การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี

นายจิราดร ถิ่นอ่วน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

A COMPARISON BETWEEN THE EFFECT OF AEROBIC AND ANAEROBIC TRAINING ON ANAEROBIC THRESHOLD IN EIGHTEEN YEARS OLD SOCCER PLAYERS

Mr.Jiradon Tinuan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Sports Science

Faculty of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี
โดย	นายจิราดร ถิ่นอ่วน
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)

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

……กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

……กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(นายชัยสิทธิ์ ภาวิลาส)

จิราดร ถิ่นอ่วน : การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี. (A COMPARISON BETWEEN THE EFFECT OF AEROBIC AND ANAEROBIC TRAINING ON ANAEROBIC THRESHOLD IN EIGHTEEN YEARS OLD SOCCER PLAYERS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์, 103 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย รุ่นอายุ 18 ปี จำนวน 24 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Selection) จากนั้นทำการทดสอบจุดเริ่มล้าด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวีสโลป นำผลการทดสอบที่ได้มาเรียงลำดับตั้งแต่ 1 – 24 แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกำหนด (Randomized Assignment) กำหนดเป็นกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก และกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 30 นาที ทดสอบจุดเริ่มล้าด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวีสโลป ก่อนและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และ 8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ค่าทีและความแปรปรวนทางเดียว ชนิดวัดซ้ำ จึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของแอลเอสดี โดยทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการวิจัย หลังสัปดาห์ที่ 4 และ 8 กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิกมีการพัฒนาจุดเริ่มล้าและอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าดีกว่ากลุ่มแอโรบิก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และหลังสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มฝึกแบบแอโรบิกมีการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดดีกว่ากลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และหลังสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มฝึกแบบแอโรบิกมีการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และหลังสัปดาห์ที่ 4 และ 8 กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก มีการพัฒนาจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย แบบฝึกแอนแอโรบิก จะสามารถเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าได้ดีกว่าแบบฝึกแอโรบิก

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา 2554 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

#5278607539 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS : AEROBIC TRAINING / ANAEROBIC TRAINING / ANAEROBIC THRESHOLD / V – SLOPE METHOD / SOCCER PLAYERS

JIRADON TINUAN : A COMPARISON BETWEEN THE EFFECT OF AEROBIC AND ANAEROBIC TRAINING ON ANAEROBIC THRESHOLD IN EIGHTEEN YEARS OLD SOCCER PLAYERS. ADVISOR : ASST. PROF. CHALERM CHAIWATCHARAPORN, Ed.D., 103 pp.

The purpose of this research was to study and to make a comparison between the effect of aerobic and anaerobic training on anaerobic threshold (AnT) in eighteen years old soccer player**.** The samples were Bangkok Christian College soccer players eighteen year old. The samples were selected by using purposive selection, then randomized to be 12 subject in 2 groups for the different training programs. One group was trained with aerobic training program and the other group was trained with the anaerobic training program. Each group was trained for 2 days a week with 30 minutes a day. The researcher examined the maximal oxygen consumption and the AnT by using gas analysis and V-slope method before training and after 4 week and 8 weeks of training. The obtained data were analyzed in term of means, standard deviation, t-test independent and one – way analysis of variance with repeated measures. If there were any significant differences, then the data were compared by pair using LSD method at the statistical significant level of $p<.05$.

After 4 weeks and 8 weeks ,the anaerobic training group was significantly increased in AnT and heart rate than the aerobic training group ($p<.05$). After 8 weeks , the aerobic training group was significantly increased in maximal oxygen consumption than the anaerobic training group ($p<.05$). After 8 weeks ,the aerobic training group was significantly increased in maximal oxygen consumption ($p<.05$). After 4 weeks and 8 weeks, the anaerobic training group was significantly difference in AnT and heart rate and maximal oxygen consumption ($p<.05$).

Conclusion the anaerobic training can increase AnT better than the aerobic training.

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

Academic Year : 2011 ..... Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ซึ่งกรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ และนายชัยสิทธิ์ ภาวิลาส คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิด คำแนะนำและตรวจแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กลั่นกรองกระบวนการวิจัยและชี้แนะแนวทางการวิจัยตลอดจนทำให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณยิ่ง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ให้ความเมตตา ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ด้วยดีเสมอมา ขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ รวมทั้งคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาที่ให้การสนับสนุนเรื่องอุปกรณ์ทดสอบ เครื่องมือและสถานที่

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ฝึกสอน และนักกีฬาฟุตบอลโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัย และเสียสละเวลาอันมีค่าในการเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัยในครั้งนี้ อันส่งผลให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สำหรับความช่วยเหลือ คำแนะนำต่างๆ กำลังใจและคำปรึกษาที่ดีเสมอมา

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อจรินทร์ ถิ่นอ่วน-คุณแม่ดาเรศ ทิพย์เนตร นายอาทิตย์ ทิพย์เนตร นางพิชญาณัฏฐ์ ทิพย์เนตร และครอบครัวอันเป็นที่รักยิ่งของข้าพเจ้า ขอบพระคุณที่ท่านอบรมสั่งสอน ทั้งสนับสนุนในเรื่องการศึกษามาโดยตลอด รวมถึงให้กำลังใจและคำแนะนำดีๆ ทำให้ผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์มาได้ด้วยดี และส่งผลให้สามารถประสบความสำเร็จในการเรียนครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครูบาอาจารย์ และผู้อุปการะคุณทุกท่านของผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

สารบัญแผนภูมิ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4

สมมติฐานการวิจัย..... 4

ขอบเขตของการวิจัย..... 4

คำจำกัดความของการวิจัย..... 5

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

ระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย..... 7

จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์..... 13

กรดแลคติกในการออกกำลังกาย..... 16

วิธีการทดสอบระดับจุดเริ่มล้า..... 20

การพัฒนาความอดทนของระบบพลังงานในการออกกำลังกาย..... 23

การฝึกจุดเริ่มล้า..... 29

งานวิจัยภายในประเทศ..... 32

งานวิจัยต่างประเทศ..... 34

กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 38

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 39

บทที่ หน้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 39
รูปแบบของการวิจัย..... 40
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 40
วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 44
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 45

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 46

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 60
สรุปผลการวิจัย..... 60
อภิปรายผลการวิจัย..... 62
ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้..... 67
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป..... 67

รายการอ้างอิง..... 68

ภาคผนวก..... 74
ภาคผนวก ก หนังสือการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์..... 75
ภาคผนวก ข ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย..... 76
ภาคผนวก ค หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย..... 80
ภาคผนวก ง รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาตรวจสอบเครื่องมือวิจัย..... 82
ภาคผนวก จ การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย..... 83
ภาคผนวก ฉ รูปแบบการฝึกแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก..... 91
ภาคผนวก ช แบบบันทึกผลการทดสอบของบรู๊ซ..... 99
ภาคผนวก ซ การทดสอบจุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด..... 100
ภาคผนวก ฌ การทดสอบจุดเริ่มล้าแบบวีสโลป..... 101
ภาคผนวก ญ แบบวัดระดับการรับรู้ความเหนื่อย..... 102

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 103

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รูปแบบของการวิจัย.....	40
2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก.....	47
3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก จุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลอง.....	48
4	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มแบบฝึกแอโรบิก.....	49
5	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีของแอลเอสดี ของกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก.....	50
6	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก.....	51
7	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า โดยวิธีของแอลเอสดีของกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก.....	52
8	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าโดยวิธีของแอลเอสดี ของกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก.....	53
9	ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีของแอลเอสดี ของกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก.....	54

ตารางที่ หน้า

10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก จุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์..... 55

11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก จุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์..... 56

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การใช้พลังงานในการออกกำลังกายขณะช่วงเวลาแตกต่างกัน.....	8
2	ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate energy system).....	9
3	ระบบพลังงานระยะสั้น (Short – term energy system).....	10
4	ระบบพลังงานแบบระยะยาว (Long – term energy system) เมื่อใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานหลัก.....	11
5	ระบบพลังงานแบบระยะยาว (Long – term energy system) เมื่อใช้ไตรกลีเซอร์ไรด์เป็นแหล่งพลังงานหลัก.....	12
6	สัดส่วนของระบบพลังงานที่ใช้ในกีฬาชนิดต่างๆ.....	13
7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแลคเตทในเลือดและความหนักในการออกกำลังกาย.....	14
8	การแตกตัวและการตรึงไฮโดรเจนอิออน.....	15
9	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจน โดยวิธีแบบวีสโลปในการหาค่าจุดเริ่มล้า.....	21
10	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและความเร็วในการวิ่งเพื่อหาค่าจุดเริ่มล้า โดยวิธีการทดสอบแบบคอนโคนี.....	22
11	ตัวอย่างการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ระดับจุดเริ่มล้า.....	31

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	38
2	ขั้นตอนการวิจัย.....	44
3	แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ของกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์.....	57
4	แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที) ของกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์).....	58
5	แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ของกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์).....	59

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก มีรูปแบบการเล่นที่ตื่นเต้นเร้าใจและมีลักษณะการเคลื่อนไหวเป็นแบบเกมรุกสลับกับเกมรับ มีช่วงของเกมบุกที่หลากหลายพร้อมกับการตั้งรับอย่างรวดเร็ว โดยมีทักษะการเคลื่อนไหวของร่างกายระหว่างการเล่นหลายรูปแบบ เช่น วิ่งเหยาะๆ วิ่งถอยหลัง วิ่งเร็วช่วงสั้นๆ การหมุนตัว การกระโดด โดยมีความหนักของกิจกรรมแบบความหนักระดับต่ำ (Low – Intensity) ความหนักระดับปานกลาง (Moderate – Intensity) และความหนักระดับสูง (High – Intensity) ความหนักของกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายในกีฬาฟุตบอล ซึ่งร้อยละ 80 เป็นการเคลื่อนไหวร่างกายในกิจกรรมที่ความหนักระดับต่ำ กีฬาฟุตบอลใช้เวลาในการแข่งขัน 90 นาที หรืออาจจะ 120 นาที ระหว่างเกมการแข่งขัน นักกีฬาจะต้องวิ่งเป็นระยะทางประมาณ 9 – 12 กิโลเมตร มีการเคลื่อนไหวระยะทางสั้นๆ 30 – 40 เมตร และมีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวทุกๆ 3 – 6 วินาที ระบบพลังงานที่ใช้จึงเป็นแบบแอโรบิกและแบบแอนแอโรบิก แต่ส่วนใหญ่จะใช้พลังงานที่ใช้แบบแอโรบิก เนื่องจากมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายที่ความหนักระดับต่ำ (Low – Intensity) อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ระหว่าง 120 – 140 ครั้ง/นาที ระบบหัวใจและระบบหายใจของร่างกายต้องทำงานอย่างหนักและต่อเนื่องตลอดเวลา (Bloomfield, 2007) (Mohr et al, 2003) ซึ่งนักกีฬาฟุตบอลจึงจำเป็นต้องมีต้องมีสมรรถภาพภาพทางกายที่ดี

สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลนั้น จำเป็นต้องพัฒนาในหลายองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ดังที่ ชาญวิทย์ ผลชีวิน (2534) ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายที่ดีของนักกีฬาฟุตบอลนั้นต้องผ่านการฝึกทางด้านร่างกายเป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลัง ความเร็ว ความอดทน ความคล่องตัว ซึ่งสอดคล้องกับ กราเมอร์ (Gramer,1966) ที่กล่าวว่า นักกีฬาฟุตบอลต้องมีความสมบูรณ์ทนทานของร่างกาย อันหมายถึงร่างกายมีความแข็งแรง ความอดทน ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว ความอ่อนตัว และพลัง จึงสรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่ ความแข็งแรง ความอดทนแบบแอโรบิก ความเร็ว นอกจากนั้นยังมีองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ความอดทนแบบแอนแอโรบิก พลังระเบิด และความคล่องแคล่วว่องไว ที่จะสนับสนุนให้เกิดสมรรถภาพทางกายที่ดีสำหรับนักกีฬาฟุตบอลด้วย

ซึ่งความอดทนแบบแอโรบิกและความอดทนแบบแอนแอโรบิก เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในหลายปัจจัยขององค์ประกอบสมรรถภาพทางกาย ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักกีฬาฟุตบอล เพราะในการแข่งขันแต่ละนัดจะใช้เวลาในการแข่งขัน 90 นาที หรือ อาจจะ 120 นาที ซึ่งมีความหนักสูงมากใกล้ถึงระดับจุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) ก็คือ 80 – 90% ของอัตราการเต้น

ของหัวใจสูงสุด หรือ 70 – 80% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และพลังงานที่ใช้ในแต่ละนัด จะใช้กระบวนการแบบแอโรบิกประมาณ 90% (Mcmillan et al., 2005)

นอกจากนี้ในทางสรีรวิทยาได้กล่าวว่าในระหว่างการแข่งขันเกมฟุตบอล ผู้เล่นมักจะเคลื่อนที่รับและส่งลูกกันระหว่างเพื่อนร่วมทีมหรือแย่งชิงลูกบอลจากฝ่ายตรงข้ามโดยใช้เวลาน้อยกว่า 3 วินาที ในการวิ่งเร็วเข้าหาลูกบอล ดังนั้นระบบพลังงานสำคัญที่ถูกนำไปใช้ในขณะแข่งขันฟุตบอล คือ ระบบพลังงานแอนแอโรบิก ซึ่งสลายจากแหล่งพลังงานฟอสเฟตการใช้แหล่งพลังงานแอนแอโรบิกนี้เป็นการออกกำลังอย่างหนักในช่วงระยะเวลาอันสั้น ทำให้เกิดการสร้างกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นด้วย กรดแลคติกในเลือดและกล้ามเนื้อจึงเป็นตัวแสดงถึงความหนักในการทำงานของร่างกายในเกมการแข่งขันนั้น ซึ่งการมีกรดแลคติกเกิดขึ้นขณะร่างกายทำงานหรือออกกำลังกาย ในปริมาณมากเกินกว่าภาวะปกติจะทำให้กล้ามเนื้อมีการสะสมกรดแลคติกมากเกินความสามารถที่ออกซิเจนจะทำงานได้หลังจากเกิดจุดเริ่มล้า และมีผลต่อสมรรถภาพของร่างกาย (พงษ์เอก สุขใส, 2548)

ในการแข่งขันกีฬาฟุตบอลนั้น นักกีฬาฟุตบอลจำเป็นต้องมีสมรรถภาพร่างกายที่ดี และประกอบกับทักษะต่างๆ ที่ใช้ในการแข่งขัน นอกจากนี้ในการแข่งขันนั้น ตลอดระยะเวลาในการแข่งขัน 90 นาที หรือ 120 นาที ซึ่งนักกีฬามีการเคลื่อนที่ตลอดทั้งเกมการแข่งขัน ทำให้นักกีฬาต้องมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นและรักษาระดับความเร็วของการเคลื่อนไหวให้มีประสิทธิภาพตลอดทั้งเกมการแข่งขัน โดยเฉพาะในเกมการแข่งขันที่ใกล้เคียงกัน นักกีฬาจะต้องมีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและกล้ามเนื้อที่สูง เพื่อทำให้ร่างกายสามารถนำออกซิเจนมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มขบวนการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ซึ่งจุดเริ่มล้าถือว่าเป็นตัวบ่งชี้ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตได้เป็นอย่างดี (Allen et al., 1985; Edward et al., 2003) ซึ่งการพัฒนาจุดเริ่มล้าจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ เป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และลดอาการเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจากกรดแลคติก (Browning and Sleamaker, 1996)

