล้องกับแนวคิดของคอสทิลส์และวิลมอร์ (Costill and Wilmore, 1994) ที่เสนอว่า การฝึกแบบมีช่วงพัก (Interval Training) การฝึกแบบนี้ได้รับความนิยมในการฝึกมาเป็นเวลานาน โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก ผลที่ได้จากการฝึกประเภทนี้คือ การผลิตกรดแลกติกในปริมาณสูงในกล้ามเนื้อ แต่การฝึกแบบมีช่วงพักจะมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกด้วย การปฏิบัติซ้ำๆกันจะมีช่วงพักสั้นๆระหว่างการฝึก ผลของการพักเป็นระยะเวลาสั้นๆนี้ จะช่วยให้นักกีฬาทำการฝึกในระดับของพลังงานแอโรบิก โดยใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการสันดาปและเกิดกรดแลกติกในปริมาณที่ต่ำลง นอกจากนี้การฝึกแบบแอนแอโรบิคก็มีผลต่อความต้องการพลังงานในระดับที่สูง ความต้องการพลังงานเบื้องต้นใน

การออกกำลังการระยะสั้นจะได้รับจากกระบวนการเผาผลาญพลังงาน ดังนั้นการออกกำลังกายที่มีความต่อเนื่องซ้ำๆกัน จะต้องการความสามารถของกล้ามเนื้อในการใช้พลังงานแอโรบิกควบคู่กันไป เพื่อเพิ่มความสามารถในการฝึกได้ดีขึ้น นอกจากนั้นการจัดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาระดับกั้นแลคเตท (Lactate Threshold Training) โดยคราวิทซ์และดัลเลค (Kravitz and Dalleck, 2005) ได้เสนอว่า โปรแกรมการฝึกที่จะช่วยพัฒนาระดับกั้นแลคเตทได้ดีนั้นควรมีลักษณะของการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) ซึ่งใช้ความหนักที่เหนือกว่าระดับกั้นแลคเตท ประกอบด้วย ช่วงการฝึกที่มีความหนักสูงสลับด้วยช่วงของการพักแบบมีกิจกรรมที่มีความหนักต่ำแบบแอโรบิกและปริมาณในการฝึกไม่ควรเกิน 10 % ของปริมาณการฝึกทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์ เช่นเดียวกับแนวคิดของเดเนียล (Daniel, 1989) ที่ได้เสนอว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักประมาณจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อยจะช่วยพัฒนาจุดเริ่มล้าให้ดีขึ้น โดยมีช่วงเวลาในการฝึกแต่ละครั้งประมาณ 20 - 30 นาที สัปดาห์ละ 1 - 2 ครั้ง และเมื่อมีการพัฒนาขึ้นควรเพิ่มระยะเวลาหรือระยะทางในการฝึกมากกว่าการเพิ่มความหนักในการฝึก

แนวคิดในการนำโปรแกรมการฝึกในระดับจุดเริ่มล้าโดยนำหลักการวัดจุดเริ่มล้าของคอนโคนีมาประยุกต์ใช้เป็นโปรแกรมการฝึก ซึ่งได้จัดเป็นโปรแกรมการฝึกในระดับจุดเริ่มล้าให้กับนักจักรยานชาวอิตาลีชื่อ ฟรานเชสโก โมเซอร์ (Francesco Moser) จนทำให้โมเซอร์สามารถสร้างสถิติโลกได้ในปี 1984 และกลายเป็นนักจักรยานที่ประสบความสำเร็จในเวลาต่อมา (Browning and Sleamaker, 1996) และได้มีผลงานวิจัยในต่างประเทศซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าวคือ รุสโก (Rusko, 1992) ได้ศึกษาเรื่อง “ การพัฒนาพลังแบบแอโรบิกที่สัมพันธ์กับอายุและโปรแกรมการฝึกนักสกีข้ามประเทศ ” โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักสกีข้ามประเทศ ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการฝึกที่ความหนักระดับจุดเริ่มล้ามีผลต่อการใช้ออกซิเจนสูงสุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อาภัสรา อัครพันธุ์ (2531) ทำการศึกษาวิจัยในเรื่อง “แอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ในนักวิ่งระยะสั้น ระยะกลางและระยะไกล” โดยการศึกษาครั้งนี้ กระทำในกลุ่มนักวิ่ง 17 คน แบ่งเป็นนักวิ่งระยะสั้น 4 คน นักวิ่งระยะกลาง 4 คน และนักวิ่งระยะไกล 9 คน และกลุ่มผู้ที่ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำ 5 คน การทดสอบกระทำบนจักรยานวัดงาน โดยเพิ่มงานทุกนาทีต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถึงงานสูงสุดที่อาสาสมัครสามารถทำได้ ตลอดการทดสอบอากาศที่อาสาสมัครหายใจเข้าและออก จะถูกนำไปวิเคราะห์หาปริมาตรรวมถึงปริมาณของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละครั้งของการหายใจ นอกจากนั้นตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำจะถูกเก็บทุกนาที เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแลคเตท แล้วใช้เป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้ถึง

แอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ซึ่งจะแสดงในรูปของอัตราการใช้ออกซิเจนที่แอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ จากการศึกษาพบว่า นักวิ่งมีแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์สูงกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำประมาณ 1.4 เท่า เมื่อใช้การเปลี่ยนแปลงของอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซเป็นเกณฑ์ ในขณะที่จะมีค่าสูงกว่าถึง 1.8 เท่า เมื่อใช้การเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของแลคเตทเป็นเกณฑ์ นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างของค่าแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ในระหว่างกลุ่มนักวิ่งทั้ง 3 กลุ่ม ไม่ว่าค่าแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์นั้นจะถูกแสดงในรูปใดก็ตาม

ณัฐจรีย์ วิชเวช (2537) ได้ศึกษาเรื่อง “การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างจลนศาสตร์ของการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายและแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์” ผลการวิจัย พบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างจลนศาสตร์ของการใช้ออกซิเจน มีความสัมพันธ์กับกลไกควบคุมแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์มากกว่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด ดังนั้นจึงมีผลทำให้อัตราการใช้ออกซิเจนช้าลงขณะร่างกายอยู่ในภาวะแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์

ถนอมศักดิ์ เสนาคำ (2541) ได้ทำการศึกษาถึงความต้องการพลังงานในขณะแข่งขันเกมเซปักตะกร้อของนักกีฬาหญิงทีมชาติไทยจำนวน 15 คน โดยให้สวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย เพื่อทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจในขณะแข่งขัน และหลังจากนั้นทำการทดสอบหาค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับการใช้ออกซิเจนและนำไปคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน จากการศึกษาวิจัยพบว่า ระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันคือ พลังงานระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic System; LA) 25% พลังงานระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก (Anaerobic and Aerobic System; LA-O_2) 43% และพลังงานระบบแอโรบิก (Aerobic System; O_2) 32% หรือแบ่งได้เป็นระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน 75% และระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน 25%

ชัยสิทธิ์ ภาวิลาส และคณะ (2542) ได้ศึกษาวิจัยในเรื่อง “การวิเคราะห์ความเร็วลูกและความแม่นยำในการเสิร์ฟของนักเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติ” ซึ่งมุ่งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการเสิร์ฟลูกของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงระหว่างการแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ครั้งที่ 13 โดยวิเคราะห์ในนักกีฬาทีมชุด 4 ชาติ ที่เข้ารอบรองชนะเลิศ รวม 12 คน พบว่า ปัจจัยทางด้านสมรรถภาพร่างกายของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงไทยตำแหน่งตัวเสิร์ฟ มีค่าจุดเริ่มล้า ณ ความเร็วในการวิ่ง เฉลี่ยเท่ากับ 7.46 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าเท่ากับ 151 ครั้งต่อนาที หรือคิดเป็นร้อยละ 72.7 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยขณะลงทีมแข่งขันจะมีอัตราการเต้นของหัวใจที่เกินกว่าจุดเริ่มล้า หรือมีการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนค่อนข้างสูง (เฉลี่ยร้อยละ 49.9) โดยมีอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยตลอดเกมส์คือ 152 ครั้งต่อนาที

โรม วงศ์ประเสริฐ (2545) ได้ศึกษาเรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าในนักวิ่งระยะ 1500 เมตร” โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึก

เพื่อพัฒนาระดับจุดเริ่มล้าในนักวิ่งระยะ 1500 เมตร และศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมการฝึกทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับต่ำกว่าจุดเริ่มล้า (-10 %) ระดับจุดเริ่มล้า และระดับสูงกว่าจุดเริ่มล้า (+10 %) ใช้วิธีการทดสอบจุดเริ่มล้าโดยวิธีการทดสอบของคอนโคนี (จุดหักเหของอัตราการเต้นหัวใจ) จากการวิจัยพบว่า พบว่าโปรแกรมการฝึกที่ระดับสูงกว่าจุดเริ่มล้าทำให้นักกีฬามีระดับอัตราเต้นของหัวใจเฉลี่ยที่จุดเริ่มล้าเพิ่มขึ้นถึง +3.17 % ส่วนโปรแกรมการฝึกที่ระดับจุดเริ่มล้าและต่ำกว่าจุดเริ่มล้าส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า +1.90 และ +1.59 ตามลำดับ จึงได้ข้อสรุปว่า โปรแกรมการฝึกที่ความหนักของอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าจุดเริ่มล้า 1 - 10 ครั้ง/นาที สามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าได้ดี

พงษ์เอก สุขใส (2548) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบและพัฒนาโปรแกรมการฝึกสำหรับปรับปรุงจุดเริ่มล้าในนักกีฬาฟุตบอล โดยทำการวิจัยในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาฟุตบอล จำนวน 20 คน ซึ่งถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมตามปกติ และกลุ่มทดลองที่เข้ารับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเพื่อปรับปรุงจุดเริ่มล้าแล้วจึงฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมตามปกติ โดยทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

คอนโคนี และคณะ (Conconi et al., 1982) ได้ศึกษาเรื่อง “การทดสอบจุดเริ่มล้าแบบทางอ้อมภาคสนามในนักกรีฑา” มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบจุดเริ่มล้าโดยวิธีทางอ้อมโดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการวิ่งและอัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักกรีฑาจำนวน 210 คน ทำการทดสอบการวิ่งอย่างต่อเนื่องในลู่วิ่ง 400 เมตร ด้วยความเร็วเริ่มต้นประมาณ 12 - 14 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราการเต้นของหัวใจถูกวัดด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จากการวิจัยพบว่า จุดหักเหเส้นตรงของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการวิ่งและอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยกรดแลคติกในเลือดอยู่ในระดับ 0.99

บีเวอร์ และคณะ (Beaver et al., 1986) ทำการวิจัยเรื่อง “วิธีการตรวจสอบจุดเริ่มล้าแบบใหม่ด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ” ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจสอบจุดเริ่มล้า โดยวิเคราะห์ความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ร่างกายผลิตและปริมาณก๊าซออกซิเจน (O_2) ที่ร่างกายนำไปใช้ เรียกว่า วิธีการแบบ V–Slope จากการวิจัยพบว่า วิธีการแบบ “V – Slope” มีความน่าเชื่อถือสูง เนื่องจากจุดเริ่มมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างทันทีทันใดมีความสัมพันธ์กับระดับกั้นแลคเตทในระดับสูง

ลาฟอนเทน (Lafontaine, 1991) ได้ศึกษาเรื่อง “ประสิทธิภาพของความหนักและคุณภาพของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อระดับแอโรบิกและแอนแอโรบิก” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการฝึกที่ปริมาณและความหนักต่างกัน ของนักกรีฑาที่มีต่อการใช้ออกซิเจนในร่างกายและระดับการเกิดจุดเริ่มล้า โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ดำเนินการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและจุดเริ่มล้า ดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อฝึกตามโปรแกรมระยะทาง 15 - 30 ไมล์/สัปดาห์ โปรแกรมการฝึกมีความหนัก 3 ระดับ คือ ระดับที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้า ระดับสูงกว่าที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้า 20 % และระดับจุดเริ่มล้า ดำเนินการฝึก 5 วัน/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า โปรแกรมการฝึกในระดับสูงกว่าที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้า 20 % พัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจน

เบิร์ก และคณะ (Burke et al., 1994) ได้ทำการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบมีช่วงพักสองรูปแบบที่มีผลต่อจุดเริ่มที่มีการสะสมของกรดแลคติก (Lactate Threshold) และจุดที่ระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกาย (Ventilatory Threshold) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นเพศหญิงจำนวน 21 คน ที่มีระดับของปริมาณของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2 Peak) ใกล้เคียงกัน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่งฝึกกิจกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 30 วินาที กลุ่มที่สองฝึกกิจกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาสองนาที ด้วยอัตราส่วนของความต่อเนื่องและช่วงพักสองนาที ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ ที่ระดับของความหนักร้อยละ 85 ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและเพิ่มระดับของความหนักอีกร้อยละ 5 ทุกๆสองสัปดาห์ ทำการฝึกสี่ครั้งต่อสัปดาห์ ทำการเก็บข้อมูลของการอัตราใช้ออกซิเจนสูงสุด จุดที่เริ่มมีการสะสมของกรดแลคกติก และจุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกาย ก่อนและภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 7 ผลของการศึกษาพบว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดทั้งสองกลุ่มร้อยละ 5 และ 6 ตามลำดับ มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจุดที่เริ่มมีการสะสมของกรดแลคติกร้อยละ 19.4 และ 22.4 ตามลำดับ และมีการพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกายร้อยละ 19.5 และ 18.5 ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม แต่กลับพบว่าจุดที่เริ่มมีการสะสมของกรดแลคติกและจุดที่ระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง ($P<0.05$) สามารถสรุปผลของการศึกษในครั้งนี้ได้ว่า การฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกแบบมีช่วงพักในระดับความหนักที่สูงมีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด จุดที่เริ่มมีการสะสมของกรดแลคติก และจุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีการหักเหจากความหนักในการออกกำลังกาย

วัตต์ (Wyatt, 1996) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรงที่เกี่ยวข้องกับจุดเริ่มล้า” มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของกรดแลคติก อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซและระดับจุดเริ่มล้าและเพื่อวิเคราะห์สภาวะการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของนักกีฬา พบว่า ระดับจุดเริ่มล้าในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อวัดระดับความสมบูรณ์ทางร่างกายระหว่างเพศชายและหญิง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ปริมาณระดับจุดที่เริ่มสะสมกรดแลคติกและจุดที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ก๊าซในการหายใจไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ระดับสภาวะการใช้ออกซิเจนสูงสุดในการทำงานเท่ากันหรือใกล้เคียงกันระหว่างกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง พบว่า ปริมาณระดับจุดเริ่มสะสมกรดแลคติกและจุดเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ก๊าซในการหายใจไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยดีกว่า สรุปผลการวิจัย พบว่า “ปริมาณระดับจุดที่เริ่มสะสมกรดแลคติกและจุดที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ก๊าซในการหายใจที่เปลี่ยนแปลงเป็นผลมาจากการเพิ่มความหนักของงาน”

คอลเลท และคณะ (Colett et al., 1999) ได้ศึกษาเรื่อง “ การประเมินผลระดับกั้นแลคเตทของแต่ละคนจากการทดสอบแบบคูเปอร์ (Cooper) ” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับจุดเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็ว โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 113 คน เป็นเพศชาย 73 คน และเพศหญิง 40 คน ดำเนินการวัดระดับการเกิดกรดแลคติกจากตัวอย่างเลือดที่นิ้วมือโดยใช้เครื่องมือ YSI 1500 Sport Lactate Analyzer อัตราการเต้นของหัวใจใช้เครื่องมือวัดแบบโพลาร์ ดำเนินการทดสอบโดยการวิ่ง 12 นาที บันทึกผลการวิจัย แล้วนำข้อมูลของระดับกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วย ANOVA ในระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า ระดับการเกิดกรดแลคติกและระดับการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์ในระดับ 0.88 และการหาระดับจุดเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วสามารถใช้การทดสอบแบบคูเปอร์ได้

อิงแฮม และไมเลส (Ingham and Miles, 1999) ได้ศึกษาเรื่อง “ ระดับกั้นการระบายอากาศและความถี่ในการหายใจเป็นตัวบ่งชี้ถึงจุดเริ่มล้าในนักกีฬาพายเรือหญิง ” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการเกิดกรดแลคติก ระดับการแลกเปลี่ยนก๊าซและอัตราความถี่ในการหายใจที่เป็นตัวบ่งชี้ในระดับจุดเริ่มล้า โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเรือพายทีมชาติ จำนวน 12 คน ดำเนินการวิจัยโดยการวิเคราะห์ระดับปริมาณกรดแลคติก 4 มิลลิโมล/ลิตร (ปริมาณกรดแลคติกในจุดเริ่มล้า) ระดับการแลกเปลี่ยนก๊าซและอัตราความถี่ในการหายใจ ผลการวิจัย พบว่า ระดับการเกิดกรดและระดับการแลกเปลี่ยนก๊าซ ณ ตำแหน่ง การเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็ว (Lactate Threshold) ประมาณ 4 มิลลิโมล/ลิตร มีความสัมพันธ์กัน และยังพบว่ามีความสัมพันธ์กับภาวะในขณะร่างกายมีขีดจำกัดในการใช้พลังงานออกซิเจน (Aerobic Energy) อาจเรียกอีกอย่างว่า “Onset of Blood Lactate Accumulation (OBLA)” เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่า ความสามารถใน

การใช้ออกซิเจนสูงสุดและตำแหน่งการเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วมีความสัมพันธ์ในระดับ 0.79 นอกจากนี้จุด OBLA และการแลกเปลี่ยนก๊าซในระบบหายใจมีความสัมพันธ์กันในระดับ 0.84 การแลกเปลี่ยนก๊าซในระบบหายใจและอัตราความถี่ในการหายใจที่ระดับการเกิดจุดเริ่มล้ามีความสัมพันธ์กันในระดับ 0.84

เอ็ดเวิร์ด และคณะ (Edwards et al., 2003) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง "แลคเตทและระดับกั้นการระบายที่เป็นผลจากสถานะของการฝึกของนักกีฬาฟุตบอลอาชีพซึ่งพลังสูงสุดของแอโรบิกไม่มีการเปลี่ยนแปลง" ซึ่งจากการวิจัยพบว่า การฝึกที่ระดับกั้นการเกิดแลคเตทสามารถพัฒนาระดับจุดเริ่มล้าของนักกีฬาได้ ขณะที่ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่มีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ปริมาณการใช้ออกซิเจนที่ระดับกั้นแลคเตทซึ่งเรียกว่า Ventilatory Anaerobic Threshold มีการพัฒนาขึ้นด้วย ดังนั้นจึงสรุปว่า ระดับกั้นแลคเตทเป็นตัวบ่งชี้ความหนักในการฝึกของนักกีฬาฟุตบอลอาชีพได้ดีกว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

บิชอบ และคณะ (Bishop et al., 2005) ได้ทำการศึกษาในเรื่อง "ผลของการฝึกในความหนักระดับสูงและปานกลางที่มีต่อระบบเมตาบอลิซึมและการวิ่งระยะสั้นแบบซ้ำๆ" โดยทำการฝึกด้วยการปั่นจักรยานเป็นเวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยมีกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงจำนวน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยความหนักระดับสูง (120 - 140 % ของระดับกั้นแลคเตท) และกลุ่มที่สองฝึกแบบต่อเนื่องด้วยความหนักปานกลาง (80 - 95 % ของระดับกั้นแลคเตท) ผลการวิจัยพบว่า หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และระดับกั้นแลคเตท คิดเป็น 10 - 12 % และ 8 - 10 % ตามลำดับ และนอกจากนี้บิชอบ และคณะ (Bishop et al., 2006) ได้ทำการศึกษาผลของความหนักในการฝึกที่มีต่อความสามารถการบัฟเฟอร์ของกล้ามเนื้อในผู้หญิง โดยทำการฝึกด้วยการปั่นจักรยานเป็นเวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 16 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกฝึกแบบหนักสลับเบาด้วยความหนักระดับสูง (120 - 140 % ของระดับกั้นแลคเตท) และกลุ่มที่สองฝึกแบบต่อเนื่องด้วยความหนักปานกลาง (80 - 95 % ของระดับกั้นแลคเตท) ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีปริมาณในการฝึกที่เท่าเทียมกัน ผลการวิจัยพบว่า การฝึกที่ความหนักทั้งสองระดับนั้นทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และระดับ กั้นแลคเตท มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่กลุ่มที่ฝึกด้วยความหนักระดับสูงจะมีระดับในการพัฒนาความสามารถบัฟเฟอร์ของกล้ามเนื้อที่มากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยความหนักปานกลาง

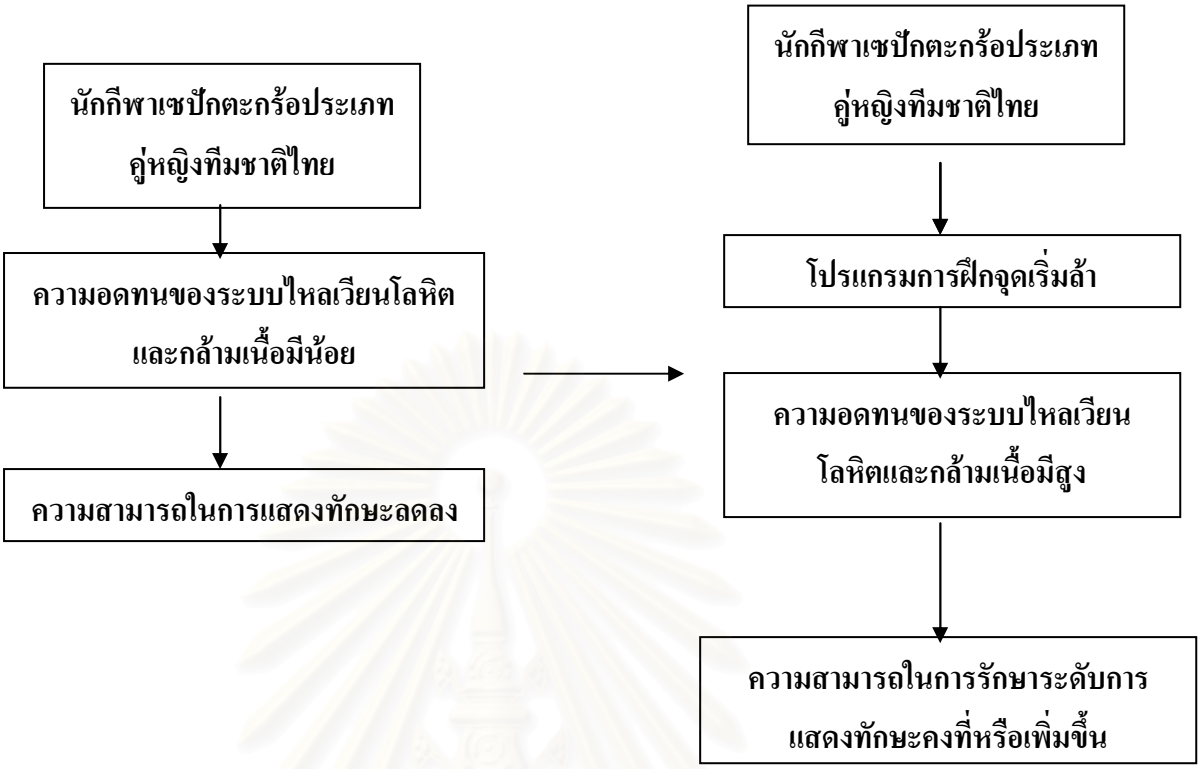
ลอร์เซน และคณะ (Laursen et al., 2005) ได้ทำการศึกษาเพื่อทดสอบผลของการฝึกแบบมีช่วงพักที่มีระดับของความหนักแตกต่างกันสามรูปแบบที่มีต่อจุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกาย (Ventilatory Threshold) ช่วงแรก (VT_1) และสอง (VT_2) ความสามารถในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Capacity) และ

ปริมาณของพลาสมา (Plasma Volume) ซึ่งเป็นนักปั่นจักยานประเภทความอดทนที่ผ่านการฝึกฝนอย่างชำนาญ จำนวน 38 คน ทำการทดสอบก่อนและภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 2 และ 4 โดยทำการทดสอบดังนี้ 1. ทำการทดสอบการขี่จักรยานแบบเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง (Progressive Cycle Test) เพื่อทดสอบปริมาณของการใช้ออกซิเจนในจุดสูงสุด (VO_2 peak) การผลิตพลังงานสูงสุด (Peak Power Output) จุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักของการออกกำลังกายทั้งสองช่วง 2. ระยะเวลาที่ร่างกายใช้พลังงานจนหมด (Time to Exhaustion Test) ที่ระดับของความหนักในการใช้ออกซิเจนในจุดสูงสุด 3. การขี่จักยานจับเวลา ระยะทาง 40 กิโลเมตร (40 km Time Trial) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งจำนวน 8 คน ทำการฝึกที่ระดับความหนักร้อยละ 60 ของระยะเวลาที่ร่างกายใช้พลังงานจนหมดที่ระดับของพลังงานสูงสุด จำนวน 8 เซต โดยมีสัดส่วนของการฝึกในและช่วงฟื้นคืนสภาพในอัตราส่วน 1:2 กลุ่มที่สองจำนวน 9 คน ทำการฝึกที่ระดับความหนักร้อยละ 60 ของระยะเวลาที่ร่างกายใช้พลังงานจนหมดที่ระดับของพลังงานสูงสุด จำนวน 8 เซต โดยมีช่วงฟื้นคืนสภาพที่ระดับอัตราการเต้นของหัวใจร้อยละ 65 ของอัตราการเต้นของหัวในสูงสุด กลุ่มที่สามจำนวน 10 คน ทำการฝึกที่ระดับร้อยละ 175 ของการผลิตพลังงานสูงสุดระยะเวลา 30 นาที จำนวน 12 เซต โดยมีช่วงคืนสภาพเป็นระยะเวลา 4 นาที 30 วินาที และกลุ่มควบคุมจำนวน 12 คนผลของการศึกษาพบว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของเวลาในการขี่จักรยานระยะทาง 40 กิโลเมตร ปริมาณของการใช้ออกซิเจนในจุดสูงสุด จุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากการออกกำลังกายทั้งสองช่วง และความสามารถในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มแต่ไม่ปรากฏการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตาม ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณพลาสมาในกลุ่มทดลองภายหลังการฝึกในระยะเวลา 4 สัปดาห์แต่อย่างใด การเปลี่ยนแปลงของเวลาในการขี่จักรยานระยะทาง 40 กิโลเมตร มีความสัมพันธ์ในระดับกลาง กับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของการใช้ออกซิเจนในจุดสูงสุด จุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกายทั้งสองช่วง และความสามารถในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ($r=0.41, 0.34, 0.42$ และ 0.40 ตามลำดับ) และสรุปผลของการศึกษาในครั้งนี้ได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพของร่างการส่วนนอก (Peripheral Adaptation) มีผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงจากการฝึกแบบต่อเนื่องในระดับความหนักที่นักกีฬาประเภทความอดทนได้สูงกว่าการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพของร่างกายส่วนกลาง (Central Adaptation)