เมื่อร่างกายออกแรงในช่วงกิจกรรมความหนักระดับสูง (High – Intensity) จะทำให้ร่างกายเกิดกรดแลคติกที่อยู่ในกระแสเลือดสูงมาก โดยร่างกายดึงเอาพลังงานส่วนนี้มาใช้ก่อนช่วงแรกเพราะเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วในส่วนความหนักของกิจกรรมความหนักระดับต่ำ (Low – Intensity) เป็นช่วงที่ร่างกายเริ่มกำจัดกรดแลคติก ออกจากกล้ามเนื้อและระบบไหลเวียนเลือดซึ่งเปลี่ยนมาใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน นักกีฬาฟุตบอลที่มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนที่ดีจะสามารถเคลื่อนไหวหรือแข่งขันเป็นระยะเวลาที่ยาวนานโดยไม่รู้สึกเหน็ดเหนื่อย อันเป็นผลมาจากการที่ร่างกายสามารถแลกเปลี่ยนออกซิเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกสมรรถภาพแบบใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Aerobic Fitness) มีความสำคัญและจำเป็นในนักกีฬาประเภทที่ต้องอาศัยความแข็งแรงอดทนของร่างกายในการปฏิบัติทักษะการเคลื่อนไหวเป็นเวลานาน นักกีฬาควร

ได้รับการฝึก 5 ถึง 6 วันต่อสัปดาห์ และเพื่อให้บังเกิดผลดีหรือเกิดประสิทธิภาพในการทำงานแบบใช้ออกซิเจนสูงสุดควรให้นักกีฬาฝึกที่ระดับความหนักเหนือระดับของช่วงการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจนเล็กน้อยเกิดการปรับตัวคุ้นเคยกับสภาวะการเกิดกรดแลคติก ซึ่งจำเป็นสำหรับนักกีฬาที่ต้องทำการแข่งขันที่ใช้ระยะเวลานาน (เจริญ กระบวนรัตน์, 2547) นักกีฬาฟุตบอลจะต้องเน้นการฝึกแบบแอโรบิกในช่วงต้น ซึ่งจะทำให้นักกีฬามีสมรรถภาพหัวใจและการใช้ออกซิเจนที่ดี ซึ่งทำให้เหนื่อยช้าแต่หายเหนื่อยเร็ว ต่อจากนั้นจะลดปริมาณการฝึกแบบแอโรบิกและมีการเพิ่มการฝึกแบบแอนแอโรบิก เพื่อทนต่อกรดแลคติก (Lactic Tolerance Training) ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสลายกรดที่เกิดขึ้นทำให้ไม่เมื่อยล้าเร็ว เนื่องจากในขณะที่ ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนเป็นหลักนั้น อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นและแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วของงานหรือความหนักของกิจกรรมที่ทำ (Reilly, 1997)

ซึ่งในขณะฝึกซ้อมหรือแข่งขัน ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นกับนักกีฬาเป็นขีดจำกัดในการแสดงความสามารถของนักกีฬา ซึ่งความเมื่อยล้าเป็นภาวะที่ร่างกายเริ่มเกิดการสะสมกรดแลคติก (Lactic Acid) ปริมาณมากในกระแสเลือด เรียกได้ว่าเป็นสารที่ทำให้เกิดการเมื่อยล้า (Fatigue Substance) (ประทุม ม่วงมี, 2527) และในวงการสรีรวิทยาการออกกำลังกายได้ยอมรับกันว่า “การที่ร่างกายมีกรดแลคติกสะสมมากเกินไปเป็นสาเหตุของความเมื่อยล้า” (อนุรัติ มีเพชร, 2539) ดังนั้นจึงมีการศึกษาเกี่ยวกับกรดแลคติกในร่างกาย ซึ่งพบว่าผู้ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ในภาวะปกติ ขณะพักจะมีกรดแลคติกประมาณ 1 – 2 มิลลิโมล/ลิตร (Peter and Jenssen, 1992) การออกกำลังกายที่มีความหนักเพิ่มขึ้นจะทำให้กรดแลคติกในโลหิตมีปริมาณเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากร่างกายมีอัตราการลดลง จึงส่งผลให้มีปริมาณกรดแลคติกในโลหิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เรียกว่า ระดับกั้นแลคเตท (Lactate Threshold) ซึ่งมีกรดแลคติกสะสมประมาณ 4 มิลลิโมล/ลิตร ถ้าพิจารณาในด้านระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย ภาวะที่ร่างกายมีสมดุลระหว่างการเกิดกรดแลกติกและการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ร่างกายจะใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy) แต่ถ้าร่างกายมีกรดแลกติกสะสมมากขึ้นเนื่องจากการที่ร่างกายทำงานหนักขึ้นและการขนส่งออกซิเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการ จนกระทั่งระบบการใช้พลังงานเปลี่ยนไปเป็นการเผาผลาญพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy) จุดที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงระบบพลังงานนี้ คือ จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) ภายหลังจากนี้สภาวะร่างกายจะเริ่มมีกรดแลคติกสะสมในปริมาณมาก ถ้าร่างกายทำงานต่อไปก็จะทำให้ร่างกายเสียสมดุลและเกิดผลกระทบต่อการออกกำลังกายหรือการทำงานของร่างกาย (Robergs and Roberts, 1997) ซึ่งการศึกษาเพื่อหาค่าจุดเริ่มล้าในขณะฝึกซ้อมหรือแข่งขันเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานมีความสำคัญในการพัฒนาการออกแบบ

โปรแกรมการฝึกซ้อมให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อนักกีฬาแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อขยายระยะเวลาจุดเริ่มล้าให้ยาวนานออกไป

ดั้งนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล เป็นการศึกษาผลและเปรียบเทียบความต่างของโปรแกรมการฝึกในนักกีฬาฟุตบอล คือ แบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก ทั้งนี้เพื่อต้องการศึกษาความแตกต่างของรูปแบบการฝึกที่จะสามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งจะเป็นประโยชน์และเป็นที่สนใจสำหรับ ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาฟุตบอลที่จะนำไปปรับปรุงโปรแกรมการฝึกความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตให้ดียิ่งขึ้น และยังช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาฟุตบอลเพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพของนักกีฬาฟุตบอลได้อย่างเต็มขีดความสามารถอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1.เพื่อศึกษาผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล

2.เพื่อเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล

สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานในการวิจัย ดังนี้

แบบฝึกแอนแอโรบิกจะสามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอลได้ดีกว่าแบบฝึกแอโรบิก

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาและเปรียบเทียบแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก ที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เพศชาย รุ่นอายุ 18 ปี โดยทำการทดลองวันอังคาร และพฤหัสบดี (ทำการฝึกวันละ 30 นาที) ระยะเวลา 8 สัปดาห์

2.ตัวแปรที่ใช้ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้

2.1 ตัวแปรต้น

2.1.1 แบบฝึกแอโรบิก

2.1.2 แบบฝึกแอนแอโรบิก

2.2 ตัวแปรตาม

2.2.1 จุดเริ่มล้า

2.2.2 อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

2.2.3 สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

คำจำกัดความของการวิจัย

แบบฝึกแอโรบิก (Aerobic Training) หมายถึง เป็นแบบฝึกที่ใช้ฝึกความอดทนแบบใช้ออกซิเจน

แบบฝึกแอนแอโรบิก (Anaerobic Training) หมายถึง เป็นแบบฝึกที่ใช้ฝึกความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน

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

จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรช์โฮลด์ (Anaerobic Threshold ; AnT) หมายถึง จุดเริ่มของการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากแอโรบิกเป็นแอนแอโรบิกหรือเป็นจุดเริ่มมีการสะสมกรดแลคติกประมาณ 4 มิลลิโมล/เลือด 1 ลิตร โดยอยู่ในระดับการทำงานประมาณ 80 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือเป็นเปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้การใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยนักกีฬาฟุตบอลระดับอาชีพจะสามารถรักษาระดับไว้ได้ที่ 80 – 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือ 70 – 80% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายหลังภาวะนี้จะมีการสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการเมื่อยล้าและมีผลกระทบต่อการทำงานของร่างกาย เป็นตัวแปรที่ใช้แสดงค่าจุดเริ่มล้า มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อนาทีต่อกิโลกรัม

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

อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับความหนักของการเกิดจุดเริ่มล้ามีค่าประมาณ 80 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด มีหน่วยเป็นครั้งต่อนาที

การทดสอบแบบวิธีวีสโลป (V – Slope Method) หมายถึง วิธีการทดสอบหาจุดเริ่มล้าทางอ้อมด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจน เมื่อความหนักของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจนก็จะเปลี่ยนแปลงและเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง ซึ่งจุดที่มีการเปลี่ยนแปลง ก็คือ จุดเริ่มล้า

การฝึกแบบสลับช่วง (Interval Training) หมายถึง ระบบการฝึกที่เปลี่ยนแปลงความหนักของงานหนักสลับเบา มีระยะเวลาพักในการออกกำลังกายแต่ละชุด การฝึกแบบนี้จะกำหนดช่วงเวลาการฝึกและการพักได้อย่างชัดเจน

การฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous Training) หมายถึง เป็นการฝึกแบบต่อเนื่อง เป็นลักษณะการฝึกที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆกัน ใช้กล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่ๆ และทั่วร่างกายตลอดช่วงเวลาของการออกกำลังกาย

ยางยืด (Resistance Band) หมายถึง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในฝึกเพื่อเป็นการเพิ่มแรงต้านในการฝึกในกลุ่มที่ฝึกแบบฝึกแอนแอโรบิก

นักกีฬาฟุตบอล (Soccer Players) หมายถึง นักกีฬาฟุตบอลชายทีมโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย รุ่นอายุ 18 ปี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ทราบผลของการเปรียบเทียบแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก ที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี

2.เพื่อเป็นแนวทางให้นักกีฬาฟุตบอล ผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตบอล ตลอดจนบุคคลอื่นที่สนใจได้นำการฝึกนี้ไปพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอลให้ดียิ่งขึ้น

3.ทำให้ผู้ฝึกสอนสามารถทราบถึงสมรรถภาพของนักกีฬาแต่ละคน เพื่อนำไปจัดเตรียมเป็นโปรแกรมในการพัฒนานักกีฬาแต่ละคน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี แนวคิดและผลการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ โดยขอนำเสนอในประเด็นต่างๆ ดังนี้

ก. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

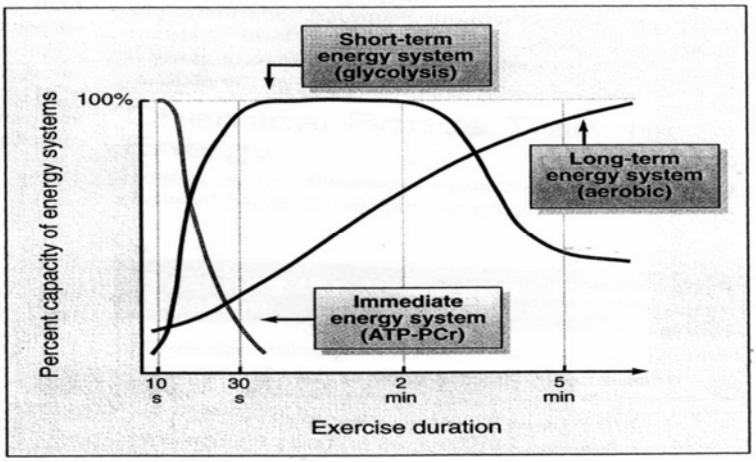
1. ระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย
2. จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์
3. กรดแลคติกในการออกกำลังกาย
4. วิธีการทดสอบระดับจุดเริ่มล้า
5. การพัฒนาความอดทนของระบบพลังงานในการออกกำลังกาย
6. การฝึกจุดเริ่มล้า

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

1.ระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย

พลังงานนับเป็นปัจจัยหลักในการออกกำลังกาย หรือการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานสำหรับนักกีฬาถือว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการปฏิบัติทักษะต่างๆ และพลังงานนั้นจะแสดงออกมาในรูปต่างๆ เช่น กำลัง ความแข็งแรง ความเร็ว ความอดทน ดังนั้น นักกีฬาและผู้ฝึกสอนที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้พลังงานในกีฬาแต่ละประเภทจะทำให้การแข่งขันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในกีฬาแต่ละประเภทนั้นมีความต้องการในการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน เช่น นักกีฬายกน้ำหนัก จะใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งแตกต่างจากนักกีฬาฟุตบอลที่ใช้พลังงานแบบผสมผสานทั้งการใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy System) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System) จากการวิจัยของ แมคมิลาน (Mcmillan et al., 2005) ได้ศึกษาถึงพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันกีฬาฟุตบอล พบว่า กีฬาฟุตบอลมีการใช้ระบบพลังงานแบบผสมผสานกันระหว่าง การใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนสูงถึง 90 % และพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน 10 % ซึ่งการใช้พลังงานทั้งสองระบบนี้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่แตกต่างกันออกไป เช่น ความหนักของงาน ระยะเวลาในการออกกำลังกาย เป็นต้น (McArdle et al., 2000) (รูปที่ 1)

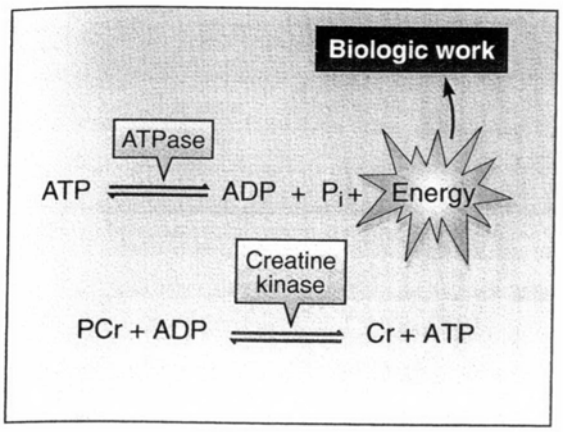


รูปที่ 1 การใช้พลังงานในการออกกำลังกายขณะช่วงเวลาแตกต่างกัน

แหล่งที่มา : McArdle et al., 2000

ระบบพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนไหวในกีฬาทุกประเภทประกอบด้วย 3 ระบบ ดังนี้