โวเบจดา และคณะ (Vobejda et al., 2006) ได้ทำการศึกษาความเที่ยงตรงของการใช้อัตราการเต้นคงที่ของหัวใจสูงสุด (Maximal Constant Heart Rate) ที่ใช้ทำนายจุดเริ่มล้าของการวิ่ง อุปกรณ์ในการศึกษาประกอบด้วย เครื่องบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ทำการทดสอบที่ระดับของแลกเตตในเลือด 4.0 มิลลิโมลต่อลิตร และทดสอบค่าคงที่ของระดับแลกเตตในเลือดสูงสุด (Maximal Lactate Steady State) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาทั้งหมด 31 คน และทำการ

ทดสอบซ้ำอีกในระยะเวลา 2 สัปดาห์ จำนวน 17 คน ผลของการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจกับค่าคงที่ของระดับแลกเตตในเลือดสูงสุดซ้ำ มีความใกล้เคียงกันมาก ($r=0.897$, $p<0.001$) ค่าเฉลี่ยของแลกเตตในเลือดระดับ 4.0 มิลลิโมลต่อลิตร มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับระดับแลกเตตในเลือดสูงสุด ($r=0.899$, $p<0.001$) เช่นกัน สามารถสรุปผลของการศึกษาได้ว่า การใช้ค่าของอัตราการเต้นของหัวใจ และค่าคงที่ของระดับแลกเตตในเลือดสูงสุดมีความเที่ยงตรงในการทำนายจุดเริ่มล้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย ซึ่งเข้าเก็บตัวฝึกซ้อม ปี พ.ศ. 2550

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยที่เข้าร่วมเก็บตัวเพื่อทำการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 24 ณ จังหวัดนครราชสีมา ด้วยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 4 คน อายุระหว่าง 20 – 24 ปี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
   - แบบบันทึกข้อมูลทั่วไปของผู้เข้ารับการทดสอบ
   - เครื่องวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซยี่ห้อ Cosmed จากประเทศอิตาลี
   - นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจยี่ห้อ Polar รุ่น S810i จากประเทศฟินแลนด์
   - เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar Team System) จากประเทศฟินแลนด์
   - โปรแกรมสำเร็จรูปของโพลาร์ (Polar Precision Performance Software Version 4.01.029) จากประเทศฟินแลนด์
   - ลู่กลยี่ห้อ Oz จากประเทศไทย
   - ลูกตะกร้อยี่ห้อ Marathon จากประเทศไทย
   - กล้องถ่ายวิดีโอยี่ห้อ Panasonic จากประเทศญี่ปุ่น
   - คอมพิวเตอร์แบบพกพายี่ห้อ Compaq จากประเทศสหรัฐอเมริกา
2. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า ซึ่งพัฒนาเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการฝึก 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน คือ วันอังคาร และวันพฤหัสบดี

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research Design) มีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว และมีการศึกษาเป็นกรณีศึกษารายบุคคลในแต่ละตำแหน่งของนักกีฬาทั้ง 4 คน ทำการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Single Group, Pretest – Posttest Design) ซึ่งได้แสดงไว้ดังนี้

O X O

X หมายถึง โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าจำนวน 6 สัปดาห์

O หมายถึง นักกีฬาที่เข้ารับการฝึกตามโปรแกรม

วิธีการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การพัฒนาโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า มีขั้นตอนดังนี้

1.1 สัมภาษณ์ผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางกายที่นักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงต้องการใช้ในเกมการแข่งขัน

1.2 สังเกตการฝึกซ้อมของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ด้วยการบันทึกภาพการจำลองการแข่งขันและการฝึกซ้อม โดยให้นักกีฬาสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจในขณะฝึกซ้อมหรือจำลองการแข่งขัน เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์การเคลื่อนไหวที่ใช้ในการแข่งขันกับอัตราการเต้นของหัวใจ

1.3 ศึกษาโปรแกรมการฝึกจากหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4 สังเคราะห์ความรู้ที่ได้กำหนดเป็นโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิง

1.5 นำโปรแกรมการฝึกที่ได้จากการสังเคราะห์ความรู้ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบแก้ไข

1.6 เสนอโปรแกรมการฝึกที่รับการตรวจสอบแก้ไขให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ทางด้านสรีรวิทยาการฝึกซ้อมกีฬา จำนวน 4 ท่าน พิจารณาความสำคัญ ความถูกต้องและความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึก

1.7 ศึกษานำร่องโดยการทดลองใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ซึ่งเข้าร่วมเก็บตัวฝึกซ้อม ณ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา นักกีฬามีอายุระหว่าง 20 – 24 ปี โดยการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 4 คน เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำโปรแกรมการฝึกไปใช้ (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

1.8 นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง

1.9 นำโปรแกรมการฝึกที่ผ่านการตรวจสอบพิจารณาแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย

2. นำเสนอโครงการวิจัยเพื่อเข้ารับการพิจารณาทางจริยธรรมจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ กลุ่มสหสถาบัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ผู้วิจัยทำการอธิบายชี้แจงแก่นักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยทั้ง 4 คน เพื่อรับทราบและเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการทดลอง พร้อมทั้งสาธิตวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้องและข้อปฏิบัติที่จำเป็นในการทดลอง

4. ผู้ทำการวิจัยออกแบบแบบบันทึกข้อมูลประจำตัวของนักกีฬาแต่ละคนประกอบด้วยชื่อสกุล อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ภาวะการทดสอบ อัตราเต้นของหัวใจขณะพัก ตารางแสดงโปรโตคอลการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน อัตราการเต้นของหัวใจระหว่างการทดสอบ และแบบวัดระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE: Rating of Perceived Exertion) (Borg, 1982)

5. นักกีฬากรอกข้อมูลส่วนตัวในแบบบันทึกข้อมูลและลงนามในหนังสือเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยเก็บรวมรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

6. ทำการทดสอบหาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวิธีวีสโลป (V – Slope Method) โดยใช้บรู๊ซโปรโตคอล (Bruce Protocol) ในการทดสอบ ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

6.1 ทำการปรับตั้งค่าความเที่ยงตรงของเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

6.2 นักกีฬาที่เข้ารับการทดลองสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจซึ่งมีลักษณะเป็นสายรัด โดยคาดไว้บริเวณใต้ระดับหน้าอกหรือระดับของกระดูกสันอก (Sternum) และสวมหน้ากากซึ่งมีอุปกรณ์เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

6.3 ตั้งค่านาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar Watch รุ่น S810i) เพื่อแสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจในรูปของตัวเลขบนหน้าจอนาฬิกา

6.4 ทำการทดสอบโดยการวิ่งบนลู่กลตามโปรโตคอลพร้อมบันทึกค่าลงในใบบันทึกในแต่ละขั้นของการทดสอบ ขณะทำการทดสอบด้วยการวิ่งบนลู่กล ผู้วิจัยใช้แบบวัดระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE : Rating of Perceived Exertion) เพื่อวัดระดับความเหนื่อยของนักกีฬาในขณะทดสอบเป็นระยะๆ และก่อนการทดสอบจะต้องทำการปรับความเที่ยงตรงด้วยอากาศ ก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง

6.5 สิ้นสุดการทดสอบหลังจากนักกีฬาทำการทดสอบจนกระทั่งหมดแรง

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการทดสอบแบบบรู๊ซโปรโตคอล (Bruce Protocol)

Stage	Time (min)	Speed (km/hr)	%grade
1	0	2.74	10
2	3	4.02	12
3	6	5.47	14
4	9	6.76	16
5	12	8.05	18
6	15	8.85	20
7	18	9.65	22
8	21	10.46	24
9	24	11.26	26
10	27	12.07	28

แหล่งที่มา: Bruce, 1974

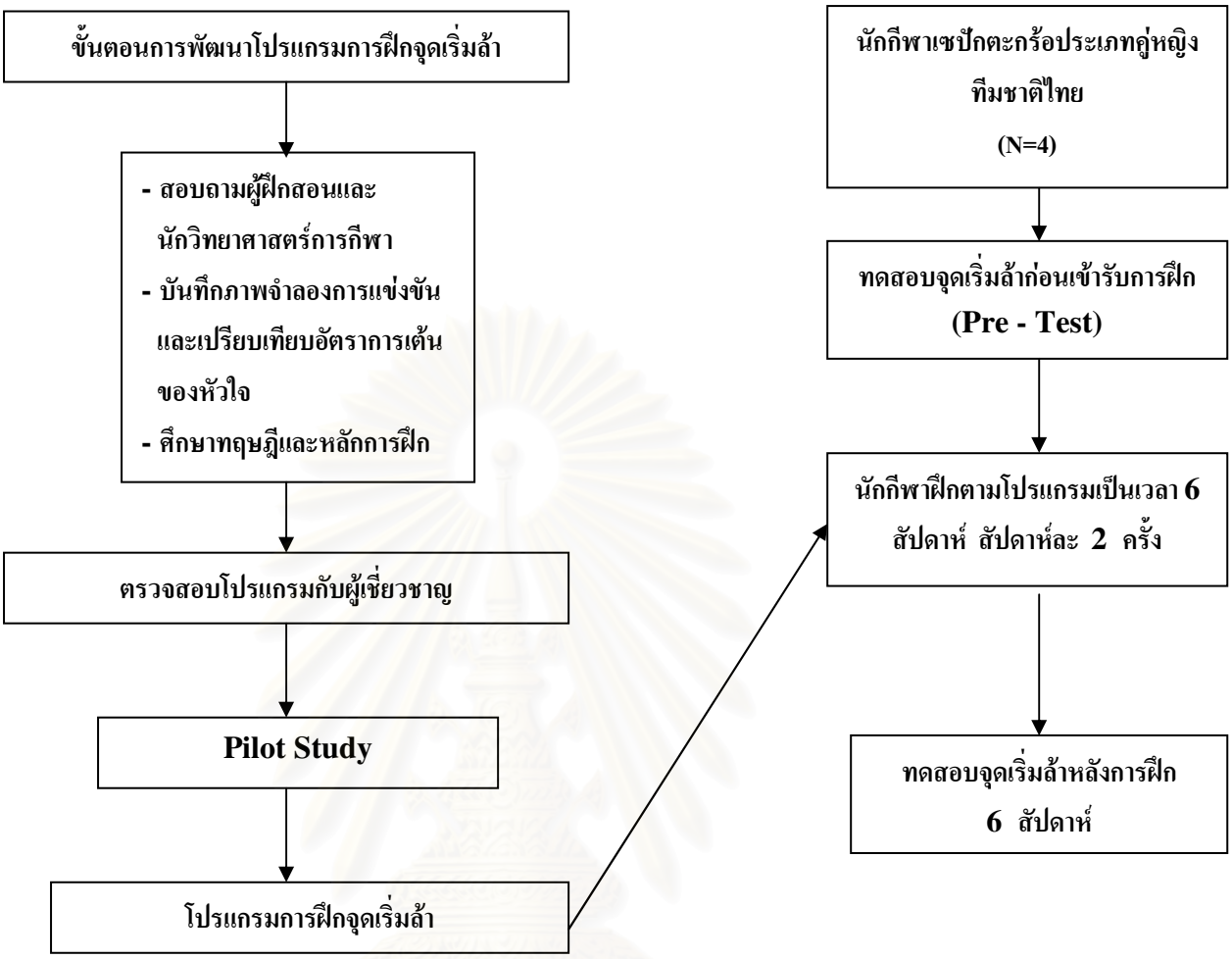
7. นักกีฬาดำเนินการฝึกตามโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า ซึ่งพัฒนาเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ (รายละเอียดในภาคผนวก ข) ติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยโปรแกรมการฝึกถูกแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

การฝึกในระยะที่ 1 ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 95 - 100 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

การฝึกในระยะที่ 2 ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 100 - 105 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

8. นักกีฬาเข้ารับการทดสอบจุดเริ่มล้าหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าผ่านไป 6 สัปดาห์

9. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า



แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการทำวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. นำข้อมูลแต่ละรายการมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. หาค่า "ที" (t-test) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการทดสอบทุกรายการก่อนเข้ารับการฝึก และหลังเข้ารับการฝึก 6 สัปดาห์

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของผลการทดสอบรายบุคคลเป็นเปอร์เซ็นต์

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและหาค่าสถิติต่างๆในการวิจัยครั้งนี้ ทำการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เอส พี เอส เอส ฟอร์ วินโดร์ (SPSS for Windows)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง “ผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล ผลของกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เอส พี เอส เอส ฟอร์ วินโดร์ (SPSS for Windows) นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปตารางประกอบความเรียง แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่า “ที” และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ทดสอบระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 สถานภาพของนักกีฬา ผลการทดสอบ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ซึ่งเป็นการศึกษาเฉพาะกรณี (Case Study) ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย จำนวน 4 คน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่า “ที” และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่า “ที” ของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

รายการ	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 6 สัปดาห์		t	P-value
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	152.25	10.40	158.00	8.83	2.03	0.14
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	33.14	4.88	37.51	6.25	-4.98*	0.02
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	41.89	4.05	44.42	4.53	-2.47	0.09

*P $<$ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า 33.14 และ 37.51 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีค่า 152.25 และ 158.00 ครั้ง/นาที และค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่า 41.89 และ 44.42 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

รายการ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	% การเปลี่ยนแปลง
	$\overline{X}$	$\overline{X}$	
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	152.25	158.00	+3.78 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	33.14	37.51	+13.19 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	41.89	44.42	+6.04 %

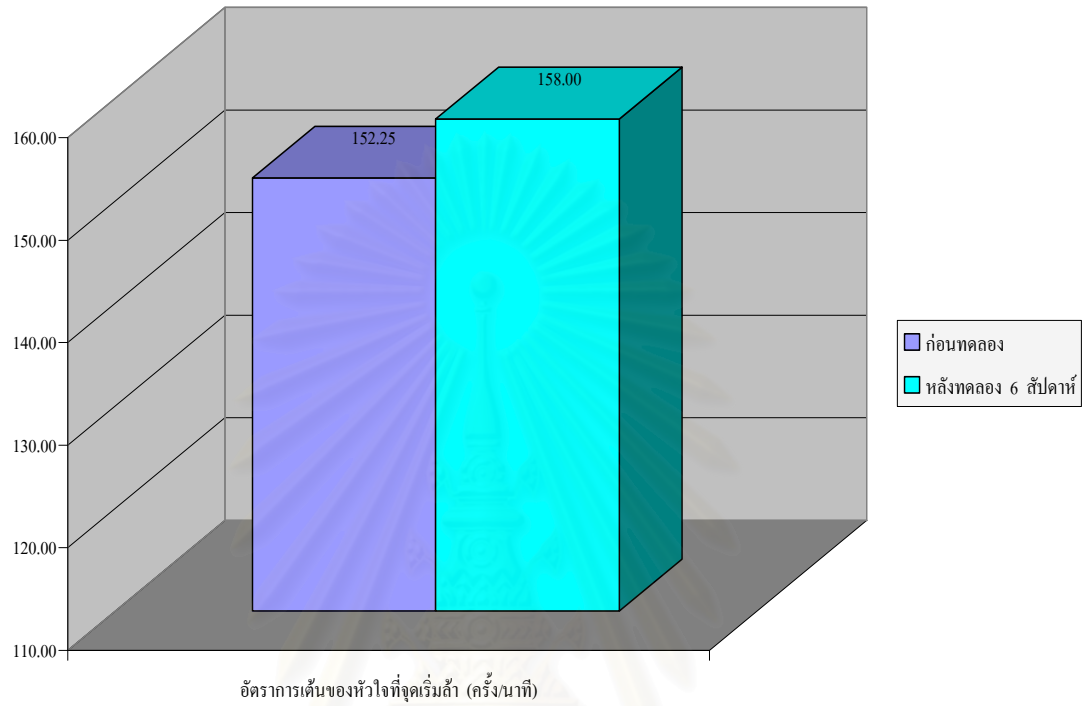
จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ คิดเป็น +3.78 %

ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ คิดเป็น +13.19 %

ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ คิดเป็น +6.04 %

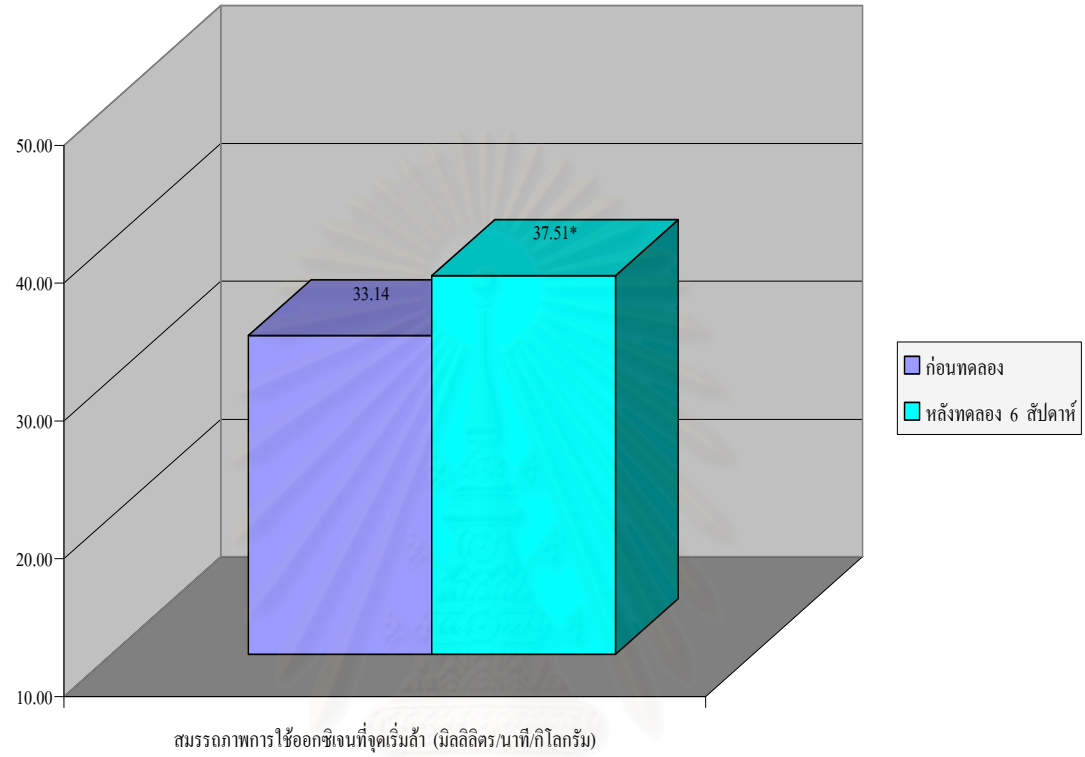
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 3 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

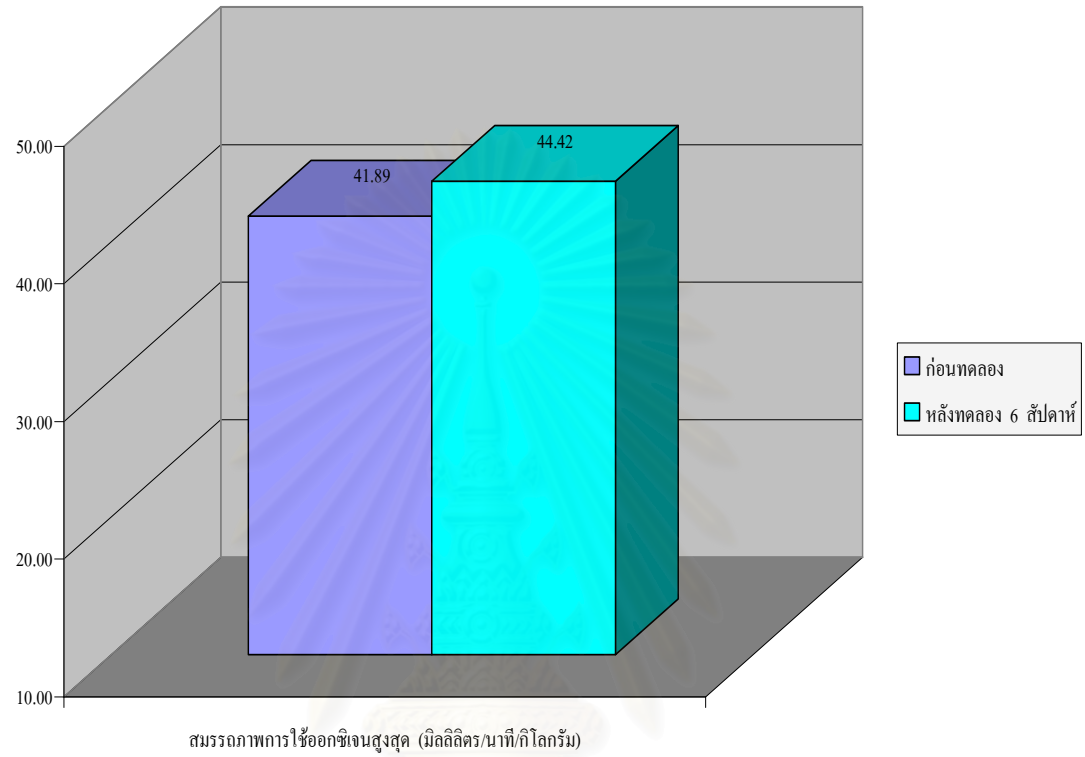
แผนภูมิที่ 4 ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย



* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 5 ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 สถานภาพของนักกีฬา ผลการทดสอบ และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ซึ่งเป็นการศึกษาเฉพาะกรณี (Case Study) ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย จำนวน 4 คน

ตารางที่ 4 ค่าสถานภาพของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 1 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

ภาวะการทดลอง	น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ^{2})	อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)
ก่อนการทดลอง	57.1	162.0	21.7	75
หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	57.1	162.0	21.7	73

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 1

รายการ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	% การเปลี่ยนแปลง
	$\overline{X}$	$\overline{X}$	
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	144	146	+1.39 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	26.99	29.32	+8.63 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	36.14	38.33	+6.06 %

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 144 และ 146 ครั้ง/นาที ตามลำดับ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +1.39 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 26.99 และ 29.32 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +8.63 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 36.14 และ 38.33 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +6.06 %

ตารางที่ 6 ค่าสถานภาพของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 1 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

ภาวะการทดลอง	น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ^{2})	อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)
ก่อนการทดลอง	57.0	164.0	21.1	55
หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	56.0	164.0	20.8	53

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 1

รายการ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	% การเปลี่ยนแปลง
	$\overline{X}$	$\overline{X}$	
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	158	163	+3.16 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	37.29	43.77	+17.38 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	43.23	48.75	+12.77 %

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 158 และ 163 ครั้ง/นาที ตามลำดับ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +3.16 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 37.29 และ 43.77 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +17.38 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 43.23 และ 48.75 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +12.77 %

ตารางที่ 8 ค่าสถานภาพของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 2 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

ภาวะการทดลอง	น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ^{2})	อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)
ก่อนการทดลอง	48.0	159.0	18.9	69
หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	48.0	159.0	18.9	66

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 2

รายการ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	% การเปลี่ยนแปลง
	$\overline{X}$	$\overline{X}$	
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	164	166	+1.20 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	36.83	40.61	+10.26 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	45.60	46.72	+2.46 %

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 164 และ 166 ครั้ง/นาที ตามลำดับ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +1.20 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 36.83 และ 40.61 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +10.26 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 45.60 และ 46.72 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +2.46 %

ตารางที่ 10 ค่าสถานภาพของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 2 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

ภาวะการทดลอง	น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ^{2})	อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)
ก่อนการทดลอง	58.0	156.0	23.8	55
หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	57.7	156.0	23.7	56

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 2

รายการ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	% การเปลี่ยนแปลง
	$\overline{X}$	$\overline{X}$	
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	143	157	+9.79 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	31.46	36.32	+15.45 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	42.58	43.86	+3.01 %

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 143 และ 157 ครั้ง/นาที ตามลำดับ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +9.79 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 31.46 และ 36.32 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +15.45 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ 42.58 และ 43.86 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +3.01 %

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้า ด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย จำนวน 4 คน อายุระหว่าง 20 – 24 ปี การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลา 6 สัปดาห์ โดยแบ่งการฝึกออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 95 - 100 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และการฝึกในระยะที่ 2 ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 100 - 105 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ในส่วนของการทดสอบนั้นได้มีการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง คือ ก่อนการทดลอง (Pre - test) และหลังการทดลอง (Post - test) โดยข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมนั้นประกอบด้วย อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเอส พี เอส เอส ฟอร์วินโดร์ (SPSS for Windows) หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที (t-test) และหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง ทดสอบระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะกรณี (Case Study) ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย จำนวน 4 คน โดยการหาค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

1.1 อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย 152.25 ครั้ง/นาที หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ย 158.00 ครั้ง/นาที มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น +3.78 % แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย 33.14 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ย 37.51 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น +13.19 % และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย 41.89 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเฉลี่ย 44.42 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น +6.04 % แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนและหลังการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการศึกษาเฉพาะกรณี (Case Study) ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย จำนวน 4 คน

2.1 การศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 1 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ พบว่า

- อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองมีค่า 144 ครั้ง/นาที และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 146 ครั้ง/นาที อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +1.39 %

- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองมีค่า 26.99 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 29.32 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +8.63 %

- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองมีค่า 36.14 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 38.33 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +6.06 %

2.2 การศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 1 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ พบว่า

- อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองมีค่า 158 ครั้ง/นาที และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 163 ครั้ง/นาที อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +3.16 %

- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองมีค่า 37.29 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 43.77 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +17.38 %

- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองมีค่า 43.23 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 48.75 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +12.77 %

2.3 การศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 2 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ พบว่า

- อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองมีค่า 164 ครั้ง/นาที และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 166 ครั้ง/นาที อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +1.20 %

- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองมีค่า 36.83 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 40.61 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +10.26 %

- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองมีค่า 45.60 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 46.72 มิลลิลิตร/นาที สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +2.46 %

2.4 การศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 2 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ พบว่า

- อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองมีค่า 143 ครั้ง/นาที และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 157 ครั้ง/นาที อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +9.79 %

- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองมีค่า 31.46 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 36.32 มิลลิลิตร/นาที สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +15.45 %

- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองมีค่า 42.58 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นเป็น 43.86 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +3.01 %