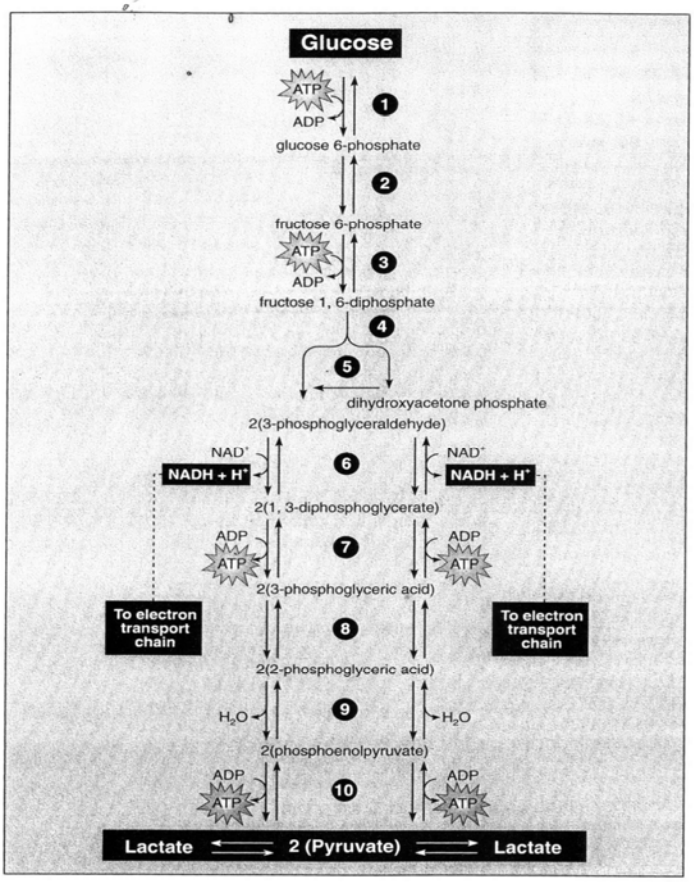
1. ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate Energy System) (รูปที่ 2) ให้พลังงานเพียงพอสำหรับในช่วงระยะเวลา 10 วินาทีแรกของการออกกำลังกาย โดยใช้เอทีพี (Adenosine Triphophate : ATP) ที่สะสมในกล้ามเนื้อและการสังเคราะห์ขึ้นใหม่จากครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine Phosphate : CP) ที่เก็บสะสมในกล้ามเนื้อ เอทีพีที่ถูกเก็บไว้ในกล้ามเนื้อจะสลายตัวให้พลังงานซึ่งกล้ามเนื้อนำไปใช้ในการหดตัวและกลายเป็นเอดีพี (Adenosine Diphosphate : ADP) เมื่อเอทีพีถูกใช้หมดไป กล้ามเนื้อมัดนั้นจะหมดสภาพการทำงานหรือหมดแรงหดตัวต่อไปไม่ได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างเอทีพีขึ้นมาใหม่ กล้ามเนื้อจึงจะสามารถทำงานได้ต่อไปอีกโดยสร้างจากระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen) โดยใช้พลังงานจากสารครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine Phosphate : CP) กระบวนการนี้เกิดจากการมีปฏิกิริยาสองครั้งติดต่อกัน คือ ครีเอทีนฟอสเฟตแตกตัวก่อนให้ฟอสเฟต แล้วจึงทำให้เอดีพีรวมตัวกับฟอสเฟตกลายเป็นเอทีพี (McArdle et al., 2000)



รูปที่ 2 ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate Energy System)

แหล่งที่มา : McArdle et al., 2000

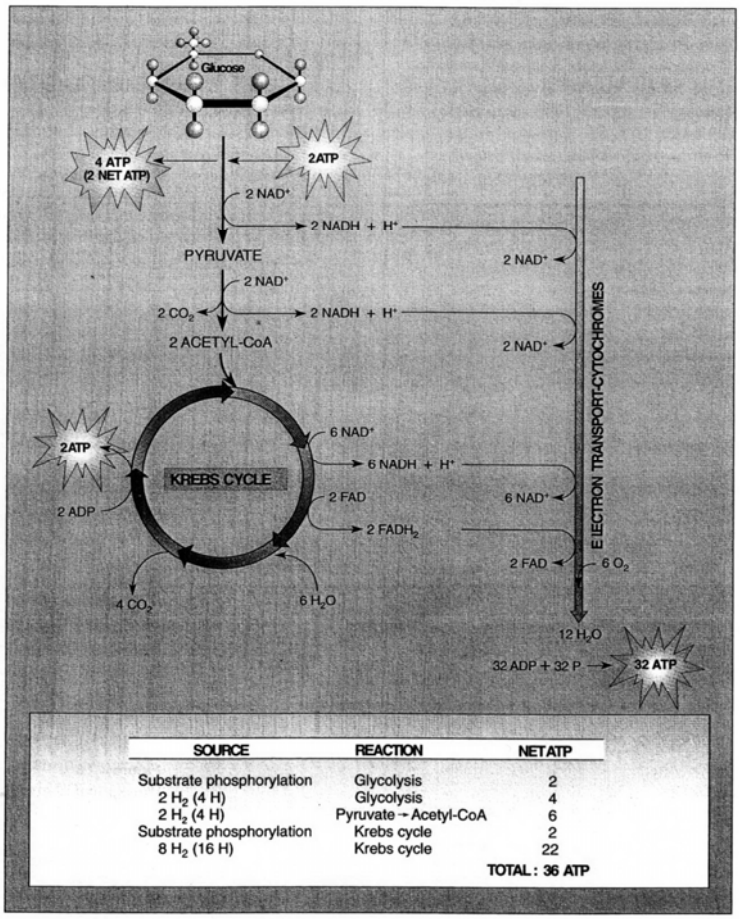
2. ระบบพลังงานระยะสั้น (Short – Term Energy System) (รูปที่ 3) จะทำงาน 10 – 15 วินาที หลังจากการออกกำลังกายอย่างหนัก และสร้างพลังงานจากระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนจากกระบวนการไกลโคไลซิส (Anaerobic Glycolysis) ทำให้เกิดเอทีพีขึ้นมาใหม่อย่างรวดเร็วจากกลูโคส (Glucose) และไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ (Muscle Glycogen) พลังงานชนิดนี้สามารถสร้างเอทีพีในอัตราสูงซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน ในระยะเวลา 2 – 3 นาที และจะไม่สามารถสร้างเอทีพีในอัตราที่สูงนานเกินกว่า 2 – 3 นาที เพราะปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก (Lactic Acid) ที่เพิ่มขึ้นในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลผลิตที่สำคัญในกระบวนการนี้ จะทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ลดลง ส่งผลให้โปรตีนต่างๆทำงานได้น้อยลง และเกิดภาวะกล้ามเนื้อล้า (Muscle Fatigue) (McArdle et al., 2000) ถ้ามีการสะสมของกรดแลคติกในปริมาณที่สูงพลังงานระบบนี้จะลดต่ำไปเรื่อยๆ ยิ่งถ้ากล้ามเนื้อต้องทำงานนานๆ ความสามารถในการผลิตพลังงานนี้ก็จะลดน้อยลงตามลำดับจนกระทั่งผลิตได้ต่ำกว่า 10 % ของพลังงานที่ต้องการใช้ในขณะนั้นและเมื่อกล้ามเนื้อทำงานต่อเนื่องออกไปอีก ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนจะเข้ามามีบทบาทสำคัญแทน (เจริญ กระบวนรัตน์, 2538)



รูปที่ 3 ระบบพลังงานระยะสั้น (Short – Term Energy System)

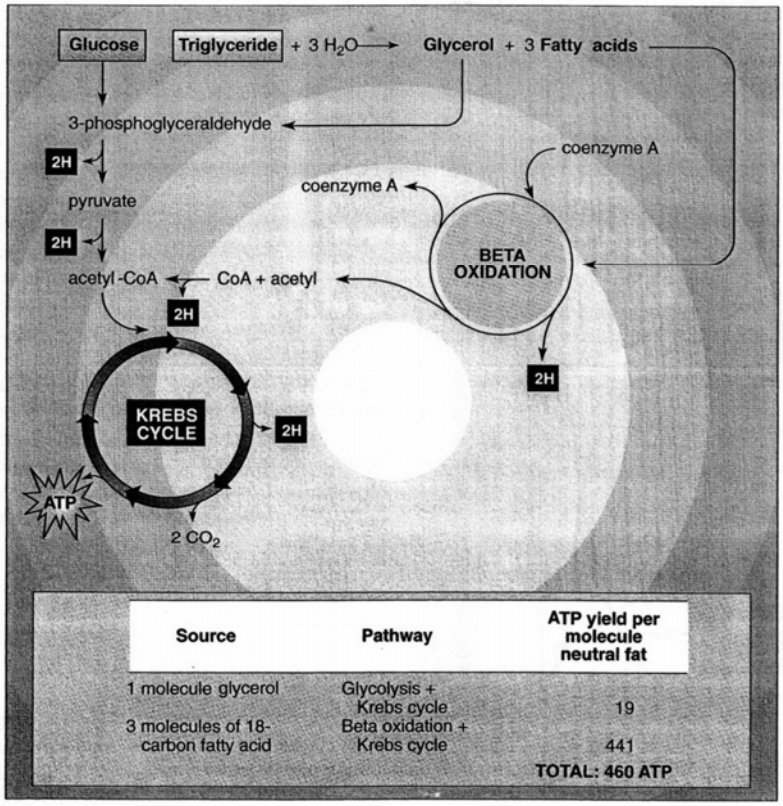
แหล่งที่มา : McArdle et al., 2000

3. ระบบพลังงานแบบระยะยาว (Long – Term Energy System) เป็นการใช้พลังงานเอทีพีจากการเผาผลาญกลูโคส, ไกลโคเจน, กรดไขมันและไตรกลีเซอไรด์ โดยอาศัยออกซิเจนการให้พลังงานในระบบนี้จะได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูกกำจัดออกทางปอดและผิวหนัง ไม่มีการสะสมของสารเหล่านี้ไว้ในเซลล์ ดังนั้นเซลล์จะสามารถเผาผลาญสารอาหารโดยผ่านวิธีเมตาบอลิซึมไกลโคไลซีสและวัฏจักรเครบส์ (Kreb's Cycle) ในระบบนี้จะให้พลังงานในรูปแบบเอทีพีได้สูงสุด 36 เอทีพี ต่อหนึ่งโมเลกุลของกลูโคส (รูปที่ 4) หรือ 460 เอทีพี ต่อหนึ่งโมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์ที่มีกรดไขมันประกอบไปด้วยคาร์บอน 18 ตัว (รูปที่ 5) การออกกำลังกายที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอและไม่หนักมากเกินไปจะใช้ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนเป็นแหล่งพลังงานหลักโดยไม่เกิดกรดแลคติกขึ้นในระหว่างการออกกำลังกาย ข้อจำกัดของระบบพลังงานชนิดนี้ คือการขนส่งออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อที่ต้องการใช้พลังงานในระยะเวลาสั้นอาจมีไม่เพียงพอทำให้เซลล์ต้องกลับไปใช้ระบบพลังงานแบบฉับพลัน และระยะสั้นแทนในช่วงสุดท้ายของการแข่งขัน หรือในกรณีต้องงการพลังงานจำนวนมากในระยะสั้น (McArdle et al., 2000)



รูปที่ 4 ระบบพลังงานแบบระยะยาว (Long – Term Energy System)
เมื่อใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานหลัก

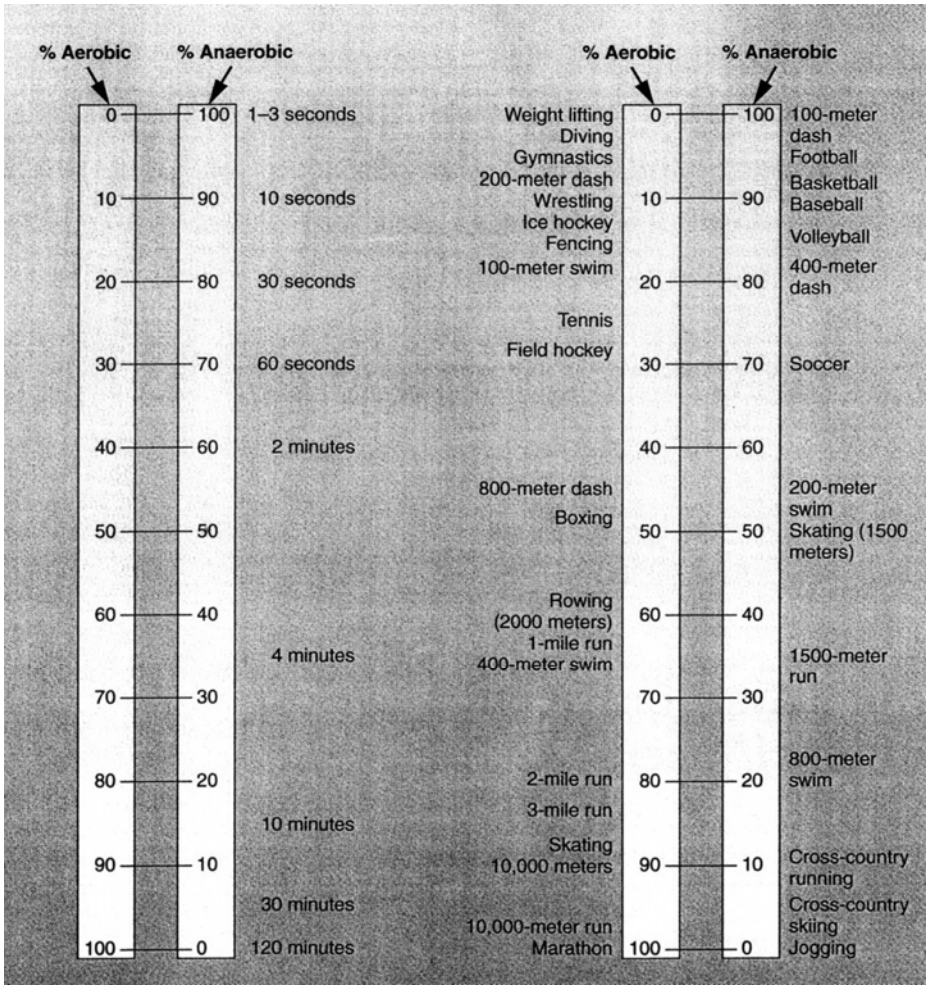
แหล่งที่มา : McArdle et al., 2000



รูปที่ 5 ระบบพลังงานแบบระยะยาว (Long – Term Energy System) เมื่อใช้ไตรกลีเซอร์ไรด์เป็นแหล่งพลังงานหลัก

แหล่งที่มา : McArdle et al., 2000

ในการแข่งขันกีฬาโดยส่วนใหญ่จะมีการใช้ระบบพลังงานที่ผสมผสานกันทั้งระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy System) และระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System) (รูปที่ 6) ซึ่งตัวชี้วัดระดับการใช้พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันกีฬา คือ ระดับกรดแลคติกในเลือด โดยระดับกรดแลคติกในช่วง 2 – 4 มิลลิโมล/ลิตร บ่งชี้ว่าร่างกายมีการใช้พลังงานจากทั้งสองระบบพลังงานร่วมกันในการผลิตเอทีพี 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) จะมีบทบาทสำคัญในการผลิตพลังงานให้แก่ร่างกายโดยมีค่าของอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า – 20 ครั้งต่อนาที ซึ่งเรียกว่า ระดับกั้นแอโรบิก (Aerobic Threshold) (Janssen, 1989)



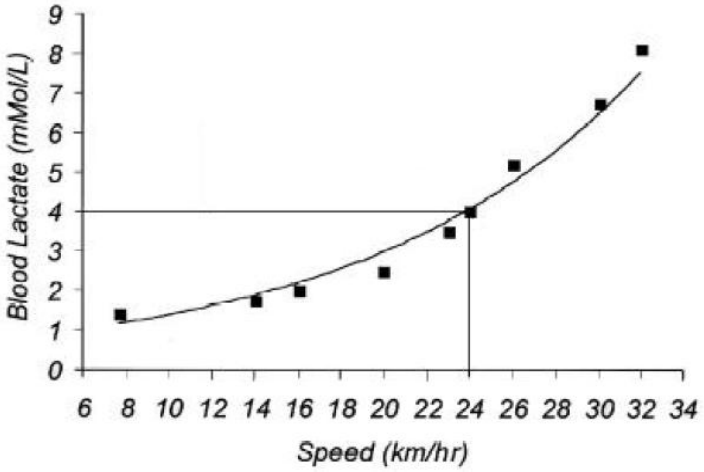
รูปที่ 6 สัดส่วนของระบบพลังงานที่ใช้ในกีฬาชนิดต่างๆ

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 MaxLess)” โดยจุดเริ่มล้าที่พบอยู่ในระดับการทำงานประมาณ 80 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Browning and Sleamaker, 1996; Helgerud., 2001) ซึ่งสอดคล้องกับแมคมิลลาน (Mcmillan et al., 2005) ได้กล่าวว่า การแข่งขันฟุตบอลในแต่ละนัดจะใช้เวลาในการแข่งขัน 90 นาที หรือ อาจจะ 120 นาที ซึ่งมีความหนักสูงมาก