อภิปรายผลการวิจัย

โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นวิธีการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) โดยโปรแกรมการฝึกนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นจากหลักการของการฝึกแบบหนักสลับเบา มีผู้เสนอแนวคิดในการฝึกหนักสลับเบาไว้ดังนี้ สนธยา สีละมาด (2547) ได้เสนอไว้ว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาเป็นรูปแบบที่ช่วยให้นักกีฬามีการทำงานหนักเพิ่มขึ้นโดยสลับช่วงของการทำงานด้วยช่วงของการฟื้นสภาพ ในระหว่างช่วงของการทำงานร่างกายจะเข้าสู่ภาวะเป็นหนี้ออกซิเจนและผลิตกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ขณะที่ช่วงของการฟื้นสภาพร่างกายจะมีการทำงานสูงในการใช้หนี้ออกซิเจนและการสำรองออกซิเจนเพื่อใช้ในการเผาผลาญกรดแลคติกและสังเคราะห์พลังงานขึ้นกลับคืน ส่งผลให้ร่างกายมีการพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนและปรับปรุงการควบคุมดุลกรดด่าง และเป็นการฝึกที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของแมคอาร์เดิลและคณะ (McArdle et al., 2000) ที่กล่าวว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นการฝึกที่มีช่วงของความหนักสูงสลับกับการทำงานที่ใช้พลังงานปานกลางจนถึงน้อย และไม่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้ามากเกินไป จัดเป็นการฝึกที่กระตุ้นให้ร่างกายมีการใช้พลังงานในการออกกำลังกายที่หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยซึ่งได้แก่ ความหนักของการฝึก ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน ระยะเวลาที่ใช้ในการฟื้นสภาพ และจำนวนครั้งของการทำงานสลับกับการฟื้นสภาพ โดยรูปแบบของการฝึกแบบหนักสสับเบาจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับกีฬาหลายประเภท อาทิเช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล เทนนิส เป็นต้น และเมื่อพิจารณาจากการวิจัยของถนอมศักดิ์ เสนาคำ (2541) พบว่า กีฬาเซปักตะกร้อเป็นกีฬาที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่องและมีความหนักสูง (High Intensity Intermittent Exercise) ในขณะที่กีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่มีรูปแบบการเล่นคล้ายคลึงกับเซปักตะกร้อ และมีความหนักในการแข่งขันที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากมีผู้เล่นเพียง 2 คน และไม่มีการแบ่งตำแหน่งของนักกีฬาอย่างชัดเจนเหมือนกับกีฬาเซปักตะกร้อ และมีข้อมูลสนับสนุนจากความคิดเห็นของผู้ฝึกสอนนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ซึ่งกล่าวว่า “กีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่เป็นกีฬาที่นักกีฬาต้องมีทักษะในการเล่นที่สูงทั้งการเสิร์ฟ การชง การรับลูก และการทำคะแนน

ประกอบกับสมรรถภาพของร่างกายที่ดี เนื่องจากมีจำนวนผู้เล่นน้อยทำให้พื้นที่ในการเล่นเพิ่มขึ้น ถ้านักกีฬามีสมรรถภาพทางกายที่ไม่ดีก็อาจส่งผลเสียต่อการเล่นได้ แต่จากรูปแบบการเล่นที่เอื้ออำนวยให้ผู้เล่นได้มีการฟื้นสภาพในขณะแข่งขันอาจช่วยให้นักกีฬามีเวลาสร้างพลังงานกลับคืนได้" (สัมภาษณ์ คมกฤษ ทับแก้ว, ผู้ฝึกสอนนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย, 15 ตุลาคม 2550) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า กีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่เป็นกีฬาที่ไม่ต่อเนื่องและมีความหนักสูงซึ่งรูปแบบในการฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนของระบบพลังงานที่ใช้ในการเล่นที่เหมาะสมและมีความจำเพาะจง (Specificity) ต่อกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ก็คือ การฝึกแบบหนักสลับเบา

สำหรับการหาค่าจุดเริ่มล้าสามารถกระทำได้หลายวิธี ทั้งการวิเคราะห์กรดแลคติกในเลือด (Hollman, 1959) วิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ (Wasserman et al., 1973; Beaver et al., 1986) และการหาจุดหักเหชีพจร (Conconi et al., 1982) ทำให้ตัวแปรที่ใช้บ่งบอกจุดเริ่มล้ามีหลายตัวแปร โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทดสอบจุดเริ่มล้าด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวิธีวีสโลป (V – slope method) (Beaver et al., 1986) และมีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจในขณะทดสอบด้วย ดังนั้นตัวแปรที่กำหนดจุดเริ่มล้าในงานวิจัยครั้งนี้คือ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า ซึ่งมีหลักฐานสนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า จากการวิจัยของบอดเนอร์ และคณะ (Bodner et al., 2002) ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดหักเหชีพจรและอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดหักเหของการระบายอากาศและพบว่าจุดหักเหชีพจรมีความสัมพันธ์ระดับสูง ($r = 0.72$, $p < 0.001$) กับจุดหักเหการระบายอากาศซึ่งใช้ปริมาณการใช้ออกซิเจนเป็นตัวแปรที่พิจารณา แสดงว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดหักเหชีพจรอาจนำมาใช้เป็นตัวแปรที่วัดระดับความหนักในการฝึก และใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของโกเซนตาสและคณะ (Gocentas et al., 2005) ซึ่งค้นพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน ($r = 0.515$, $p < .002$) แสดงว่า การหาค่าจุดเริ่มล้าสามารถใช้อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าเป็นตัวแปรกำหนดจุดเริ่มล้าได้ แต่เพื่อความสะดวกในการควบคุมความหนักของการฝึกโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าและเป็นประโยชน์ในการประเมินประสิทธิภาพด้านสมรรถภาพทางร่างกายของนักกีฬา โดยเฉพาะในการฝึกซ้อมเพื่อให้นักกีฬาแต่ละบุคคลมีความอดทนต่อกรดแลคติก (ชัยสิทธิ์ ภาวิลาส และคณะ, 2542) จึงได้มีแนวคิดในการนำอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามาใช้ควบคุมความหนักของโปรแกรมการฝึก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของกัลสแตน และคณะ (Gullstand et al., 1994) ที่มีแนวคิดในการใช้อัตราการเต้นของหัวใจในการอ้างอิงถึงกรดแลคติก

ในร่างกายสำหรับการทดสอบสมรรถภาพและจัดโปรแกรมในการฝึกนักกีฬา โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจ กรดแลคติก และความหนักของงาน เมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้น พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจและกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นด้วย ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถกำหนดความเร็วและความหนักของการทำงานได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของโวเบจดาและคณะ (Vobejda et al., 2006) ซึ่งพบว่าความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจกับค่าคงที่ของระดับแลกเตตในเลือดสูงสุดซ้ำ มีความใกล้เคียงกันมาก ($r=0.897$, $p<0.001$) และค่าเฉลี่ยของแลกเตตในเลือดระดับ 4.0 มิลลิโมลต่อลิตร มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับระดับแลกเตตในเลือดสูงสุด ($r=0.899$, $p<0.001$) เช่นกัน สามารถสรุปได้ว่า การใช้ค่าของอัตราการเต้นของหัวใจและค่าคงที่ของระดับแลกเตตในเลือดสูงสุดมีความเที่ยงตรงในการทำนายจุดเริ่มล้า ดังนั้นการนำอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามาใช้ในการควบคุมความหนักในการฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าจึงมีความเหมาะสมและสามารถนำมาใช้ได้จริง เช่นเดียวกับแนวคิดของเดวิส (Devis, 2000) ที่เสนอว่า การจัดโปรแกรมเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้ามีลักษณะของการฝึกแบบความอดทนแบบมีความหนักสูง (Intensive Endurance) มีความหนักประมาณ 80 – 93 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ในระยะเวลา 20 – 45 วินาที โดยมีระยะเวลาพักให้อัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 80 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และแนวคิดของสแต็คเกิล (Steckel, 2000) ที่มีแนวคิดสำหรับการฝึกในที่พัฒนาจุดเริ่มล้า 3 ระดับ นั่นคือ ระดับแรก โปรแกรมการฝึกที่ความหนักต่ำกว่าระดับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจลดลงจากระดับจุดเริ่มล้า 8 – 10 ครั้ง/นาที ระดับที่สอง โปรแกรมการฝึกที่ความหนักสูงกว่าระดับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นจากระดับจุดเริ่มล้า 5 – 8 ครั้ง/นาที และระดับที่สาม โปรแกรมการฝึกที่ความหนักใกล้เคียงกับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจในระดับจุดเริ่มล้าประมาณบวกและลบ 3 – 4 ครั้ง/นาที

1. อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

จากแนวคิดและงานวิจัยข้างต้นส่งผลให้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของงานวิจัยไว้ว่า หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย นักกีฬามีอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าสูงกว่าก่อนเข้ารับการฝึก และเมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผลปรากฏว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น +3.78 % แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการศึกษาในนักกีฬาที่อยู่ในสภาวะเก็บตัวฝึกซ้อมในระยะก่อนทำการแข่งขัน ผู้วิจัยจึงไม่สามารถควบคุมโปรแกรมการฝึกซ้อมตามปกติของผู้ฝึกสอน และนักกีฬาที่ทำการฝึกซ้อมระยะนี้อาจมีระดับของสมรรถภาพทางกายที่ค่อนข้างคงที่เพื่อความพร้อมสำหรับทำการแข่งขัน ประกอบกับจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยที่มีเพียงแค่ 4 คน และนอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อตัวนักกีฬาในขณะเก็บตัว เช่น อาการบาดเจ็บ ประจำเดือน สภาพจิตใจขณะเก็บตัว การพักผ่อนและการรับประทานอาหาร เป็นต้น จึงอาจเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ชัดเจน ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของโรม วงศ์ประเสริฐ (2545) ที่ค้นพบว่าโปรแกรมการฝึกที่ระดับสูงกว่าจุดเริ่มล้า (+10 %) ทำให้นักกีฬามีระดับอัตราเต้นของหัวใจเฉลี่ยที่จุดเริ่มล้าเพิ่มขึ้นถึง +3.17 % ส่วนโปรแกรมการฝึกที่ระดับจุดเริ่มล้า และต่ำกว่าจุดเริ่มล้า (-10 %) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า +1.90 และ +1.59 ตามลำดับ จึงได้ข้อสรุปว่าโปรแกรมการฝึกที่ความหนักของอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าจุดเริ่มล้า 1 - 10 ครั้ง/นาที สามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าได้ดี

จากผลการวิจัยสรุปว่า โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าหลังการฝึก 6 สัปดาห์

2. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า

เมื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีค่าเพิ่มสูงขึ้น และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยที่เกิดขึ้นพบว่าสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจของนักกีฬามีการพัฒนาที่ดีขึ้น เนื่องจากร่างกายสามารถนำออกซิเจนเพื่อผลิตพลังงานได้อย่างเพียงพอกับความต้องการใช้ออกซิเจนของร่างกายและเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าก่อนการฝึก และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีค่าสูงขึ้นก็แสดงให้เห็นว่าร่างกายของนักกีฬามีความสามารถทำให้อัตราการเกิดกรดแลคติกสะสมในกระแสเลือดเกิดขึ้นช้า ซึ่งหมายถึงการขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้านั่นเอง โดยสอดคล้องกับแนวคิดของคราก และคณะ (Craig et al., 1993) ที่ได้เสนอว่า โปรแกรมการฝึกที่ดีจะพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายได้ เพื่อให้ร่างกายสามารถใช้พลังงานแบบออกซิเจนในการแข่งขันให้มากที่สุด ซึ่งในภาวะนี้จะทำให้อัตราการเกิดกรดแลคติกช้า เนื่องจากระบบการใช้พลังงานจากออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพช่วยในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกของร่างกาย ดังนั้นโปรแกรมการฝึกความอดทนแก่ร่างกายจะสามารถใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนได้ดีขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตของร่างกาย สอดคล้องกับผลการวิจัยของโกซและคณะ (Ghosh et al., 1993) ที่พบว่าหลังการฝึกด้วยโปรแกรมแบบจำเพาะเจาะจงในระยะ 3 สัปดาห์ นักกีฬาแบดมินตันเพศหญิงมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและปริมาณการใช้ออกซิเจนที่ระดับจุดกั้นของการระบายอากาศเพิ่มขึ้นจากก่อนฝึกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปได้ว่า โปรแกรมแบบจำเพาะเจาะจงในระยะ 3 สัปดาห์ มีลักษณะเป็นโปรแกรมที่มีความหนักค่อนข้างสูง โดยมีผลต่อระดับของจุดเปลี่ยนระบบพลังงานแบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก และมีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและระดับจุดกั้นของการระบายอากาศ ถึงแม้จะเป็นช่วงสั้นๆ ของระยะก่อนการแข่งขัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอาภัสรา อัครพันธุ์ (2531) ซึ่งพบว่า นักวิ่งระยะสั้น ระยะกลาง ระยะไกล มีแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์สูงกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำประมาณ 1.4 เท่า เมื่อใช้การเปลี่ยนแปลงของอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซเป็นเกณฑ์ในรูปของอัตราการใช้ออกซิเจนที่แอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ในขณะที่จะมีค่าสูงกว่าถึง 1.8 เท่า เมื่อใช้การเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของแลคเตทเป็นเกณฑ์ นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างของค่าแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ในระหว่างกลุ่มนักวิ่งทั้ง 3 กลุ่ม ไม่ว่าค่าแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์นั้นจะถูกแสดงในรูปใดก็ตาม สรุปว่านักกีฬาที่ได้รับการฝึกจะมีการสะสมของกรดแลคติกในปริมาณที่น้อยกว่าบุคคลที่ไม่รับการฝึกที่ความหนักในการทำงานระดับเดียวกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าหลังการฝึก 6 สัปดาห์

เมื่อพิจารณาจากการอภิปรายผลอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าสามารถกล่าวได้ว่า ถึงแม้ผลการวิจัยจะไม่ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยซึ่งได้รับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้ามีอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างก่อนและหลังการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ แต่นั่นก็ไม่ได้หมายความว่าโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าที่ใช้ในการวิจัยไม่สามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าได้ เนื่องจากสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าของนักกีฬาซึ่งเป็นตัวแปรที่กำหนดระดับจุดเริ่มล้าได้เช่นเดียวกับอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยสามารถเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าได้จริง

3. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ผลการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนและหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า 6 สัปดาห์ ในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นผลปรากฏว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น +6.04 % แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยที่เกิดขึ้นพบว่า ตัวแปรของการฝึกซ้อมด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้ามีวัตถุประสงค์ที่เน้นการพัฒนาจุดเริ่มล้าเพื่อให้นักกีฬามีความสามารถในนำออกซิเจนไปใช้ในการเคลื่อนย้ายของเสียที่เกิดขึ้นจากเผาผลาญพลังงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ชัดเจน แต่ถ้ามีการเพิ่มระยะเวลาในการฝึกให้มากขึ้นกว่า 6 สัปดาห์ และมีการเพิ่มปริมาณของการฝึกในแต่ละครั้ง โดยมีการลดลงของความหนักก็อาจเป็นผลทำให้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งผลการวิจัยที่เกิดขึ้นสอดคล้องแนวคิดที่ว่า ถึงแม้สมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อนักกีฬาประเภทอดทน แต่ก็ยังไม่ใช่ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดจากการศึกษาของ อะซีวีโดและโกลด์ฟาร์บ (Acevedo and Goldfarb, 1989) พบว่า นักกีฬาสามารถพัฒนาความสามารถทางด้านความอดทนขึ้นได้โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และมีการลดลงของแลคเตทในกระแสเลือดอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงมีปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาความอดทนซึ่งมีความสำคัญมากกว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก็คือเปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สามารถรักษาระดับไว้ได้คงที่ตลอดระยะเวลาของการแข่งขันหรือจุดเริ่มล้านั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในนักกีฬาประเภทอดทน พบว่านักกีฬาที่มีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดใกล้เคียงกันจะมีความผันแปรต่อความสามารถในการอดทนของร่างกาย และนักกีฬาที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดีจะแสดงความสามารถได้ในระดับการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สูงและมีการสะสมของกรดแลคติกที่น้อยมาก (Withers et al., 1981;Tanaka et al., 1984) ซึ่งเป็นหลักการสำคัญที่บ่งชี้ว่าจุดเริ่มล้าเป็นตัวกำหนดระดับสมรรถภาพความอดทนของนักกีฬาที่ดีกว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเอ็ดเวิร์ด และคณะ (Edwards et al., 2003) ซึ่งได้ข้อสรุปว่า ระดับกั้นแลคเตทเป็นตัวบ่งชี้ความหนักในการฝึกของนักกีฬาฟุตบอลอาชีพได้ดีกว่าสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และเหตุผลที่สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาไม่มีความแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลอง เนื่องจากนักกีฬามีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในระดับที่ค่อนข้างสูงจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้น้อย แต่ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นก็มีความขัดแย้งกับแนวคิดที่เสนอว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบามีผลทำให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดซึ่งมีงานวิจัยที่สอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว โดยการวิจัยของบิชอบและคณะ (Bishop et al., 2005) พบว่า หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และระดับกั้นแลคเตท คิดเป็น 10 - 12 % และ 8 - 10 % ตามลำดับ เช่นเดียวกับงานวิจัยของงานวิจัยของลาฟอนเทน (Lafontaine, 1991) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของความหนักและคุณภาพของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อระดับแอโรบิกและแอนแอโรบิก ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการฝึกในระดับสูงกว่าที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้า 20 % พัฒนาสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทยไม่มีผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

1. ผลจากการวิจัยพบว่า โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อการวิจัยครั้งนี้ มีผลทำให้นักกีฬามีจุดเริ่มล้าเพิ่มสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะสำหรับผู้ฝึกสอนและนักกีฬาเซปักตะกร้อคู่ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของรูปแบบการฝึกซ้อม เพื่อพัฒนาสมรรถภาพความอดทนในการใช้พลังงานของร่างกายและความอดทนต่อกรดแลคติก

2. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามาใช้ควบคุมความหนักในการฝึกได้และมีผลต่อการเพิ่มระดับของจุดเริ่มล้าได้จริง จึงมีความเหมาะสมที่ผู้ฝึกสอนสามารถนำเอาหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้ในการฝึกนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่

3. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการฝึกที่มีความหนักสูงและมีการสะสมของกรดแลคติกเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ จึงทำให้เกิดอาการเจ็บปวดเมื่อยล้าและก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บได้ ดังนั้นนักกีฬาควรมีการอบอุ่นร่างกายและคลายกล้ามเนื้อเป็นอย่างดีทั้งก่อนและหลังการฝึกทุกครั้ง เพื่อลดปริมาณกรดแลคติกที่สะสมในกล้ามเนื้อ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงที่ทำการแข่งขันเพื่อความเป็นเลิศภายในประเทศทั้งระดับประชาชน และระดับเยาวชน

2. ควรมีการออกแบบการทดลองเพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อให้งานวิจัยมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

3. ควรทำการศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาที่เป็นกลุ่มประชากรที่เป็นนักกีฬาเพศชาย

4. ควรทำการศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในชนิดกีฬาต่างๆ

5. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาที่มีช่วงระยะเวลาของการเก็บตัวฝึกซ้อมที่แตกต่างกัน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คมกฤษ ทับแก้ว. ผู้ฝึกสอนนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย. **สัมภาษณ์.** 15 ตุลาคม 2550

ชัยสิทธิ์ ภาวิลาส และคณะ. **การวิเคราะห์ความเร็วลูกและความแม่นยำในการเสิร์ฟของนักเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติ.** ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2542.

เจริญ กระบวนรัตน์. **เทคนิคการฝึกความเร็ว.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.

ณัฐจรีย์ วิชเวช. **การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างจลนศาสตร์ของการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายและแอนแอโรบิค เธรชโฮลด์.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล, 2534.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด. **ปทานุกรมศัพท์กีฬา พลศึกษา และวิทยาศาสตร์การกีฬา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ถนอมศักดิ์ เสนาคำ. **การใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ประทุม ม่วงมี. **รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการกีฬา.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บูรพาสาส์น, 2527.

พงษ์เอก สุขใส. **การพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อปรับปรุงจุดเริ่มล้าในนักกีฬาฟุตบอล.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

โรม วงศ์ประเสริฐ. **การพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าในนักวิ่งระยะ 1500 เมตร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สนธยา สีละมาด. **หลักการฝึกสอนกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

สุจินต์ แก้วสว่าง. **คู่มือการฝึกกีฬาตะกร้อ.** กรุงเทพมหานคร : การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2548.

อนุรัติ มีเพชร. **ผลของการนวดแบบลึกที่มีต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติคและการฟื้นตัว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

อาภัสรา อัครพันธุ์. **แอนแอโรบิค เธรชโฮลด์ ในนักวิ่งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะไกล.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531.

ภาษาอังกฤษ

Acevedo, E. O.; and Goldfarb, A. H. Increased training intensity effects on plasma lactate, ventilatory threshold and endurance. **Med Sci Sports Exerc.** 21 (1989): 563-568.

Aerobic Training [online]. (n.d.). Available from : http://www.roadrunnersport.com (2001, May 4)

Allen, W. K.; Seals, D. R.; Hurley, B. F.; Ehsani, A. A.; and Hagberg, J. M. Lactate threshold and distance running performance in young and older endurance athletes. **J Appl Physiol.** 58 (1985): 1281-1284.

Beaver, W.; Wasserman, K.; and Whipp, B. J. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. **J Appl Physiol.** 60 (1986): 2020-2027.

Bishop, D.; Edge, J.; Goodman, D.; and Dawson, B. Effects of high and moderate intensity training on metabolism and repeated sprints. **Med Sci Sports Exerc.** 37 (2005): 1975-1982.

Bishop, D.; Edge, J.; Goodman, D.; and Dawson, B. Effects training intensity on muscle buffer capacity in females. **Eur J Appl Physiol.** 96 (2006): 97-105.

Bodner, M. E.; Rhodes, E. C.; Martin, A.D.; and Coutts, K.D. The relationship of the heart rate deflection point to the ventilatory threshold in trained cyclists. **J Strength Cond Res.** 16 (Nov 2002): 573-80.

Borg, G. A. Psychophysical bases of Perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc.** 14 (1982): 377-381.

Bower, R. W.; and Fox, E. L. **Sports Physiology**. (n.p.): Wm. C. Brown, 1992.

Browning, R.; and Sleamaker, R**. Serious Training for Endurance Athletes**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.

Bruce, R. A. Method of exercise testing. **The American Journal of Cardiology.** 33 (1974): 715-720.

Burke, J.; Trayer, R.; and Belcamino, M. Comparison of effects of two interval – training programmes on lactate and ventilatory thresholds. **Br J Sports Med.** 28 (1994): 18–21

Colett, L.; Donne, B.; and Hartigan, P. Determination of the individual lactate thresholds using the Cooper run. **J Sports Sci.** 17 (1999): 507.

Conconi, F.; Ferrari, M.; Ziglio, P. G.; Droghetti, P.; and Codega, L. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test for runner. **J Appl Physiol.** 52 (1982): 869-873.

Costill, D. L.; and Wilmore, J. H. **Physiology of Sport and Exercise**. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994

Craig, N. P., et al. Aerobic and anaerobic indices contributing to track endurance cycling performance. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.** 67 (1993): 150 -158.

Daneils, J. Training Distance Runner - a primer. **Gatorade Sports Sci. Exch.** 1 (1989): 1-5.

Davis, J. A.; Frank. M. H.; Whipp, B. J.; and Wasserman, K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle – aged Men. **J Appl Physiol.** 46 (1979): 1039– 1046.

Deutsch, M. U.; Kearney, G. A.; and Rehrer, N. J. Lactate equilibrium and aerobic indices of elite rugby union players. **Med Sci Sports Exerc.** 30 (1999), Supplementation abstract 1360.

Devis, J. **Anaerobic Threshold Training** [online]. (n.d.). Available from : http://www.Do it sports.com (2000, June 27)

Edwards, A. M.; Clark, N.; and Macfadyen, A. M. Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. **J Sports Sci & Med.** 2 (2003): 23 – 29.

Fouquet, R.; Denis, C.; Poty, P.; Geyssant, A.; and Lacour, J. R. Effect of 40 weeks of endurance training on the anaerobic threshold. **Int J Sports Med.** 3 (Nov 1982): 208-214.

Fox, E. L.; and Mathews, D. K. **Interval Training**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1974.

Ghosh, A. K.; Goswami, A.; and Ahuja, A. Evaluation of a sports specific training programme in badminton players. **Indian J Med Res.** 98 (Oct 1993): 232-236.

Ghosh, A. K.; and Mukhopadhaya, S. **Physiological profile of Indian elite middle and long distance runners.** Unpublished data from Department of Exercise Physiology, Sports Authority of India, Faculty of Sports Sciences, National Institute of Sports, Patiala, India, 2002.

Gocentas, A.; Juozulynas, A.; Obelemis, V.; Andziulis, A.; and Landor, A. Patterns of cardiovascular and ventilatory response to maximal cardiopulmonary test in elite basketball players. **Medicina (Kaunas).** 41 (2005): 698-704.

Gullstand, L., et al. Blood sampling during continuous running and 30 – second intervals on a treadmill. **Scand J Med Sci Sports.** 4 (1994): 242 -293.

Helgerud, J., et al. Aerobic endurance training improves soccer performance. **Med Sci Sports Exerc.** 33 (2001): 1925-1931.

Henritze, J.; Weltman, A.; Schurrer, R. L.; and Barlow, K. Effect of training at and above the lactate threshold and maximal oxygen uptake. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.** 54 (1985): 84-88.

Hollman, W. The relationship between pH, lactic acid, potassium in arterial blood and venous blood, (PoW) and pulse frequency during increasing spirometric work in endurance-trained and untrained persons. **Pan-American Congress for Sports Medicine**, Chicago, 1959.

Hollman, W. Historical remark on the development of aerobic - anaerobic threshold up to 1966. **Int J Sports Med.** 2 (1985): 109 – 116.

Hoogeveen, A. R. The effect of endurance training on the ventilatory response to exercise in elite cyclists. **Eur J Appl Physiol.** 82(2000): 45-51.

Ingham, S. A.; and Miles, A. P. Ventilatory threshold and breathing as indicators of anaerobic threshold in female rowers. **J Sports sci.** 17 (1999): 37.

Janssen, PGLM. The pulse rate-lactate curve. In C. Rianne (ed.), **Training, Lactate, Pulse Rate.** Finland : Polar Electro Oy, 1989.

Jones, A.; and Doust, J. Lack of reliability in Conconi's heart rate deflection point. **Int J Sports Med.** 16 (1995): 541-544.

Kinderman, W.; Simon, G.; and Keul, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for determination of work load intensities during endurance training. **Eur J Appl Physiol.** 42(1979): 25-34.

Kravitz, L.; and Dalleck, L. Lactate Threshold Training. **Network , The official Magazine of Australian Fitness Network.** 2005: 27-30.

Lactate Testing [online]. (n.d.). Available from : http://www.brianmac.demon.co.uk (2000, June 27)

Lafontaine, T. P. **The effect of intensity and quantity of exercise training on the aerobic and anaerobic threshold.** Doctoral Dissertation, University of Missouri-Columbia, 1991. Dissertation Abstracts International 45: 452.

Laursen, P. B.; Shing, C. M.; Peake, J. M.; Coombes, J. S.; and Jenkins, D. G. Influence of high intensity interval training on adaptation in well training in well training cyclists. **Journal of Strength.** 19 (2005): 527-533.

Mader, A.; and Heck, H. A theory of metabolic origin of " anaerobic threshold ". **Int J sports Med.** 7 (1986); (suppl): 45-65.

McArdle, W.D.; Kotch, F. I.; and Katch, V. L. **Essentials of Exercise Physiology.** 2nd ed. Philadephia: William & Wilkins a waverly company, 2000.

Method of Training [online]. (n.d.). Available from : http://www.earthlink.net (1998, June 12)

Oyono – Euguelle, S., et al. Blood lactate during constant – load exercise at aerobic and anaerobic threshold training. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.** 60 (1990): 321 -330.

Peter, G.; and Janssen, J.M. **Training Lactate Pulse Rate**. Finland: Oy Litto, 1992.

Peter, R.; and Jenkins, D. **Training for Speed and Endurance.** Australia: Allen & Unwin, 1996.

Plowman, A.; and Denise, s. **Exercise Physiology for health, fitness, and performance.** MA: Allyn and Bacon, 1998.

Power, S. K.; and Howley, W.T. **Exercise Physiology.** 4th ed. NY: The Mc Graw-Hill, 2001.

Robergs, R. A.; and Roberts, S. **Exercise Physiology: Exercise, performance and clinical applications.** St Louis, MO: Mosby, 1997.

Rodas, G.; Ventura, J. L.; Cadefau, J. A.; Cusso, R.; and Parra, J. A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. **Eur J Appl Physiol.** 82 (2000): 480-486.

Rusko, H. K. Development of aerobic power in relation to age and training in crosscountry skiers (Review). **Med Sci Sports Exerc.** 24 (1992): 1040-1047.

Sport Coach. **Lactic Acid** [online]. (n.d.). Available from : http://www.brianmac.demon.co.uk/lactic.html (2000, June 27)

Sport Coach. **Power** [online]. (n.d.). Available from : http://www.brianmac.demon.co.uk/power.html (2003, March 3)

Steckal, M. **Anaerobic threshold workout** [online]. (n.d.). Available from : http://www.spinalhealth.net (2000, June 27)

Stremel, R. Historical development of the anaerobic threshold concept. **The Physiologist.** 27 (1984): 295-298.

Tanaka, K.; Matsura, Y.; Matsuzaka, A.; Hirakoba, K.; and Kumagai, s**.** A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance running performance. **Med Sci Sports Exerc.** 16 (1984): 278-281.

Tomlin, D. L.; and Wenger, H. A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high Intensity Intermittent Exercise. **Sports Med.** 31 (2001): 1-11.

Troup, J. P. **Lactate Testing and Uses in Swimming**. Colorado: Colorado Springs, 1990.

Vachon, J.; Bassett, D.; and Clark, S. Validity of the heart rate deflection as a predictor of lactate threshold during running. **J Appl Physiol.** 87 (1999): 452-459.

Van Handel, P. J. **Lactate and Heart Rates** [online]. (n.d.). Available from : http://www.lactate. com/lacta.html (2000, February 25)

Villani, A. J.; Fernhall, B.; and Miller, W. C. Effects of aerobic and anaerobic training to exhaustion on VO_2max and exercise performance. **Med Sci Sports Exerc.** 31 (1999), Supplementation abstract 1093.

Vobejda, C.; Fromme, K.; Samson, W.; and Zimmermann, E. Maximal constant heart rate -- a heart rate based method to estimate maximal lactate steady state in running. **Int J sports Med.** 27 (May 2006): 368-372.

Wasserman, K.; Whipp, B.; Koyal, S.; and Beaver, W. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J Appl Physiol.** 35 (1973): 236-243.

Wasserman, K. The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. **Am Rev Respir Dis.** 129 (1984); (suppl): 35-40.

Wasserman, K. The anaerobic threshold : Definition, physiological significant and identification. **Adv Cardiol.** 35 (1986): 1-23.

Withers, R. T.; Sherman, W. M.; and Miller, J. M. Specificity of the anaerobic threshold in endurance trained cyclists and runners. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.** 47 (1981): 93-104.

Wyatt, F. B. **A meta – analysis of non – linear dynamics associated with anaerobic threshold**. Doctoral Dissertation, University of Northern Colarado, 1996. Dissertation Abstracts International 52: 2518.

Yoshitake, Y.; Zaiki, N.; and Shoji, B. Hemodynamic and biochemical responses during exercise at the intensity equivalent to lactate threshold for middle-aged and elderly. **J Human Ergol.** 16 (1987): 137-143.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

แบบบันทึกผลการทดสอบความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ ด้วยแบบทดสอบของบรู๊ซ (Bruce Protocol)

ชื่อ ..... อายุ ..... ปี เพศ ( )ชาย ( )หญิง

ประเภทกีฬา ..... ตำแหน่ง .....

วันที่ทดสอบ ..... ภาวะการทดสอบ ( )ก่อนเข้ารับการฝึก ( )หลังเข้ารับการฝึก

น้ำหนักตัว ..... กิโลกรัม ส่วนสูง ..... เซนติเมตร

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ..... ครั้ง/นาที

Stage	Time (min)	Speed (km/hr)	%grade	Heart rate (beat/min)	VO_2 (ml/min)	RPE
1	0	2.74	10			
2	3	4.02	12			
3	6	5.47	14			
4	9	6.76	16			
5	12	8.05	18			
6	15	8.85	20			
7	18	9.65	22			
8	21	10.46	24			
9	24	11.26	26			
10	27	12.07	28			

ภาคผนวก ข

แบบฝึกและโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า
ในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

แบบฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

วัตถุประสงค์ในการฝึก

1. เพื่อฝึกสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต
2. เพื่อฝึกความอดทนที่มีต่อกรดแลคติก
3. เพื่อฝึกทักษะการชงลูก การสกัดกั้น และการทำคะแนน

สถานที่ทำการฝึก

สนามกีฬาเซปักตะกร้อในร่มซึ่งได้มาตรฐานของสหพันธ์เซปักตะกร้อนานาชาติ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึก

1. ลูกตะกร้อแบบที่ใช้ในการแข่งขันจำนวน 20 ลูก
2. ตะกร้าใส่ลูกตะกร้อจำนวน 1 ตะกร้า
3. นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจจำนวน 1 เรือนต่อนักกีฬา 1 คน
4. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจพร้อมสายรัดจำนวน 1 เครื่องต่อนักกีฬา 1 คน
5. จานแบนที่ใช้ระบุตำแหน่งจำนวน 9 ใบ

การเตรียมอุปกรณ์และสถานที่

นำจานจำนวน 1 ใบ มาวางไว้ที่จุดกึ่งกลางของสนามด้านใดด้านหนึ่งเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของนักกีฬา วัดระยะห่างจากจุดกึ่งกลาง 3 เมตร จากนั้นนำจานที่เหลือไปวางไว้ที่ตำแหน่งซึ่งกำหนดไว้จนครบทุกใบดังรูปที่ 4

ทักษะกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ซึ่งใช้ในแบบฝึก

1. การตั้งลูก (การชง) (รูปที่ 1) เป็นทักษะการเล่นที่ใช้ในการเปิดลูกเสิร์ฟ หรือการเล่นครั้งที่ 2 ต่อจากการเปิดลูก ถ้าตั้งหรือชงลูกได้ดี การเล่นในครั้งต่อไปก็ง่ายและเป็นประโยชน์ในการทำคะแนน ทักษะการชงลูกที่นิยมใช้ในการแข่งขัน คือทักษะการเล่นลูกด้วยข้างเท้าด้านใน (ลูกแป) เนื่องเป็นจากทักษะพื้นฐานที่ใช้กันบ่อยๆ และควบคุมทิศทางได้แน่นอน

รูปที่ 1 ทักษะการตั้งลูกหรือการชง

2. ทักษะการทำคะแนน (รูปที่ 2) เป็นลักษณะการเล่นลูกเพื่อหวังผลทำคะแนน ซึ่งเป็นจังหวะการเล่นที่ต่อเนื่องจากการตั้งลูก โดยทักษะการเล่นเพื่อทำคะแนนประกอบด้วยลูกฟาดกลับหลัง ลูกฟาดด้านข้าง ลูกปาด ลูกเหยียบ และลูกศีรษะ ซึ่งลูกทำคะแนนนั้นจะมีความรุนแรงหรือเล่นทิศทางก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการสกัดกั้นและการตั้งรับของฝ่ายตรงข้าม ผู้เล่นที่เล่นลูกทำคะแนนได้ดีจำเป็นต้องฝึกทักษะการยกเท้าให้สูง การกระโดดเตะ การลอยตัวเตะกลางอากาศให้มีความชำนาญ

รูปที่ 2 ทักษะการทำคะแนนด้วยลูกฟาดด้านข้าง (Half Rolling)

3. ทักษะการสกัดกั้น (รูปที่ 3) เป็นทักษะที่ใช้สำหรับทำลายจังหวะในการทำคะแนนของฝ่ายตรงข้ามและในขณะเดียวกันก็สามารถสร้างโอกาสในการทำคะแนนได้เช่นเดียวกัน ถ้าสามารถสกัดกั้นแล้วลูกตกลงในแดนฝ่ายตรงข้ามได้ ซึ่งทักษะการสกัดกั้นประกอบด้วยการกระโดดลอยตัวเหนือตาข่ายและสกัดกั้นด้วยขา แผ่นหลัง หรือศีรษะ (สุจินต์ แก้วสว่าง, 2548)

รูปที่ 3 ทักษะการสกัดกั้นหน้าตาข่ายด้วยขา

ขั้นตอนการฝึก

1. เริ่มต้นการฝึกด้วยการให้ผู้เล่นเข้ามายืนบริเวณกลางสนาม **(เครื่องหมาย ●)** จากนั้นผู้ฝึกสอน **(เครื่องหมาย ★)** ทำการโยนลูกตะกร้อไปยังจุดที่กำหนด **(เครื่องหมาย△)** และให้ผู้เล่นวิ่งไล่ชงลูกตะกร้อ เมื่อไล่ชงได้ 1 ลูก ผู้เล่นจะต้องวิ่งกลับมายืน ณ จุดเริ่มต้น **(เครื่องหมาย●)** โดยทิศทางในการเคลื่อนไหวนั้นขึ้นอยู่กับทิศทางของลูกตะกร้อที่ถูกโยนให้วิ่งไล่ชง ใช้เวลาในการวิ่งไล่ชงลูก 15 วินาที (รูปที่ 4)

2. จากนั้นจึงวิ่งไปยังหน้าตาข่ายและกระโดดขึ้นสกัดกั้นบริเวณกึ่งกลางของหน้าตาข่าย **(เครื่องหมาย △)** 1 ครั้ง สลับกับกระโดดขึ้นเตะเพื่อทำคะแนน 1 ครั้ง โดยตำแหน่งที่กระโดดขึ้นทำคะแนนนั้นขึ้นอยู่กับทิศทางของการโยนลูกตะกร้อไปยังบริเวณหน้าตาข่ายของผู้ฝึกสอนที่ยืนอยู่บริเวณกลางสนาม **(เครื่องหมาย ★)** ทำการฝึกต่อเนื่องกันเป็นเวลา 15 วินาที (รูปที่ 5)

หมายเหตุ ทำการฝึกอย่างต่อเนื่องกันทั้งสองขั้นตอน เมื่อฝึกครบทั้งสองขั้นตอนจัดเป็นการฝึก 1 เซต ตลอดการฝึกในแต่ละเซตผู้เล่นจะต้องเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องกัน และมีการออกแรงในการเคลื่อนที่อย่างเต็มกำลัง สำหรับการพักในแต่ละเซตผู้เล่นควรพักแบบมีกิจกรรมด้วยการวิ่งเหยาะๆหรือการเดินในบริเวณสนาม

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพของแบบฝึก

▯ คือ สนามกีฬาเซปักตะกร้อ 1 ด้าน

△ คือ จานแบนที่ใช้ระบุตำแหน่ง

● คือ ตำแหน่งของนักกีฬา

⟶ คือ ทิศทางในการวิ่งขึ้นหน้าตาข่าย

▭ คือ แนวหน้าตาข่าย

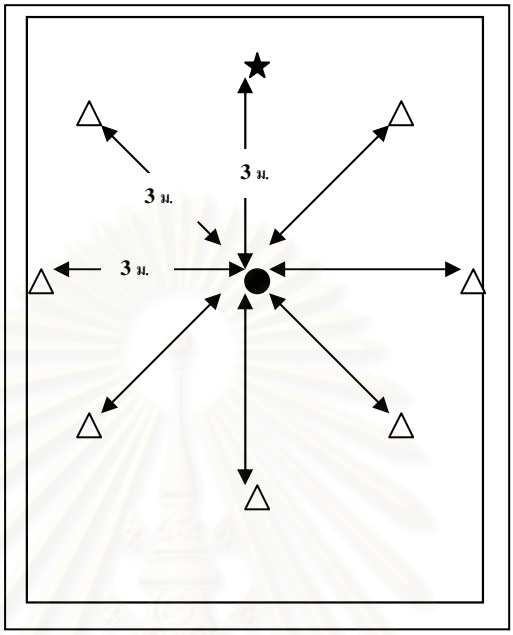
⊗ คือ ลูกตะกร้อ

★ คือ ตำแหน่งของผู้ฝึกสอน

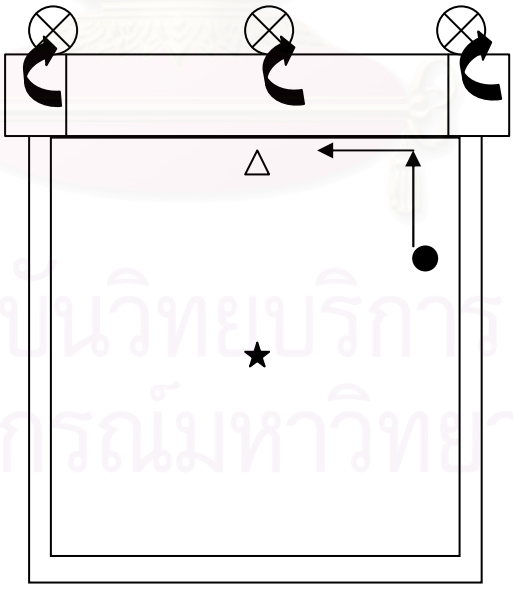
↔ คือ ทิศทางในการวิ่งไล่ชง

↷ คือ ทิศทางในการขึ้นทำคะแนน

แผนภาพแสดงแบบฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย



รูปที่ 4 แบบฝึกจุดเริ่มล้าในขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 5 แบบฝึกจุดเริ่มล้าในขั้นตอนที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า ซึ่งพัฒนาเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการฝึกติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยโปรแกรมการฝึกถูกแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

การฝึกในระยะที่ 1 ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 95 - 100 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

การฝึกในระยะที่ 2 ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 100 - 105 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