ใกล้ถึงระดับจุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) ก็คือ 80 – 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือ 70 – 80% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ดังนั้นเมื่อร่างกายเกิดจุดเริ่มล้าขึ้นทำให้มีผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานของร่างกาย รวมทั้งกระทบต่อการทำงานของระบบการใช้ออกซิเจนด้วย แต่ถ้ามีโปรแกรมการฝึกระบบการใช้ออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพทำให้ร่างกายชะลอระยะเวลาของการเกิดจุดเริ่มล้า (http://www.brainmac.demon.co.uk/lactic.html,2000)



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแลคเตทในเลือดและความหนักในการออกกำลังกาย

แหล่งที่มา : Ghosh and Mukhopadhaya, 2004

สนธยา สีละมาด (2547) ได้กล่าวว่าจุดเริ่มล้าเป็นตำแหน่งที่กรดแลคติก (Lactic Acid) เริ่มมีการสะสมในกล้ามเนื้อซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 85 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดหรือเป็นเปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาขณะแข่งขัน เป็นความหนักในระดับเหนื่อยแต่ทนได้ เมื่อระยะทางเท่ากันนักวิ่งมาราธอนและนักจักรยานชั้นนำจะสามารถรักษาระดับไว้ได้ที่ 80 – 90 % ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ขณะที่นักกีฬาทั่วๆไปจะสามารถรักษาระดับไว้ได้ที่ 70 – 75 % ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความหนักที่สูงกว่าจุดเริ่มล้ากล้ามเนื้อจะเริ่มผลิตกรดแลคติกซึ่งจะรบกวนกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อและการเผาผลาญคารโบไฮเดรตที่ช้าลงซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการผลิตพลังงานของนักกีฬา

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)

$$NaHCO_3 + HLa \longleftrightarrow NaLa + H_2CO_3$$

โซเดียมไบคาร์บอเนต + กรดแลคติก ⟷ โซเดียมแลคเตต + กรดคาร์บอนิก

รูปที่ 8 การแตกตัวและการตรึงไฮโดรเจนอิออน

แหล่งที่มา : Plowman and Smith, 1997

ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เสนอว่า จุดเริ่มล้าถูกกำหนดให้เป็นระดับของออกซิเจนที่ร่างกายต้องการใช้สูงกว่าระดับออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ผลิตพลังงานแบบใช้ออกซิเจนได้ ร่างกายจึงนำระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนมาแทนที่เพื่อผลิตพลังงานที่ร่างกายต้องการ (Wesserman, 1984; Stremel, 1984) โดยสมมติฐานดังนี้

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)

คอสทิลส์และวิลมอร์ (Costill and Wilmore, 1994) ได้กล่าวว่าความไม่สมดุลของการระบายอากาศ โดยไม่มีการเพิ่มปริมาณของการบริโภคออกซิเจนจะเป็นต้นเหตุของจุดหักเหของการระบายอากาศ (Ventilatory Breakpoint) และจะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นต่อนาที (Volume of carbondioxide Produce per minute, VCO_2) ซึ่งมีผลมาจากการแตกตัวของไบคาร์บอเนตที่ทำหน้าที่ปรับความสมดุลของความเป็นกรด – เบสของแลคเตท ดังนั้น จึงสามารถกล่าวได้ว่าการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของคาร์บอนไดออกไซด์จะเปลี่ยนแปลงระบบการเผาผลาญพลังงานแบบออกซิเจนไปสู่กระบวนการเผาผลาญพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า จุดเริ่มล้า

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

3.กรดแลคติกในการออกกำลังกาย

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

กรดแลคติกเกิดจากการเผาผลาญพลังงานเพื่อใช้ในการทำงานหรือการออกกำลังกายเป็นกรดอินทรีย์ CH_3 CH(OH) COOH จากการแตกสลายตัวไม่สมบูรณ์ของกลูโคส (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด, 2544) นั่นก็คือ กลูโคสจะถูกเปลี่ยนเป็น กลูโคส – 6 – ฟอสเฟต (Glucose – 3 – Phosphate) เพื่อให้ได้พลังงานเอทีพี (Adenosine Triphosphate : ATP) และกลูโคสจะถูกเปลี่ยนให้เป็นไกลโคเจน (ถ้าหากว่ามีเกินความต้องการของร่างกาย) ไกลโคเจนจะถูกนำไปเก็บไปไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อ และจะถูกเรียกคืนมาเป็นกลูโคสในเวลาที่ร่างกายต้องการ ดั้งนั้น ไกลโคเจนก็คือโมเลกุลของกลูโคสหลายๆ โมเลกุลรวมกันนั่นเอง แต่ไกลโคเจนที่ถูกเก็บไว้ในกล้ามเนื้อจำนวนนี้ ภายหลังจะถูกเปลี่ยนแปลงให้เป็นกลูโคสเพื่อใช้ในกิจกรรมของกล้ามเนื้อเท่านั้น เมื่อออกกำลังกายร่างกายก็จะนำไกลโคเจนมาใช้โดยน้ำย่อยฟอสโฟไลเลส (Phospholylase)

จะแยกไกลโคเจนกลับมาเป็น กลูโคส – 6 – ฟอสเฟต (Glucose – 6 - Phosphate) จากนั้นจะแยกตัวออกเป็น 3 – คาร์บอน กลูโคส (3 – Carbon Glucose) 2 โมเลกุล หรือกลีเซอร์รอลดีไฮด์ – 3 – ฟอสเฟต (Glyceraldehyde – 3 – Phosphate) 2 โมเลกุล และกลายเป็นไพรูเวท (Pyruvates) ต่อไป ปฏิกิริยาช่วงนี้ถึงเอาเอดีพี 2 โมเลกุล เข้าไปและเปลี่ยนแปลงออกมาเป็นเอทีพี 2 โมเลกุล ซึ่งสามารถให้ร่างกายนำเอาไปใช้ได้ ขณะที่เอทีพี 2 โมเลกุลได้ถูกสร้างขึ้น ไฮโดรเจนอิออน (H^+) จำนวน 4 อนุภาค ก็จะถูกปล่อยออกมาพร้อมๆกัน ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้จะเนินไปเรื่อยๆ ถ้าหากมีนิโคตินามาย อดีนิน ไดนูคลีโอไทด์ (Nicotinamide Adenine Dinucleotide : NAD) สำหรับนำเอาไฮโดรเจนอิออนไปกลายเป็นเอ็นเอดีไฮโดรเจนอิออน ($NADH^+$) ต่อจากนั้นถ้ามีออกซิเจนไฮโดรเจนอิออนก็จะถูกแยกออกจากเอ็นเอดีไฮโดรเจนอิออนไปให้ฟลาโวโปรตีน (Flavoprotein : FAD) และเข้าสู่ระบบไซโตรโครม (Cytrochrome System) เพื่อที่จะรวมตัวกับออกซิเจนแล้วได้พลังงานเอทีพี คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ แต่ถ้ามีออกซิเจนไม่เพียงพอ ไพรูเวทจะทำหน้าที่รับไฮโดรเจนอิออนจากเอ็นเอดีไฮโดรเจนอิออนไปจนเกิดกรดแลคติก การเกิดกระบวนการการสร้างพลังงานเอทีพีด้วยการแยกกลูโคสที่ไม่สมบูรณ์นี้ทำให้ระบบการหายใจและการไหลเวียนโลหิตไม่สามารถปรับเข้าสถานการณ์ โดยการที่ไม่สามารถขนส่งออกซิเจนให้เพียงพอต่อความต้องการได้ กรดแลคติกส่วนใหญ่จึงไปสะสมในกล้ามเนื้อที่ทำงาน และจะปล่อยออกมาในโลหิตโดยการเมตาบอลิซึมในกล้ามเนื้อ ซึ่งนั่นคือปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในช่วงหลังการออกกำลังกายทันที (ประทุม ม่วงมี, 2527)

กรดแลคติกสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความหนักในการทำงานของร่างกายได้ โดยมีไพรูเวททำให้กลูโคสแตกตัวเพื่อสร้างพลังงานขึ้นมาจากการไม่ใช้ออกซิเจนจึงทำให้กรดแลคติกเกิดขึ้น กรดแลคติกที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อในระยะเวลานานทำให้ระบบไหลเวียนเริ่มสูญเสียสมดุลของออกซิเจนในร่างกาย หลังจากนั้นกรดแลคติกจากกล้ามเนื้อจะเข้าสู่กระแสโลหิตไปทั่วร่างกาย ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายลดลงและมีอาการเหนื่อยอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นเมื่อร่างกายได้รับออกซิเจนเข้ามาจะรวมตัวกับกรดแลคติกทำให้ได้พลังงานเอทีพี คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ระดับที่มีกรดแลคติกสูงในร่างกายจะบ่งชี้ถึงขีดจำกัดของความสามารถทางกาย เป็นเหตุผลสำคัญประการหนึ่งที่จำเป็นต้องสร้างโปรแกรมการฝึกความอดทน เพื่อให้ร่างกายสามารถใช้พลังงานแบบออกซิเจนในการแข่งขันให้มากที่สุดซึ่งภาวะนี้จะทำให้อัตราการเกิดกรดแลคติกช้า เนื่องจากระบบการใช้พลังงานจากออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพช่วยในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกของร่างกาย ดั้งนั้นโปรแกรมการฝึกความอดทนแก่ร่างกายจะสามารถใช้พลังงานแบบออกซิเจนได้ดีขึ้น ซึ่งทำให้ชะลอระดับการสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วก่อน

ความจำเป็น นอกจากนี้ยังเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนของร่างกายด้วย

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

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

2. การลดลงของสมรรถนะ (Performance Decrement) มีผลมาจากกรดแลคติกที่ส่งผลให้เกิดความล้าในระบบต่างๆของร่างกาย และสามารถจำแนกเพิ่มเติมได้ดังนี้

2.1 การล้าของระบบการเผาผลาญพลังงาน (Metabolic Fatigue) ที่มีผลมาจากการลดลงของเอทีพี ที่เชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเอนไซม์ การเปลี่ยนแปลงของกลไกหรือกระบวนการส่งผ่าน (Membrane Transport Mechanisms) รวมไปถึงความสามารถในการใช้ประโยชน์ของสารประกอบ (Substrate Availability) และการที่เอนไซม์ไม่สามารถเข้ารวมในปฏิกิริยาเคมีได้เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่เพิ่มขึ้น และไฮโดรเจนอิออนจะรวมตัวกับเอนไซม์และทำให้เอนไซม์มีรูปร่าง ลักษณะและคุณลักษณะที่เปลี่ยนไป ในขณะเดียวกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการส่งผ่าน ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้มีผลให้โมเลกุลของสารที่ส่งผ่านเซลล์เมมเบรน (Cell Membrane) และระหว่างองค์ประกอบของเซลล์อื่นๆ เช่น ไมโตคอนเดรีย เกิดความขัดข้องในการเคลื่อนที่ทำให้กระบวนการทางเคมีที่เกิดขึ้นไม่สมบูรณ์จากผลเอนไซม์ไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้นี้จะส่งผลโดยตรงกับการผลิตเอทีพี 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 โดยจะมีความแตกต่างกันไปตามรูปแบบของเส้นใยกล้ามเนื้อ

2.4 การขจัดแลคเตทภายหลังการออกกำลังกาย (Lactate Removal Postexercise) ตามปกติร่างกายจะขจัดแลคเตทออกจากกระแสเลือดอยู่ตลอดเวลา แต่จะไม่มีอัตราที่แน่นอน ดั้งนั้นหากมีปริมาณของแลคเตทในกระแสเลือดสูงย่อมจะต้องอาศัยเวลาในการขจัดที่มากขึ้นเช่นกัน แต่ปฏิกิริยาเคมีนั้นจะมีการปรับเปลี่ยนอัตราเร็วของกระบวนการ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น หากปริมาณของสารตั้งต้นมีมาก และมีปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่น้อยย่อมจะเกิดปฏิกิริยาเคมีที่รวดเร็ว ซึ่งปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ผลที่เกิดขึ้นจากมวล (Mass Action Effect) ในช่วงของการคืนสภาพนั้น 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 ดังนั้น เมื่อร่างกายสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่เกิดขึ้นได้ดี ร่างกายก็จะสามารถทำงานต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมการฝึก ดังนั้นจึงทำให้ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาเห็นความสำคัญและสนใจเกี่ยวกับปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นขณะฝึกซ้อมและแข่งขัน ถ้าหากมีความรู้และความเข้าใจหรือทราบเกี่ยวกับกรดแลคติกก็จะทำให้ประสิทธิภาพของนักกีฬาสูงขึ้น

4.วิธีการทดสอบระดับจุดเริ่มล้า

จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) หมายถึงระดับความหนักของการออกกำลังกายซึ่งร่างกายมีการเพิ่มขบวนการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และมีผลลัพธ์คือ กรดแลคติก ดังนั้นการที่ร่างกายเข้าสู่ภาวะที่เกิดจุดเริ่มล้าจึงมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณของออกซิเจนที่ไม่เพียงพอสำหรับความต้องการของกล้ามเนื้อซึ่งถูกใช้งาน (Hollman, 1985) และเป็นที่ทราบกันดีว่าจุดเริ่มล้าเป็นระดับที่พบว่ามีกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นในเลือด โดยในกระบวนการวัดกรดแลคติกในการออกกำลังกายมี 2 กระบวนการ คือ กระบวนการวัดโดยตรง (Invasive) และกระบวนการการวัดทางอ้อม (Non - Invasive)

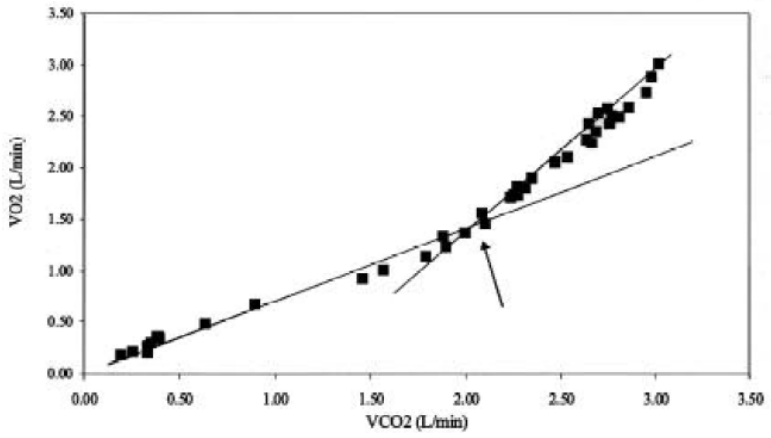
1. กระบวนการวัดทางตรง (Invasive)

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

2. กระบวนการวัดทางอ้อม (Non - Invasive)

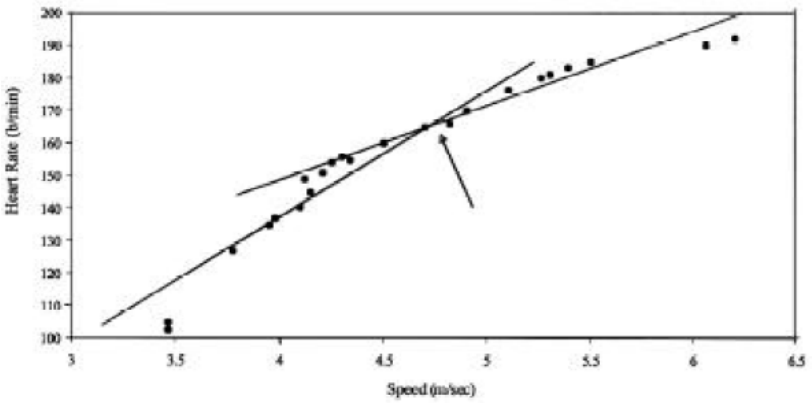
2.1 การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ ถึงแม้ว่าการวัดระดับจุดเริ่มล้าในระหว่างการออกกำลังกายสามารถทำได้โดยการวัดแบบตรงคือ การเจาะเลือด แต่การเพิ่มขึ้นอย่างทันทีทันใดของกรดแลคติกก็สามารถวัดได้ด้วยกระบวนการวัดทางอ้อม อย่างเช่น การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ (Davis et al., 1979) ซึ่งวิธีการนี้มีความสัมพันธ์กับระดับของแลคเตทที่สูงและไม่จำเป็นต้องเจาะเลือดเพื่อนำตัวอย่างเ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

เมื่อร่างกายมีการทำงานที่หนักขึ้นจนกระทั่งถึงระดับจุดเริ่มล้า ก็จะมีการเกี่ยวข้องกับภาวะความเป็นกรดในเลือดเพิ่มขึ้นและมีการปรับให้สมดุลด้วยการหายใจที่เพิ่มขึ้น กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะถูกบัฟเฟอร์โดยไบคาร์บอเนตในเลือด (Wasserman, 1986) คาร์บอนไดออกไซด์ก็จะถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิตพลังงานในปริมาณสูง จากผลของการที่มีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) เพิ่มขึ้น ค่า pH ในเลือดที่ลดลง ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของก๊าซในการหายใจออก (V_E) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความหนักของการออกกำลังกายเปลี่ยนแปลงไปโดยเพิ่มสูงขึ้นอย่างทันทีทันใดและไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ก็คือ จุดเริ่มล้า นอกจากนี้การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซสามารถทำได้อีกวิธี นั้นคือ วิธีแบบวีสโลป (V – Slope Method) (รูปที่ 9) โดยการพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจน เมื่อความหนักของการออกกำลังการเพิ่มขึ้นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจนก็จะเปลี่ยนแปลงและเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง ซึ่งจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงก็คือ จุดเริ่มล้า (Beaver et al., 1986)



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจน
โดยวิธีแบบวีสโลปในการหาค่าจุดเริ่มล้า (จุดที่ลูกศรชี้)
แหล่งที่มา : Ghosh and Mukhopadhaya, 2004

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



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและความเร็วในการวิ่งเพื่อหาค่าจุดเริ่มล้าโดยวิธีการทดสอบแบบคอนโคนี

แหล่งที่มา : Ghosh and Mukhopadhaya, 2004

ถึงแม้ว่าการทดสอบหาค่าจุดเริ่มล้าโดยวิธีของคอนโคนีเป็นวิธีที่ค่อนข้างสะดวกและง่ายในการนำไปประยุกต์ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพแก่นักกีฬา แต่อย่างไรก็ตามวิธีการทดสอบของคอนโคนียังมีข้อโต้แย้งที่เกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของผลการทดสอบที่ได้ จากการวิจัยของโจนส์และเดาสท์ (Jones and Doust, 1995) ซึ่งทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของการทดสอบแบบคอนโคนี 2 ครั้ง ในช่วงเวลา 4 – 8 วัน ผลปรากฏว่า มีนักกีฬาจำนวน 5 คน ที่แสดงค่าส่วน

เบี่ยงเบนได้ในการทดสอบทั้งสองครั้ง จึงสามารถสรุปได้ว่า การทดสอบแบบคอนโคนีขาดความน่าเชื่อถือและไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประเมินค่าจุดเริ่มล้า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวาชนและคณะ (Vachon et al., 1999) ที่ได้ออกแบบโปรโตคอลการทดสอบ 4 แบบ ประกอบด้วย การทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยลู่กล การทดสอบแบบคอนโคนีด้วยการวิ่งในลู่วิ่ง 400 เมตร การทดสอบด้วยการวิ่งต่อเนื่องบนลู่กลด้วยความหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และการทดสอบระดับกั้นแลคเตท (Lactate Threshold) ด้วยการวิ่งต่อเนื่องบนลู่กล จากการศึกษาพบว่า ผู้เข้ารับการทดสอบทุกคนแสดงให้เห็นจุดหักเหของอัตราการเต้นของหัวใจจากการวิ่งในลู่วิ่ง 400 เมตร แต่มีผู้เข้ารับการทดสอบเพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้นที่แสดงค่าจุดหักเหของอัตราการเต้นของหัวใจจากการวิ่งบนลู่กล จึงสามารถสรุปได้ว่า การหาค่าจุดหักเหของอัตราการเต้นหัวใจไม่มีความแม่นยำในการทำนายค่าระดับกั้นแลคเตท

5.การพัฒนาความอดทนของระบบพลังงานในการออกกำลังกาย

ความอดทน หมายถึง ความสามารถในการทำงานต่อเนื่องกันในช่วงเวลาหนึ่งโดยไม่เมื่อยล้า ซึ่งมักประกอบด้วยความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ การที่คนเราจะทำงานหรือออกกำลังกายต่อเนื่องกันได้นานเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของหัวใจ ปอด หลอดเลือด และเซลล์ต่าง ๆ ในการทำให้มีการไหลเวียนโลหิตและส่งสารอาหารไปยังกล้ามเนื้อตลอดจนการระบายของเสียที่เกิดจากเมตาบอลิซึมออกจากกล้ามเนื้อนั้น เมื่อเริ่มต้นออกกำลังกายร่างกายจะมีการปรับตัวเพื่อให้มีการไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้น สารอาหารชนิดจำพวกไกลโคเจนที่สะสมไว้ในเลือด จะถูกใช้ไปเพื่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ ขณะเดียวกันกล้ามเนื้อก็ต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ดังนั้นอัตราการเต้นของหัวใจและการหายใจจึงเพิ่มขึ้นด้วยเพื่อส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อที่ทำงานนั้น ทำให้การออกกำลังกายนั้นเป็นไปได้นานและต่อเนื่อง การออกกำลังกายแบบนี้จึงเรียกว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ซึ่งเมื่อมีการกระทำซ้ำ ๆ กันบ่อย ๆ จะส่งผลให้ร่างกายมีความอดทนต่อการออกกำลังกายหรือการทำงานมากขึ้น วิธีการเสริมสร้างความอดทนต้องเป็นวิธีการที่สามารถสนับสนุนให้มีการพัฒนาของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ ความสามารถในการเผาผลาญอาหารของกล้ามเนื้อ และการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อและมีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬา ซึ่งวิธีการที่นิยมนำมาใช้พัฒนาความอดทนจะประกอบด้วยการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง (Continuous Exercise) และการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (Interval Exercise) (วิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม, 2537)

ความอดทนเป็นความสามารถของร่างกายในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดช่วงเวลาที่ยาวนานจะมีความสำคัญสำหรับนักกีฬาที่ต้องรักษาระดับความเร็วหรือความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวให้คงที่ตลอดการแข่งขัน ซึ่งโดยปกติการลดต่ำลงของประสิทธิภาพและความต่อเนื่องในการเคลื่อนไหวจะเป็นผลมาจากความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสะสมกรดแลคติกไว้ในกล้ามเนื้อและปริมาณของเอทีพีที่เก็บสะสมไว้มีจำนวนจำกัด ดั้งนั้นเพื่อให้การทำงานของกล้ามเนื้อดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่องร่างกายมีความจำเป็นที่จะต้องสังเคราะห์เอทีพีขึ้นมาใหม่อย่างต่อเนื่องเท่ากับปริมาณที่ต้องการใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อและร่างกายต้องการสามารถกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาผลาญให้ได้อย่างอย่างสมดุลกับการผลิตขึ้น 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 Comsumption)

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เป็นค่าของปริมาณออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร) ที่ร่างกายสามารถใช้ใน 1 นาที ต่อน้ำหนักตัวของร่างกายใน 1 หน่วยกิโลกรัม (ml/min/kg) ขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงสุด ซึ่งจะมีความแตกต่างกันระหว่างนักกีฬาแต่ละคนและชนิดกีฬา โดยนักกีฬาประเภทอดทนจะมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงกว่านักกีฬาประเภทอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้สมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อนักกีฬาที่ใช้ความอดทนของร่างกายสูง แต่ก็ยังไม่ใช่ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด จากการศึกษาของอะซีวีโดและโกลด์ฟาร์บ (Acevedo and Goldfarb, 1989) พบว่า นักกีฬาสามารถพัฒนาความสามารถทางด้านความอดทนขึ้นได้โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และมีการลดลงของแลคแตทในกระแสเลือดอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงมีปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาความอดทนซึ่งมีความสำคัญมากกว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก็คือ

เปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สามารถรักษาระดับไว้ได้คงที่ตลอดระยะเวลาของการแข่งขัน หรือที่รู้จักในชื่อของจุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold)

2. จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold)

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

3. ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว (Economy of Motion)

ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว เป็นปริมาณความต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อรักษาระดับความหนักของการทำงาน นักกีฬาอาชีพที่มีทักษะในการเล่นที่ดีจะใช้พลังงานเพื่อรักษาประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวน้อยกว่านักกีฬาสมัครเล่น ทักษะและเทคนิคเป็นสิ่งสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเคลื่อนไหว เช่น นักวิ่งควรมีการผ่อนคลายร่างกายส่วนบน เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคให้มีความถูกต้องจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาให้สูงขึ้นขณะที่ใช้พลังงานลดลง

ความอดทนของระบบพลังงานในการออกกำลังกายสามารถแบ่งได้เป็น ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance)

ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance)

แอโรบิก หมายถึง “ด้วยออกซิเจน” เป็นการทำงานที่ระดับความต้องการออกซิเจนและสารอาหารของร่างกายสามารถได้รับอย่างเพียงพอโดยการนำเข้าของร่างกาย และการผลิตของเสียจะมีเพียงน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งถูกกำจัดออกทางเหงื่อและลมหายใจในอัตราส่วนที่สัมพันธ์กับการสร้างขึ้น ความอดทนแบบใช้ออกซิเจนขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ซึ่งทำหน้าที่ร่วมกันในการขนส่งออกซิเจนและสารอาหารที่จำเป็นต่อกระบวนการผลิตพลังงานและเคลื่อนย้ายของเสียออกจากเซลล์กล้ามเนื้อ และขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวร่างกายให้ได้อย่างต่อเนื่องและยาวนาน

ความอดทนแบบใช้ออกซิเจนเป็นสมรรถภาพพื้นฐานของนักกีฬาทุกชนิด และเป็นพื้นฐานของการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านอื่นๆ ในการที่ช่วยเพิ่มปริมาณในการฝึกซ้อม ถ้านักกีฬามีระดับความระดับความอดทนแบบใช้ออกซิเจนสูง ขณะออกกำลังกายร่างกายจะได้รับพลังงานส่วนใหญ่มาจากระบบแอโรบิก ซึ่งจะทำให้มีการสะสมของกรดแลคติกเกิดขึ้นน้อยจึงเป็นผลทำให้ชะลอการเกิดความเมื่อยล้าและช่วยให้นักกีฬาฟื้นสภาพได้อย่างรวดเร็วหลังการฝึกซ้อมและการแข่งขัน ความอดทนแบบใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งย่อยดังต่อไปนี้

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

การฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจน

การฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจนเน้นการพัฒนาระบบกล้ามเนื้อโครงร่างระบบไหลเวียนโลหิต 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) พบว่าเมื่อใช้ตำแหน่งของระดับกั้นแลคเตทกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมจะตรงกับอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 85 – 90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ดังนั้น

ถ้าใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวกำหนด อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายควรอยู่ที่ระดับ 85% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดหรือมากกว่า ในการที่จะก่อให้เกิดความเครียดกับระบบหัวใจไหลเวียนโลหิตและระบบเผาผลาญอาหาร

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

ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance)

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

ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะไม่ขึ้นอยู่กับระบบหน้าที่ขนส่งอาหารและการเคลื่อนย้ายของเสียโดยตรงแต่ขึ้นอยู่กับความสามารถของกล้ามเนื้อเป็นหลัก เนื่องจากความอดทนชนิดนี้จะถูกนำมาใช้ในกิจกรรมกีฬาที่มีความหนักสูงในช่วงเวลาสั้น เป็นการปฏิบัติกิจกรรมที่ระบบหัวใจไหลเวียนโลหิตไม่สามารถเข้าสู่สภาวะคงที่ได้ (Steady State) จึงไม่สามารถขนส่งสารอาหารที่จำเป็นต่อการสำรองพลังงานให้กับเซลล์กล้ามเนื้อได้เพียงพอกับระดับความต้องการใช้จึงเป็นเหตุให้เซลล์กล้ามเนื้อต้องดึงระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเข้ามาแทนที่เพื่อให้มีพลังงานเพียงพอกับระดับความต้องการของเซลล์กล้ามเนื้อ แต่ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนก็

ก่อให้เกิดผลเสียต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ ด้วยเหตุนี้ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนจึงขึ้นอยู่กับความสามารถของกล้ามเนื้อเป็นสำคัญในการที่จะทำงานต้านกับแรงต้านทานและความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น 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) ดังนั้นปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดความอดทนของการทำงานแบบไม่ใช้ออกวิเจน คือ ความสามารถในการเก็บสะสมปริมาณเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น และความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อให้มีความอดทนต่อสภาพความเป็นกรดของร่างกาย ในการกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมผู้ฝึกสอนสามารถใช้อัตราการเต้นของหัวใจ ตำแหน่งของระดับกลั้นแลคเตทและความเร็วในการฝึกซ้อมเป็นตัวกำหนด ซึ่งวิธีการที่สามารถแสดงให้เห็นว่าการเผาผลาญไกลโคเจนแบบไม่ใช้ออกซิเจนของนักกีฬาได้รับความเครียดที่เพียงพอจะเป็นวิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด แต่การทดสอบในแต่ละครั้งก็อาจสร้างความยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายที่สูง ผู้ฝึกสอนจึงควรใช้อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราเร็วที่ตำแหน่งระดับกั้นแลคเตทมากำหนดความหนักในการฝึกซ้อมแทน

สำหรับการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งไม่ควรให้นักกีฬาฝึกความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนตลอดระยะเวลาการฝึกซ้อม ควรมีการพักเพื่อให้ร่างกายมีการสร้างพลังงานกลับคืนและมีการกำจัดแลคเตทออกจากกล้ามเนื้อ ถ้านักกีฬามีความอดทนแบบใช้ออกซิเจนที่สูงจะทำให้นักกีฬาสามารถเพิ่มปริมาณการฝึกให้มากขึ้นและลดเวลาการพักลง ความถี่ในการฝึกควรอยู่ระหว่าง 3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ และมีการฝึกซ้อมเพียงหนึ่งครั้งต่อวัน ในการฝึกซ้อมแต่ละครั้งถ้านักกีฬาต้องการการพัฒนาระบบอแลคเตท (เอทีพี – ซีพี) ด้วยการวิ่งเร็วควรใช้เวลาต่อเที่ยวน้อยกว่า 25 วินาที และการพัฒนาระบบแลคเตท ควรใช้เวลาระหว่างเที่ยวอยู่ระหว่างหรือน้อยกว่า 3 – 4 นาที สำหรับเวลาการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับความสำคัญของระบบพลังงานที่ใช้ในการแข่งขัน วิธีที่ใช้ในการฝึกซ้อมก็คือ การฝึกแบบหนักสลับเบา ซึ่งมีช่วงการทำงานและมีช่วงโอกาสให้มีการหยุดพักขณะทำงานที่ระดับสูงกว่าระดับกั้น (Threshold)

6.การฝึกจุดเริ่มล้า

แนวคิดและการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic Threshold) มีดังนี้ จุดเริ่มล้าเป็นจุดที่ภาวะร่างกายเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วในบริเวณมาก ร่างกายสามารถขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้าได้จากโปรแกรมการฝึกที่มีความหนักอยู่ระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อย (Henritze et al., 1985; Daniel, 1989; Burke et al., 1994) อย่างไรก็ตามโปรแกรมการฝึกซ้อมต้องวางแผนดำเนินการฝึกอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาเซลล์กล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพในการใช้ออกซิเจนและมีความอดทนต่อการสะสมของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้น 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 (Davis, 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

โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าตามแนวคิดของเดวิสยังสอดคล้องกับกระบวนในการฝึก (Method of Training) (http://www.earthlink.net, 1998) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.โปรแกรมการฝึกในระดับสูงกว่าจุดเริ่มล้า เป็นโปรแกรมการฝึกที่มีความหนักมากโดยที่อัตราการเต้นของหัวใจจะสูงกว่าระดับการเกิดจุดเริ่มล้าประมาณ 5 – 10 ครั้งต่อนาที ระยะเวลาในการฝึกประมาณ 2 – 4 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) มีระดับ ดังนี้

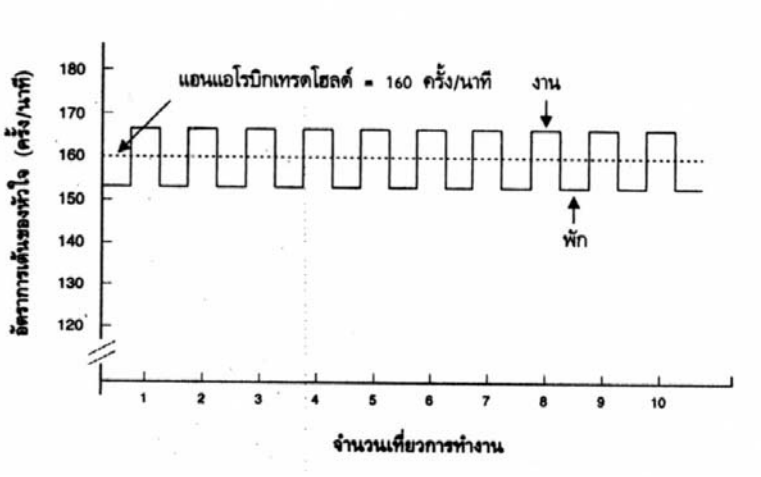
1. ระดับแรก โปรแกรมการฝึกที่ความหนักต่ำกว่าระดับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจลดลงจากระดับจุดเริ่มล้า 8 – 10 ครั้ง/นาที

2. ระดับที่สอง โปรแกรมการฝึกที่ความหนักสูงกว่าระดับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นจากระดับจุดเริ่มล้า 5 – 8 นาที

3. ระดับที่สาม โปรแกรมการฝึกที่ความหนักใกล้เคียงกับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจในระดับจุดเริ่มล้าประมาณบวกและลบ 3 – 4 ครั้ง/นาที

สนธยา สีละมาด (2547) ได้เสนอแนวคิดในการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้ากล่าวคือ การฝึกซ้อมที่ระดับจุดเริ่มล้าเป็นระดับความหนักที่ “เหนื่อยแต่ทนได้” มีค่าความหนักของการฝึกซ้อมประมาณ 80 – 90 % ของชีพจรสูงสุด สามารถฝึกซ้อมได้โดยวิธีการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) เช่น การวิ่ง 8 – 10 เที่ยว × 400 เมตร เป็นต้น (รูปที่ 11) ซึ่งการฝึกซ้อมที่ถูกต้องจะช่วยขยายระยะเวลาของการก้าวขึ้นสู่ระดับจุดเริ่มล้าโดยการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทำงานภายใต้ความเป็นกรดของร่างกายได้เป็นเวลานาน โดยคุณภาพของการฝึกซ้อมในเที่ยวสุดท้ายควรจะมีคุณภาพเท่ากับการฝึกซ้อมในเที่ยวแรก ความถี่ในการฝึกไม่ควรเกิน 2 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์ การฟื้นสภาพหลังและระหว่างการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและควรเป็นการฟื้น

สภาพโดยการฝึกซ้อมที่มีความหนักประมาณ 60 – 70 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบราวนิงค์ และคณะ (Browning and Sleamaker, 1996) ที่ได้เสนอว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อยจะช่วยพัฒนาความสามารถในการกำจัดกรดแลคติกและเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าได้ โดยลักษณะการฟื้นสภาพหรือการพักระหว่างช่วงการทำงานควรเป็นการพักแบบมีกิจกรรม (Active Rest) เช่น การวิ่งเหยาะ หรือการเดิน ให้ความหนักของกิจกรรมมีค่าของอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ 60 – 70 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด



รูปที่ 11 ตัวอย่างการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ระดับจุดเริ่มล้า

แหล่งที่มา : สนธยา สีละมาด, 2547

การใช้อัตราการเต้นของหัวใจในการฝึกแบบหนักสลับเบา อาจมีความยุ่งยากที่จะใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวกำหนดระยะเวลาของช่วงการผ่อนคลาย เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจจะไม่มีการฟื้นสภาพต่ำลงถึง 120 – 140 ครั้ง/นาที 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) ได้เสนอแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดของคอสทิลส์และวิลมอร์ (Costill and Wilmore, 1994) ที่เสนอว่า การฝึกแบบมีช่วงพัก (Interval Training) การฝึกแบบนี้ได้รับความนิยมในการฝึกมาเป็นเวลานาน โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก ผลที่ได้จากการฝึกประเภทนี้ คือ การผลิตกรดแลคติกในปริมาณสูงในกล้ามเนื้อ แต่การฝึกแบบมีช่วงพักจะมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกด้วย การปฏิบัติซ้ำๆกันจะมีช่วงพักสั้นๆระหว่างการฝึก ผลของการพักเป็น

ระยะเวลาสั้นๆนี้ จะช่วยให้นักกีฬาทำการฝึกในระดับของพลังงานแอโรบิก โดยใช้ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนในการสันดาปและเกิดกรดแลคติกในปริมาณที่ต่ำลง นอกจากนี้การฝึกแบบแอนแอโรบิกก็มีผลต่อความต้องการพลังงานในระดับที่สูง ความต้องการพลังงานเบื้องต้นในการออกกำลังกายระยะสั้นจะได้รับจากกระบวนการเผาผลาญพลังงาน ดังนั้นการออกกำลังกายที่มีความต่อเนื่องซ้ำๆกัน จะต้องการความสามารถของกล้ามเนื้อในการใช้พลังงานแอโรบิกควบคู่กันไปเพื่อเพิ่มความสามารถในการฝึกได้ดีขึ้น นอกจากนั้นการจัดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาระดับกั้นแลคเตท (Lactate Threshold Training) โดยคราวิทซ์และดัลเลค (Kravitz and Dalleck, 2005) ได้เสนอว่าโปรแกรมการฝึกที่จะช่วยพัฒนาระดับกั้นแลคเตทได้ดีนั้นควรมีลักษณะของการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) ซึ่งใช้ความหนักที่เหนือกว่าระดับกั้นแลคเตทประกอบด้วย ช่วงการฝึกที่มีความหนักสูงสลับด้วยช่วงของการพักแบบมีกิจกรรมที่มีความหนักต่ำแบบแอโรบิกและปริมาณในการฝึกไม่ควรเกิน 10 % ของปริมาณการฝึกทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์ เช่นเดียวกับแนวคิดของเดเนียล (Daniel, 1989) ที่ได้เสนอว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักประมาณจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อยจะช่วยพัฒนาจุดเริ่มล้าให้ดีขึ้น โดยมีช่วงเวลาในการฝึกแต่ละครั้งประมาณ 20 – 30 นาที สัปดาห์ละ 1 – 2 ครั้ง และเมื่อมีการพัฒนาขึ้นควรเพิ่มระยะเวลาหรือระยะทางในการฝึกมากกว่าการเพิ่มความหนักในการฝึก

แนวคิดในการนำโปรแกรมการฝึกในระดับจุดเริ่มล้าโดยนำหลักการวัดจุดเริ่มล้าของคอนโคนีมาประยุกต์ใช้เป็นโปรแกรมการฝึก ซึ่งได้จัดเป็นโปรแกรมการฝึกในระดับจุดเริ่มล้าให้กับนักจักรยานชาวอิตาลีชื่อ ฟรานเชสโก โมเซอร์ (Francesco Moser) จนทำให้โมเซอร์สามารถสร้างสถิติโลกได้ในปี 1984 และได้มีผลงานวิจัยในต่างประเทศซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าวคือ รุสโก (Rusko, 1992) ได้ศึกษาเรื่อง “การพัฒนาพลังงานแบบแอโรบิกที่สัมพันธ์กับอายุและโปรแกรมการฝึกนักสกีข้ามประเทศ” โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักสกีข้ามประเทศ ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมกรฝึกที่ความหนักระดับจุดเริ่มล้ามีผลต่อการใช้ออกซิเจนสูงสุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อาภัสรา อัครพันธุ์ (2531) ทำการศึกษาวิจัยในเรื่อง “แอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ในนักวิ่งระยะสั้น ระยะกลางและระยะไกล” โดยการศึกษาครั้งนี้ กระทำในกลุ่มนักวิ่ง 17 คน แบ่งเป็นนักวิ่งระยะสั้น 4 คน นักวิ่งระยะกลาง 4 คน และนักวิ่งระยะไกล 9 คน และกลุ่มผู้ที่ไม่ออกกำลังกาย 5 คน การทดสอบกระทำบนจักรยานวัดงาน โดยเพิ่มงานทุกนาทีต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถึงงานสูงสุดที่อาสาสมัครสามารถทำได้ ตลอดการทดสอบอากาศที่อาสาสมัครหายใจเข้าออก จะถูกนำไปวิเคราะห์หาปริมาตรรวมถึงปริมาณของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละครั้งของการ

หายใจ นอกจากนั้นตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำจะถูกเก็บทุกนาที เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแลคเตท แล้วใช้เป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้ถึงแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ซึ่งจะแสดงในรูปของอัตราการใช้ออกซิเจนที่แอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ จากการศึกษาพบว่า นักวิ่งมีแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์สูงกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำประมาณ 1.4 เท่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซเป็นเกณฑ์ ในขณะที่จะมีค่าสูงกว่า ถึง 1.8 เท่า เมื่อใช้การเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของแลคเตทเป็นเกณฑ์ นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างของค่าแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ในระหว่างกลุ่มนักวิ่ง 3 กลุ่ม ไม่ว่าค่าแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์นั้นจะแสดงอยู่รูปใดก็ตาม

ณัฐจรีย์ วิชเวช (2537) ได้ศึกษาเรื่อง “การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างจลน์ศาสตร์ของการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายและแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์” ผลการวิจัยพบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างจลน์ศาสตร์ของการใช้ออกซิเจน มีความสัมพันธ์กับกลไกการควบคุมแอนแอโรบิกเธรชโฮลด์มากกว่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด ดังนั้นจึงมีผลทำให้อัตราการใช้ออกซิเจนช้าลงขณะร่างกายอยู่ในภาวะแอนแอโรบิกเธรชโฮลด์

โรม วงศ์ประเสริฐ (2545) ได้ศึกษาเรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าในนักวิ่งระยะ 1500 เมตร” โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาระดับจุดเริ่มล้าในนักวิ่งระยะ 1500 เมตร และศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมการฝึกทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับต่ำกว่าจุดเริ่มล้า (-10%) ระดับจุดเริ่มล้า และระดับสูงกว่าจุดเริ่มล้า (+10) ใช้วิธีการทดสอบจุดเริ่มล้าโดยวิธีการทดสอบของคอนโคนี (จุดหักเหของอัตราการเต้นหัวใจ) จากการวิจัยพบว่าโปรแกรมการฝึกที่ระดับสูงกว่าจุดเริ่มล้าทำให้นักกีฬามีระดับอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยที่จุดเริ่มล้าเพิ่มขึ้นถึง +3.17% ส่วนโปรแกรมการฝึกที่ระดับจุดเริ่มล้าและต่ำกว่าจุดเริ่มล้าส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า +1.90 และ +1.59 ตามลำดับ จึงได้ข้อสรุปว่าโปรแกรมการฝึกที่ความหนักของอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าจุดเริ่มล้า 1 – 10 ครั้ง/นาที สามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าได้ดี

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

งานวิจัยต่างประเทศ

แมคเลเลียน (Mclelian, 1982) ได้ศึกษาเรื่อง ความมีนัยสำคัญของระดับกั้นแอโรบิกและแอนแอโรบิกที่มีต่อความสามารถและการฝึก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน มีผลต่อความสามารถของจุดที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้า และความสามารถในการทำงานแบบทนทาน การทดลองเบื้องต้นใช้จักรยานในการทดสอบที่ความหนัก 30 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างในการทดลองให้เหมาะสม ในโปรแกรมการฝึกความทนทานแบบต่อเนื่อง เมื่อดำเนินการเปรียบเทียบจุดเริ่มการใช้ออกซิเจน จุดเริ่มล้าและสภาวะการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า การฝึกความทนทานที่ความหนักสูงแบบเป็นช่วงมีผลทำให้เกิดจุดเริ่มล้าช้าลง ในโปรแกรมการฝึกความหนักของงานระดับที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อน จะเกิดจุดเริ่มล้าจนถึงสภาวะการใช้ออกซิเจนสูงสุดและในการฝึกความหนักของงานระดับสภาวะการใช้ออกซิเจนสูงสุดจนถึงระดับจุดเริ่มล้า พบว่า ความทนทานไม่มีความแตกต่างกัน ในโปรแกรมการฝึกความทนทานแบบต่อเนื่องและแบบเป็นช่วงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าจุดที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้าเพิ่มในโปรแกรมการฝึกความทนทานแบบต่อเนื่องแต่โปรแกรมการฝึกแบบเป็นช่วงไม่เปลี่ยนแปลง ระดับการเกิดจุดเริ่มล้าเกิดช้าลงในโปรแกรมการฝึกแบบเป็นช่วง แต่โปรแกรมการฝึกความทนทานแบบต่อเนื่องไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า โปรแกรมการฝึกความทนทานแบบต่อเนื่องพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจน โปรแกรมการฝึกแบบเป็นช่วงพัฒนาความสามารถระดับการเกิดจุดเริ่มล้า

บีเวอร์ และคณะ (Beaver et al., 1986) ทำการวิจัยเรื่อง “วิธีการตรวจสอบจุดเริ่มล้าแบบใหม่ด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ”ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจสอบจุดเริ่มล้าโดยวิเคราะห์ความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ร่างกายผลิตและปริมาณก๊าซออกซิเจน (O_2) ที่ร่างกายนำไปใช้เรียกว่า วิธีการแบบ V – Slope จากการวิจัยพบว่า วิธีการแบบ “V – Slope” มีความน่าเชื่อถือสูงเนื่องจากจุดเริ่มล้ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างทันทีทันใดมีความสัมพันธ์กับระดับแลคเตทในระดับสูง

ลาฟอนเทน (Lafontaine, 1991) ได้ศึกษาเรื่อง “ประสิทธิภาพของความหนักและคุณภาพของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อระดับแอโรบิกและแอนแอโรบิก” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการฝึกที่ปริมาณและความหนักต่างกัน ของนักกรีฑาที่มีต่อการใช้ออกซิเจนในร่างกายและระดับการเกิดจุดเริ่มล้า โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ดำเนินการทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและจุดเริ่มล้า ดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อฝึกตามโปรแกรมระยะทาง 15 – 30 ไมล์/สัปดาห์ โปรแกรมการฝึกมีความหนัก 3 ระดับ คือ ระดับที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้า 20% และระดับจุดเริ่มล้าดำเนินการฝึก 5 วัน/สัปดาห์ เป็น

ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า โปรแกรมการฝึกในระดับสูงกว่าที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้า 20% พัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจน

เบิร์ก (Burke, 1991) ได้ศึกษาเรื่อง “ผลการฝึกโปรแกรมการฝึก 2 โปรแกรมที่มีต่อระดับกั้นของแลคเตท การระบายอากาศและการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่จุดเริ่มล้า ในนักกีฬาเพศหญิง” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับสมรรถภาพในการทำงานของร่างกายในภาวะการฝึกโปรแกรมแตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน มีอายุระหว่าง 18 – 26 ปี ดำเนินการฝึกกลุ่มตัวอย่างโดยโปรแกรมที่ 1 ระดับความหนักของงานสูงโดยทำการฝึก 30 วินาที พัก 30 วินาที โปรแกรมที่ 2 ระดับความหนักของงานในระดับเกิดการสะสมกรดแลคติก ระดับเกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซและการใช้ออกซิเจนในนักกีฬาเพศหญิงแตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกันมีผลต่อระดับเกิดการสะสมกรดแลคติก ระดับเกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซและการใช้ออกซิเจนในนักกีฬาเพศหญิงแตกต่างกัน

เบิร์ก และคณะ (Burke et al., 1994) ได้ทำการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบมีช่วงพักสองรูปแบบที่มีผลจุดเริ่มที่มีการสะสมของกรดแลคติก (Lactate Threshold) และจุดที่ระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกาย (Ventilatory Threshold) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นเพศหญิงจำนวน 21 คน ที่มีระดับของปริมาณของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2Peak) ใกล้เคียงกัน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่งฝึกกิจกรรมต่อเนื่องเป็นเวลา 30 วินาที กลุ่มที่สองฝึกกิจกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาสองนาที ด้วยอัตราส่วนของความต่อเนื่องและช่วงพักสองนาที ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ ที่ระดับความหนักร้อยละ 85 ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและเพิ่มระดับของความหนักอีกร้อยละ 5 ทุกๆสองสัปดาห์ ทำการฝึกสี่ครั้งต่อสัปดาห์ ทำการเก็บข้อมูลของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด จุดที่เริ่มมีการสะสมของกรดแลคติก และจุดที่ระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกาย ก่อนและภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 7 ผลของการศึกษาพบว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดทั้งสองกลุ่มร้อยละ 5 และ 6 ตามลำดับ มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจุดที่ริ่มมีการสะสมของกรดแลคติกร้อยละ 19.4 และ 22.4 ตามลำดับ และมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกายร้อยละ 19.5 และ 18.5 ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม แต่กลับพบว่าจุดที่เริ่มมีการสะสมของกรดแลคติกและจุดที่ระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง ($P<0.05$) สามารถสรุปผลของการศึกษาในครั้งนี้ได้ว่า การฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกแบบมีช่วงพักในระดับความหนักที่สูงมีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด จุดที่เริ่มมีการสะสมของกรดแลคติก และจุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีการหักเหจากความหนักในการออกกำลังกาย

แมคมิลลาน และคณะ (McMillan et al., 2005) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาจากการฝึกความอดทนของนักกีฬาฟุตบอลอาชีพระดับเยาวชน ทำการทดลองในนักกีฬาฟุตบอลอาชีพระดับเยาวชน จำนวน 11 คน ที่มีอายุ เฉลี่ย 16.9 ปี ทำการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจน ที่ระดับความหนักสูง แบบหนักสลับเบา โดยเป็นการเลี้ยงบอลให้มีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 90 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นระยะเวลา 4 นาที สลับกับการวิ่งเหยาะให้มีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นระยะเวลา 3 นาที ปฏิบัติการฝึกเช่นนี้ 4 รอบร่วมกับการฝึกซ้อมตามปกติเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ความสามารถในการย่อกระโดด (Squat Jump) และยืนย่อกระโดด (Counter Movement Jump) มีค่าเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว

เฮลจีรุด และคณะ (Helgerud et al., 2001)ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกความสามารถการใช้ออกซิเจน ที่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักฟุตบอลโดยทำการศึกษาในนักฟุตบอลระดับเยาวชนอายุเฉลี่ย 18.1 ± 0.8 ปีเพศชายจำนวน 19 คน หลังจากนั้นทำการสุ่มแบบเข้ากลุ่มโดยกลุ่มทดลอง 9 คน และกลุ่มควบคุม 10 คน กลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนแบบหนักสลับเบา การฝึกแบบหนักสลับเบา ความหนัก 90 – 95 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด วิ่งขึ้นเนินสูง 4 ช่วง ช่วงละ 4 นาที และช่วงพัก 3 นาที ที่ความหนัก 70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ระยะเวลามากกว่า 8 สัปดาห์ พบว่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น 11% จาก 58.1 ml/kg/min ถึง 64.3 ml/kg/min สรุประยะทางในการวิ่งระหว่างการแข่งขันเพิ่มขึ้น 20% ความเกี่ยวข้องกับลูกบอลเพิ่มขึ้น 23% จำนวนในการวิ่งเพิ่มขึ้น 100% และที่สำคัญทำให้มีค่า VO_2max สูงขึ้น

ทาบาตะ และคณะ (Tabata et al., 1996) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบต่อเนื่องที่ความหนักปานกลาง กับการฝึกแบบเป็นช่วงที่มีความหนักมาก ที่มีต่อการเพิ่มความสามารถการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic capacity) และประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กนักเรียนชายที่มีการออกกำลังกายเป็นประจำ โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกทั้งแบบต่อเนื่องความหนักปานกลาง กับการฝึกแบบเป็นช่วงที่มีความหนักมาก โดยใช้จักรยานวัดงานเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการฝึก ผลการศึกษาพบว่า การฝึกแบบต่อเนื่องที่มีความหนักปานกลางสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ แต่ไม่เพิ่มความสามารถของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ แต่ไม่เพิ่มความสามารถของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในขณะที่การฝึกแบบเป็นช่วงที่มีความหนักมากสามารถเพิ่มความสามารถการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนและประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้พร้อมๆกัน

เฮลจีรุด (Helgerud.,2001)ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกความสามารถการใช้ออกซิเจน ที่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักฟุตบอลโดยทำการศึกษาในนักฟุตบอลระดับเยาวชนอายุเฉลี่ย 18.1 ± 0.8 ปีเพศชายจำนวน 19 คน หลังจากนั้นทำการสุ่มแบบเข้ากลุ่มโดยกลุ่มทดลอง 9 คน และกลุ่มควบคุม 10 คน กลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนแบบหนักสลับเบา โดยช่วงหนักจะเป็นการวิ่งที่ระดับความหนัก 90 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 4 นาที และช่วงเบาจะเป็นการวิ่งเหยาะที่ระดับความหนัก 50 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 3 นาที เป็นเวลารวมกัน 24 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมทำการฝึกตามโปรแกรมฟุตบอลตามปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักกีฬาฟุตบอลกลุ่มทดลองมีระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และระดับการทนต่อกรดแลคเทตเพิ่มขึ้น และยังพบว่า ขณะทำการแข่งนักกีฬามีระยะทางในการวิ่งตลอดการแข่งขันเพิ่มขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ จำนวนการเข้าหาบอลเพื่อทำการเล่นลูกเพิ่มขึ้น 24 เปอร์เซ็นต์

แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในเรื่อง “การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก ที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รุ่นอายุ 18 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาฟุตบอลนักเรียนกรมพลศึกษา รุ่นอายุ 18 ปี ชาย ประเภท ก คือ นักกีฬาฟุตบอลทีมโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ซึ่งได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Selection) ได้กลุ่มตัวอย่างคือ นักกีฬาฟุตบอลชายทีมโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย จำนวน 24 คน จากนั้นทำการทดสอบจุดเริ่มล้าด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวีสโลป นำผลการทดสอบที่ได้มาเรียงลำดับตั้งแต่ 1 – 24 แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกำหนด (Randomized Assignment) เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีนักกีฬาที่มีค่าจุดเริ่มล้าและอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน ดังนี้

	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
ลำดับที่	1	2
ลำดับที่	4	3
ลำดับที่	5	6
ลำดับที่	8	7
ลำดับที่	9	10
ลำดับที่	12	11
ลำดับที่	13	14
ลำดับที่	16	15
ลำดับที่	17	18
ลำดับที่	20	19

ลำดับที่ 21 22

ลำดับที่ 23 24

ผู้วิจัยนำทั้ง 2 กลุ่ม มาทำการสุ่มอย่างง่าย (Random Sampling) เพื่อเลือกโปรแกรมการฝึก ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ทำการฝึกแบบฝึกแอโรบิก

กลุ่มทดลองที่ 2 ทำการฝึกแบบฝึกแอนแอโรบิก

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยออกแบบการทดลองที่มีการจัดดำเนินการแบบสุ่ม และมีกลุ่มไว้สำหรับเปรียบเทียบ (True - Experimental Designs) มีการทดสอบเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ก่อนการทดลอง ครั้งที่ 2 หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และครั้งที่ 3 หลังการทดลอง 8 สัปดาห์

ตารางที่ 1 แสดงการออกแบบการวิจัย

กลุ่ม	ก่อนการทดลอง	ทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	ทดลอง	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
E_1	O_1	X_1	O_2	X_1	O_3
E_2	O_1	X_2	O_2	X_2	O_3

E_1 หมายถึง กลุ่มทดลองที่ 1

E_2 หมายถึง กลุ่มทดลองที่ 2

X_1 หมายถึง การฝึกแบบฝึกแอโรบิก

X_2 หมายถึง การฝึกแบบฝึกแอนแอโรบิก

O_1 หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง

O_2 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

O_3 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 แบบบันทึกข้อมูลทั่วไปของผู้เข้ารับการทดสอบ

1.2 ลู่กล (Treadmill) ยี่ห้อ h/p cosmos จากประเทศอิตาลี

1.3 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ยี่ห้อโพล่าร์ทีม (Polar Team 2) จากประเทศฟินแลนด์

1.4 โปรแกรมสำเร็จรูปของโพล่าร์ทีม (Polar Team 2 Software Version 1.2.0.0) จากประเทศฟินแลนด์

1.5 เครื่องวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ (Cortex MetaMax 3B) จากประเทศเยอรมัน

1.6 เครื่องคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค ยี่ห้อคอมแพ็ค (Compaq) จากประสหรัฐอเมริกา

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึก

2.1 ยางยืดแบบมีเข็มขัด (Sling Shot) ยี่ห้อ TWIST จากประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2 เสาสลาลม (Slalom Pole) ขนาด 170 เซนติเมตร จำนวน 10 อัน

2.3 กรวยทรงสูง ขนาด 9 นิ้ว จำนวน 10 อัน

2.4 รั้วกระโดดข้าม ขนาด 9 นิ้ว จำนวน 10 อัน

2.5 กรวยจาน (Disc cone) คละสี ชุด 50 ชิ้น

3. โปรแกรมการฝึก คือ แบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก ทำการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน คือ วันอังคาร และวันพฤหัสบดี

วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.การออกแบบโปรแกรมการฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก มีขั้นตอนดังนี้

1.1 สัมภาษณ์ผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาที่เกี่ยวข้องสมรรถภาพทางกายและการใช้พลังงานที่นักกีฬาฟุตบอลต้องการใช้ในเกมการแข่งขัน และสังเกตการฝึกซ้อมและการแข่งขันของนักกีฬาฟุตบอลโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย รุ่นอายุ 18 ปี

1.2 ศึกษาโปรแกรมการฝึกจากหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 สังเคราะห์ความรู้ที่ได้กำหนดเป็นแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก โดยเลือกแบบฝึกที่เกี่ยวข้องกับกีฬาฟุตบอล

1.4 นำโปรแกรมการฝึกที่ได้จากการสังเคราะห์ความรู้ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบแก้ไข

1.5 เสนอโปรแกรมการฝึกที่รับการตรวจสอบแก้ไขและสร้างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างหลักการฝึกแบบแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก กับการออกแบบโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัยให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ทางด้านสรีรวิทยาการกีฬาและกีฬาฟุตบอล จำนวน 6 ท่าน (ภาคผนวก ง หน้า 82) พิจารณาความสำคัญ ความถูกต้องและความเหมาะสมของโปรแกรมฝึก โดยใช้ค่าดัชนี (Item Objective Congruence: IOC) โดยพบว่า ไม่

มีข้อรายการใดที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ต่ำกว่า 0.60 แสดงว่า ทุกข้อรายการมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการฝึกทั้งแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก (Cox and Vargas, 1996)

1.6 ศึกษานำร่องโดยการทดลองใช้แบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกกับนักกีฬาฟุตบอลโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี รุ่นอายุ 18 ปี โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 6 คน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเอาโปรแกรมการฝึกไปใช้

1.7 นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง

1.8 นำโปรแกรมการฝึกที่ผ่านการตรวจสอบพิจารณาแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย

2. นำเสนอโครงการวิจัยเพื่อเข้ารับการพิจารณาทางจริยธรรมจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ กลุ่มสหสถาบัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ผู้วิจัยทำการอธิบายชี้แจงแก่นักกีฬาฟุตบอลโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัยทั้ง 24 คน เพื่อรับทราบและเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการทดลอง พร้อมทั้งสาธิตวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้องและข้อปฏิบัติที่จำเป็นในการทดลอง

4. ผู้วิจัยออกแบบแบบบันทึกข้อมูลประจำตัวของนักกีฬาแต่ละคนประกอบด้วยชื่อ-สกุล อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ภาวะการณ์ทดสอบ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ตารางแสดงโปรโตคอลการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน อัตราการเต้นของหัวใจระหว่างการทดสอบ (ภาคผนวก ช) และแบบวัดระดับการรับรู้ความเหนื่อย (ภาคผนวก ญ) (RPE:Rating of Perceived Exertion) (Borg, 1982)

5. นักกีฬากรอกข้อมูลส่วนตัวในแบบบันทึกข้อมูลและลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

6. ทำการทดสอบหาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวีสโลป (V – Slope Method) (ภาคผนวก ฌ) โดยใช้บรู๊ซโปรโตคอล (Bruce Protocol) ในการทดสอบ (ภาคผนวก ซ) ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

6.1 ทำการปรับตั้งค่าความเที่ยงตรงของเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

6.2 นักกีฬาที่เข้ารับการทดลองสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ โดยคาดไว้บริเวณใต้ระดับหน้าอก และสวมหน้ากากซึ่งมีอุปกรณ์เชื่อมต่อกับเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

6.3 ทำการทดสอบ โดยการวิ่งบนลู่กลตามโปรโตคอลพร้อมบันทึกค่าลงในใบบันทึกในแต่ละขั้นของการทดสอบ ขณะทำการทดสอบด้วยการวิ่งบนลู่กล ผู้วิจัยใช้แบบวัดระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE:Rating of Perceived Exertion) (ภาคผนวก ญ) เพื่อวัดระดับความเหนื่อย

ของนักกีฬาในขณะทดสอบเป็นระยะๆ และก่อนการทดสอบจะต้องปรับความเที่ยงตรงของอากาศก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง

6.4 ทำการปรับระดับความเร็ว และความชันทุกๆ 3 นาที จนผู้รับการทดสอบทำการทดสอบต่อไปไม่ไหวหรือหมดแรง

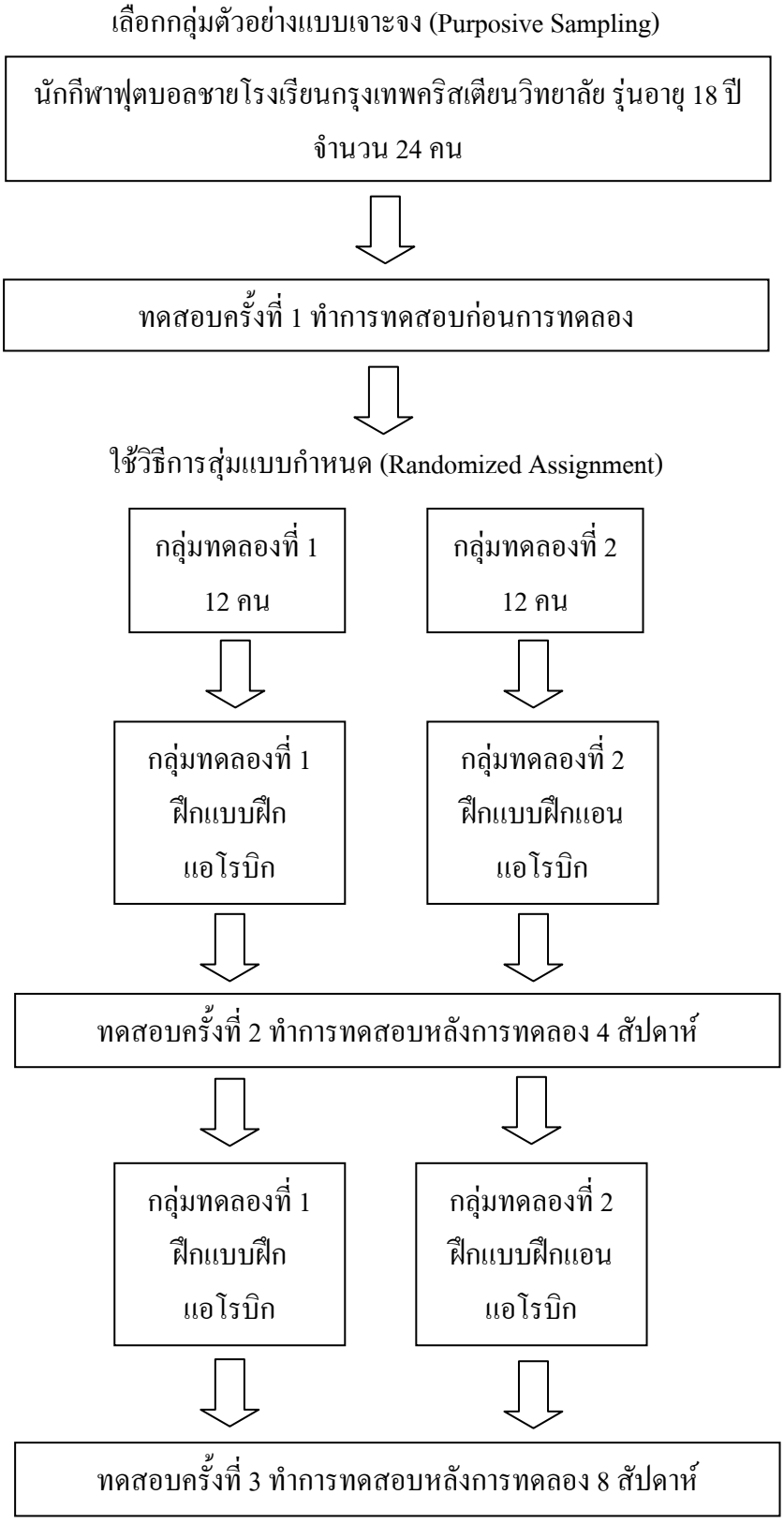
7. นักกีฬาดำเนินการฝึกตามแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมในการฝึก ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยแบบฝึกแอโรบิก ใช้เวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยจะใช้การฝึกที่มีความหนัก 75 – 85 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (ภาคผนวก ฉ)

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยแบบฝึกแอนแอโรบิก ใช้เวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน โดยจะใช้การฝึกที่มีความหนัก 90 – 95 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (ภาคผนวก ฉ)

8. ทำการทดสอบจุดเริ่มล้าของนักกีฬา หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวีสโลป (V – Slope Method) โดยใช้บรู๊ซโปรโตคอล (Bruce Protocol) ในการทดสอบ

9. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบผลของทั้งสองกลุ่ม ก่อนการฝึก หลังการฝึก 4 สัปดาห์ และหลังการฝึก 8 สัปดาห์



แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ หาค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่ม ระหว่างก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ด้วยการทดสอบสถิติที (Independent t – test) ระหว่างกลุ่มที่ฝึกแบบแอโรบิก และกลุ่มที่ฝึกแบบแอนแอโรบิก ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เปรียบเทียบผลของการทดสอบภายในกลุ่ม โดยการวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One – Way Analysis of Variance with Repeated Measure) ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่ม ทั้งกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ตามวิธีของแอลเอสดี (LSD) ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก จำนวน 24 คน มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติแล้วจึงนำผลวิเคราะห์ข้อมูลเสนอในรูปตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิ โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One – Way Analysis of Variance with Repeated Measure) ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ภายในกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของแอลเอสดี (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มของข้อมูลจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยการวิเคราะห์ค่า ที (Independent t – test) โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 แผนภูมิประกอบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก และกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	อายุ (ปี)		ส่วนสูง (เซนติเมตร)		น้ำหนัก (กิโลกรัม)	
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
กลุ่มฝึกแบบแอโรบิก	12	17.33	0.49	174.16	3.78	68.58	6.96
กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก	12	17.33	0.49	174.00	5.67	65.66	6.56

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มฝึกแบบแอโรบิกมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 17.33 ปี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 ปี ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 174.16 เซนติเมตร มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.78 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 68.58 กิโลกรัม และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.96 กิโลกรัม และในกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิกมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 17.33 ปี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 ปี ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 174.00 เซนติเมตร มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.67 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 65.66 กิโลกรัม และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.56 กิโลกรัม

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก ก่อนการทดลอง และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One – Way Analysis of Variance with Repeated Measure) ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ภายในกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของแอลเอสดีที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก ของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลอง

รายการ	กลุ่มแบบฝึกแอโรบิก		กลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
1. จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	32.41	1.08	32.16	1.19	.53	.80
2. อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	169.91	2.46	170.00	1.65	-.097	.92
3. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	43.00	2.48	43.83	2.51	-.81	.42

P > .05

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก มีค่าเฉลี่ยของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 32.41 169.91 และ 43.00 ตามลำดับ กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก มีค่าเฉลี่ยของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 32.16 170.00 และ 43.83 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก และกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มแบบฝึกแอโรบิก

ตัวแปร	กลุ่มฝึกแบบแอโรบิก							
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 4 สัปดาห์		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		F	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D	$\overline{X}$	S.D.		
1.จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	32.41	1.08	32.58	1.16	32.83	1.26	3.21	.054
2. อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	169.91	2.46	170.08	2.50	170.41	1.92	3.34	.053
3. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	43.00	2.48	51.75	3.22	60.66	1.37	368.22	.00*

*P < .05

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลจุดเริ่มล้า และอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ภายในกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายในกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยวิธีของแอลเอสดี ของกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
	($\overline{X}$)	43.00	51.75	60.66
ก่อนการทดลอง	43.00	-	8.75*	17.66*
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	51.75			8.91*
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	60.66			

*P < .05

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 43.00) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 51.75) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 8.75 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 43.00) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 60.66) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 17.66 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 51.75) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 60.66) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 8.91 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก

ตัวแปร	กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก							
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 4 สัปดาห์		หลังการทดลอง 8 สัปดาห์		F	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D	$\overline{X}$	S.D.		
1. จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	32.16	1.19	36.16	1.26	40.75	1.71	409.40	.00*
2. อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	170.00	1.65	175.16	1.46	181.08	1.56	318.76	.00*
3. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	43.83	2.51	49.25	3.44	54.50	2.61	205.12	.00*

*P < .05

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายในกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า โดยวิธีของแอลเอสดีของกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
	($\overline{X}$)	32.16	36.16	40.75
ก่อนการทดลอง	32.16	-	4.00*	8.59*
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	36.16			4.59*
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	40.75			

*P < .05

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า ก่อนการทดลอง กับหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 32.16) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 36.16) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 4.00 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า ก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 32.16) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 40.75) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 8.59 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 36.16) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 40.75) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 4.59 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า โดยวิธีของแอลเอสดี ของกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
	($\overline{X}$)	170.00	175.16	181.08
ก่อนการทดลอง	170.00	-	5.16*	11.08*
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	175.16			5.92*
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	181.08			

*P < .05

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 170.00) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 175.16) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 5.16 ครั้ง/นาที ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 170.00) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 181.08) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 11.08 ครั้ง/นาที และค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 175.16) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 181.08) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 5.92 ครั้ง/นาที

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยวิธีของแอลเอสดี ของกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
	($\overline{X}$)	43.83	49.25	54.50
ก่อนการทดลอง	43.83	-	5.42*	10.67*
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	49.25			5.25*
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	54.50			

*P < .05

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 43.83) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 49.25) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 5.42 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 43.83) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 54.50) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 10.67 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 49.25) ต่ำกว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 54.50) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลง 5.25 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มของข้อมูลจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยการวิเคราะห์ค่า ที (Independent t – test)

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิกของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 4 สัปดาห์

รายการ	กลุ่มแบบฝึกแอโรบิก		กลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
1. จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	32.58	1.16	36.16	1.26	-7.21	.00*
2. อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	170.08	2.50	175.16	1.40	-6.07	.00*
3. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	51.75	3.22	49.25	3.44	1.83	.08

*P < .05

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ กลุ่มฝึกแบบแอโรบิก มีค่าเฉลี่ยของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 32.58 170.08 และ 51.75 ตามลำดับ กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก มีค่าเฉลี่ยของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 36.16 175.16 และ 49.25 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก จุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก จุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์

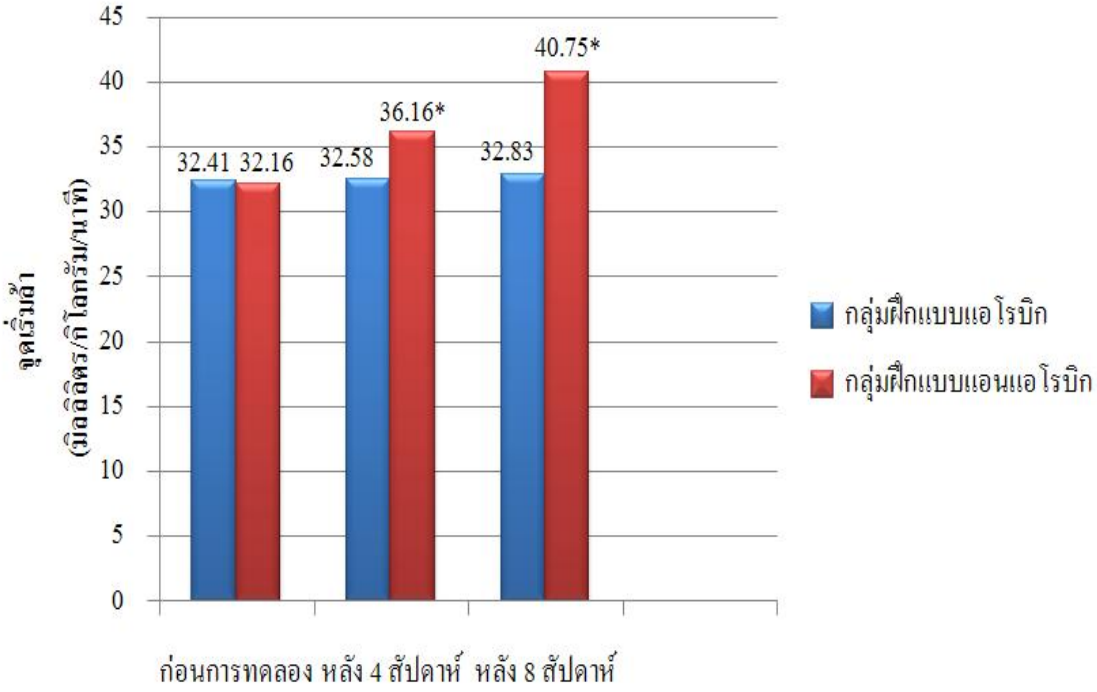
รายการ	กลุ่มแบบฝึกแอโรบิก		กลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก		t	P
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
1. จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	32.83	1.26	40.75	1.71	-12.87	.00*
2. อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	170.41	1.92	181.08	1.56	-14.88	.00*
3. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	60.66	1.37	54.50	2.61	7.24	.00*

*P < .05

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มฝึกแบบแอโรบิก มีค่าเฉลี่ยของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 32.83 170.41 และ 60.66 ตามลำดับ กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก มีค่าเฉลี่ยของจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 40.75 181.08 และ 54.50 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก จุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

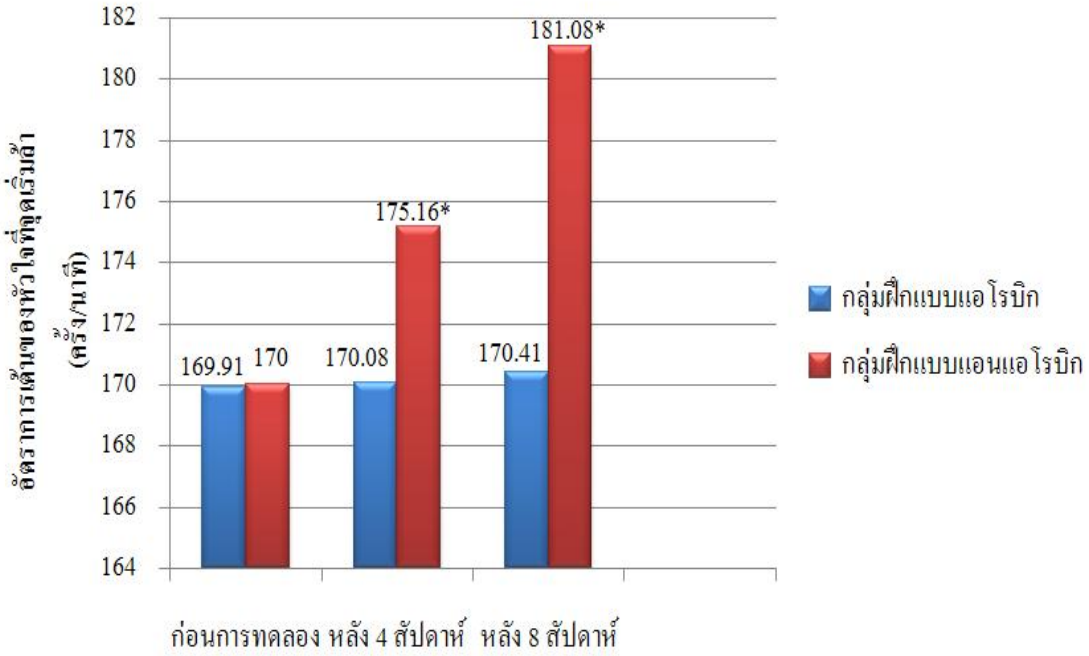
ตอนที่ 4 แผนภูมิประกอบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก

แผนภูมิที่ 1 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของจุดเริ่มล้า (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ของกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์