ตารางที่ 1 โปรแกรมการฝึกในระยะที่ 1

สัปดาห์ที่ฝึก	ความหนักในการฝึก (% ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุด AT)	เวลาฝึกในแต่ละเซต (นาที)	เวลาพักในแต่ละเซต (นาที)	จำนวนเซต	ระยะเวลาในการฝึก (นาที)
1	95 - 100%	0.30	1.30	8	16
2	95 - 100%	0.30	1.30	8	16
3	95 - 100%	0.30	1.30	10	20

ตารางที่ 2 โปรแกรมการฝึกในระยะที่ 2

สัปดาห์ที่ฝึก	ความหนักในการฝึก (% ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุด AT)	เวลาฝึกในแต่ละเซต (นาที)	เวลาพักในแต่ละเซต (นาที)	จำนวนเซต	ระยะเวลาในการฝึก (นาที)
4	100 - 105 %	0.30	1.30	10	20
5	100 - 105 %	0.30	1.30	10	20
6	100 - 105 %	0.30	1.30	8	16

Modified from Devis, 2000; Fox and Mathews, 1974; Daneils, 1989; Kravitz and Dalleck, 2005; Browning and Sleamaker, 1996; and Steckel, 2000

การควบคุมความหนักและระยะเวลาของการฝึก ด้วยการให้นักกีฬาสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการฝึกซ้อม และตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจและระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกในแต่ละเซตจากสัญญาณเตือนที่ทำงานจากการตั้งค่าในโปรแกรมของนาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

การพักในแต่ละเซต ใช้การพักแบบมีกิจกรรม (Active Rest) โดยให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ 60 - 70 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Browning and Sleamaker, 1996)

ภาคผนวก ค

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบฝึกจุดเริ่มล้าใน นักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม	อาจารย์สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์	อาจารย์สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. นายวีรัส ณ หนองคาย	หัวหน้าผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย
4. เรืออากาศเอก คมกฤษ ทับแก้ว	ผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ ปทุมวัน กรุงเทพฯ ๑๐๓๓๐

21 สิงหาคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบฝึกจุดเริ่มล้า ๑ ชุด
๒. แบบแสดงความคิดเห็น ๑ ชุด

ด้วยนายกิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้งานวิทยานิพนธ์มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแบบฝึกซึ่งใช้ในการวิจัยเรื่องดังกล่าว ทั้งนี้ได้แนบแบบแสดงความคิดเห็นที่ท่านมีต่อแบบฝึก เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขแบบฝึกให้มีความถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้อย่างมีคุณภาพ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบฝึกที่ใช้ในการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)
คณบดี

หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา ฝ่ายวิชาการและวิจัย
โทร. ๐-๒๒๑๘-๑๐๑๖
โทรสาร ๐-๒๒๑๘-๑๐๑๖

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษานำร่องของการวิจัย

การศึกษานำร่องของการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ซึ่งจะนำไปใช้ในการวิจัยครั้งนี้โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานำร่องคือ นักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย จำนวน 4 คน ดำเนินการฝึกตามโปรแกรมที่ใช้ในการศึกษานำร่องเป็นเวลา 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน ณ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เอส พี เอส เอส ฟอร์ วินโดร์ (SPSS for Windows) นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปตารางประกอบความเรียง ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่า “ที” ของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

รายการ	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 2 สัปดาห์		t	P-value
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	153.00	8.04	154.25	7.18	-2.61	0.08
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	29.21	3.96	30.50	3.32	-2.85	0.07
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	38.75	2.03	40.93	1.62	-2.86	0.07

*P $\leq$ .05

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีค่า 153.00 และ 154.25 ครั้ง/นาที ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีค่า 29.21 และ 30.50 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม และค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่า 38.75 และ 40.93 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

รายการ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 2 สัปดาห์	% การเปลี่ยนแปลง
	$\overline{X}$	$\overline{X}$	
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	153.00	154.25	+0.82 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	29.21	30.50	+4.42 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	38.75	40.93	+5.63 %

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์ คิดเป็น +0.82 %

ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์ คิดเป็น +4.42 %

ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์ คิดเป็น +5.63 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 1

รายการ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 2 สัปดาห์	% การเปลี่ยนแปลง
	$\overline{X}$	$\overline{X}$	
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	148	150	+1.35 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	23.56	26.12	+10.87 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	36.17	38.92	+7.60 %

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 148 และ 150 ครั้ง/นาที ตามลำดับ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +1.35 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 23.56 และ 26.12 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +10.87 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 36.17 และ 38.92 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +7.60 %

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 1

รายการ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 2 สัปดาห์	% การเปลี่ยนแปลง
	$\overline{X}$	$\overline{X}$	
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	149	151	+1.34 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	29.92	30.55	+2.11 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	38.78	40.58	+4.64 %

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 149 และ 151 ครั้ง/นาที ตามลำดับ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +1.34 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 29.92 และ 30.55 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +2.11 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 38.78 และ 40.58 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +4.64 %

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าขวา คนที่ 2

รายการ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 2 สัปดาห์	% การเปลี่ยนแปลง
	$\overline{X}$	$\overline{X}$	
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	165	165	-
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	32.80	34.15	+4.12 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	41.14	41.42	+0.68 %

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 165 และ 165 ครั้ง/นาที ตามลำดับ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองไม่มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 32.80 และ 34.15 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +4.12 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 41.14 และ 41.42 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +0.68 %

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ในการศึกษาเฉพาะกรณีของนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย ตำแหน่งหน้าซ้าย คนที่ 2

รายการ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 2 สัปดาห์	% การเปลี่ยนแปลง
	$\overline{X}$	$\overline{X}$	
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	150	151	+0.66 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	30.54	31.18	+2.10 %
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	38.92	42.80	+9.97 %

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 150 และ 151 ครั้ง/นาที ตามลำดับ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +0.66 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 30.54 และ 31.18 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +2.10 %

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ 38.92 และ 42.80 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม ตามลำดับ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง +9.97 %

ภาคผนวก จ

เลขที่ใบรับรอง 102/2550

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการวิจัย : การศึกษาการประยุกต์วิทยาศาสตร์การกีฬาแบบองค์รวมในการเก็บตัวฝึกซ้อมและแข่งขันของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย
(A STUDY OF INTEGRAL APPROACH IN SPORTS SCIENCE APPLICATION IN TRAINING CAMP AND COMPETITION OF THAI NATIONAL FEMALE SEPAKTAKRAW ATHLETES)

ผู้วิจัยหลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.ฉนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ อาจารย์

หน่วยงาน : สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

☑ อนุมัติในแง่จริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ์)

.....ผู้ช่วยเลขานุการ
(นางอรพินท์ เล่าชี้)

รับรองวันที่ 13 พฤศจิกายน 2550 วันหมดอายุ 13 สิงหาคม 2551

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบยินยอมของประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Informed Consent Form)

ชื่อโครงการวิจัย ผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

เลขที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้าได้รับทราบข้อมูลจากผู้วิจัยชื่อ นายกิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสรีรวิทยาการกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หมายเลขโทรศัพท์สำหรับติดต่อ 089-1135759 ซึ่งได้ลงนามด้านท้ายของหนังสือนี้

ถึงวัตถุประสงค์ ลักษณะ และขั้นตอนการศึกษาวิจัยรวมทั้งรับทราบถึงข้อดี และผลกระทบข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นได้แก่ อาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อในระหว่างทำการวิจัย ตลอดจนประโยชน์ของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ รวมทั้งการเก็บข้อมูลจากการวิจัยไว้เป็นความลับ และการนำเสนอข้อมูลในภาพรวมที่ได้จากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทั้งหมด โดยที่ไม่มีการเปิดเผยชื่อของผู้ให้ข้อมูลในการเสนอผลการวิจัย ซึ่งข้าพเจ้าได้ซักถาม ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการศึกษาดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งยังได้ลงนามด้านท้ายหนังสือเล่มนี้

ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการศึกษาวิจัยครั้งนี้ด้วยความสมัครใจ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและมีสิทธิที่จะปฏิเสธจากการเข้าร่วมการวิจัยได้ตามต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผล

ข้าพเจ้าได้รับทราบจากผู้ทำการวิจัยว่า หากมีความผิดปกติใดๆเกิดขึ้นกับข้าพเจ้าเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ ข้าพเจ้าจะได้รับความคุ้มครองทางกฎหมาย และจะแจ้งให้ผู้ทำการวิจัยทราบทันที ในกรณีที่มิได้แจ้งให้ทราบในทันทีถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้น จะถือว่าข้าพเจ้าทำให้การคุ้มครองและความปลอดภัยเป็นโมฆะตามที่กฎหมายกำหนด

ข้าพเจ้ายินดีให้ข้อมูลแก่คณะวิจัย เพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการศึกษาวิจัยนี้ ภายใต้เงื่อนไขที่ได้ระบุไว้แล้วข้างต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

....

สถานที่ / วันที่ (.....)

ลงนามผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

....

สถานที่ / วันที่ (.....)

ลงนามผู้วิจัยหลัก

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Patient / Participate Information Sheet)

ชื่อโครงการวิจัย ผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

ชื่อผู้วิจัย นายกิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์

สถานที่ปฏิบัติงาน สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 089-1135759 E-mail: little_boyzone@hotmail.com

เรียน ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่าน

ท่านเป็นหนึ่งในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย จำนวน 4 คน ที่ได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยเรื่อง ผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้า ด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย โดยมีจำนวนทั้งสิ้น 4 คน อายุระหว่าง 20-24 ปี สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนเข้ารับการฝึกซ้อมกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ตามโปรแกรมของผู้ฝึกสอนอย่างสม่ำเสมอโดยทำการฝึกซ้อมตั้งแต่วันจันทร์ถึงเสาร์ และหยุดพักผ่อนในวันอาทิตย์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวัด มีความแม่นตรง และเชื่อถือได้

4. ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีการอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ทั้งก่อนและหลังจากการฝึกโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น

5. ทำการทดสอบหาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวิธีวีสโลป (V – Slope Method) โดยใช้บรู๊ซโปรโตคอล (Bruce Protocol) ในการทดสอบ ก่อนการฝึกตามโปรแกรมและหลังการฝึกผ่าน 6 สัปดาห์ โดยมีผู้วิจัยคอยดูแลอย่างใกล้ชิด

6. กลุ่มตัวอย่างดำเนินการฝึกตามโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า ซึ่งพัฒนาเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยโปรแกรมการฝึกถูกแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

การฝึกในระยะที่ 1 ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 95 - 100 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

การฝึกในระยะที่ 2 ใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 100 - 105 % ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

สถานที่ทำการวิจัย คือ สถานที่เก็บตัวฝึกซ้อมของนักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทย ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตองครักษ์

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย สามารถเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าได้

2.โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีความเหมาะสมกับนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการฝึกกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่ต่อไป

ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย

ในเรื่องการฝึกตามโปรแกรมที่ผู้ทำวิจัยกำหนด ในช่วงระยะเริ่มต้นโปรแกรมการฝึกอาจทำให้เกิดอาการเหนื่อย เมื่อยขา และปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ แต่อาการดังกล่าวจะหายเป็นปกติในเวลาอันสั้น ทั้งนี้ก่อนและหลังเข้ารับการฝึกทุกครั้ง จะมีการแนะนำให้ผู้ทดลองมีการอบอุ่นร่างกาย และผ่อนคลายร่างกายก่อนและหลังการฝึก เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งขณะทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายและทำการฝึก จะมีทีมวิจัยดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดลอง หากพบว่าขณะทำการฝึกหรือทดสอบ มีอาการเจ็บหน้าอก แน่นหน้าอก หายใจติดขัด หายใจลำบาก หน้ามืดคล้ายเป็นลม เจ็บปวดข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพกอย่างต่อเนื่องเกิดขึ้น ให้หยุดพักการทดสอบ และส่งต่อให้แพทย์ทำการวินิจฉัยและรักษาต่อไป โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในการรักษาพยาบาลที่เกิดขึ้นจากการฝึกและทดสอบดังกล่าว

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัย และชี้แจงให้ทราบว่าการตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลต่อกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งการขอออกจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใด ๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่มีผลอย่างใดต่อกลุ่มตัวอย่างและ

ครอบครัว และเมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

การเปิดเผยข้อมูล

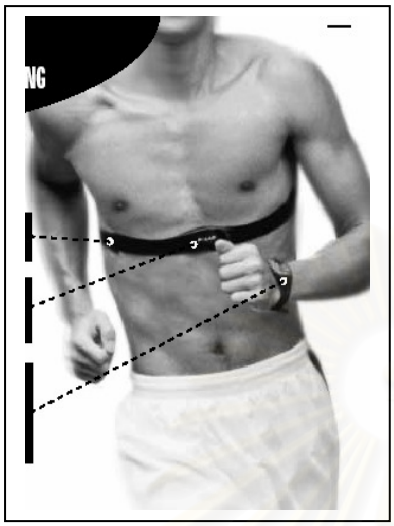
ข้อมูลส่วนตัว และข้อมูลอื่น ๆ ที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิด ยกเว้นว่าได้รับคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากท่านมีข้อซักถามประการใด กรุณาติดต่อ นายกิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ 089-1135759 E-mail: little_boyzone@hotmail.com

ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

นายกิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ



รูปที่ 6 การสวมใส่นาฬิกาวัดอัตราการเต้นหัวใจและเครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ

รูปที่ 7 นาฬิกาวัดอัตราการเต้นหัวใจ

รูปที่ 8 อุปกรณ์ประมวลผลการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ

รูปที่ 9 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบจุดเริ่มล้า
ด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ

รูปที่ 10 การสวมใส่หน้ากากที่ใช้ในการทดสอบจุดเริ่มล้า

รูปที่ 11 การทดสอบจุดเริ่มล้า

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์ เกิดวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2526 ภูมิลำเนาอำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2548 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโทสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2549

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย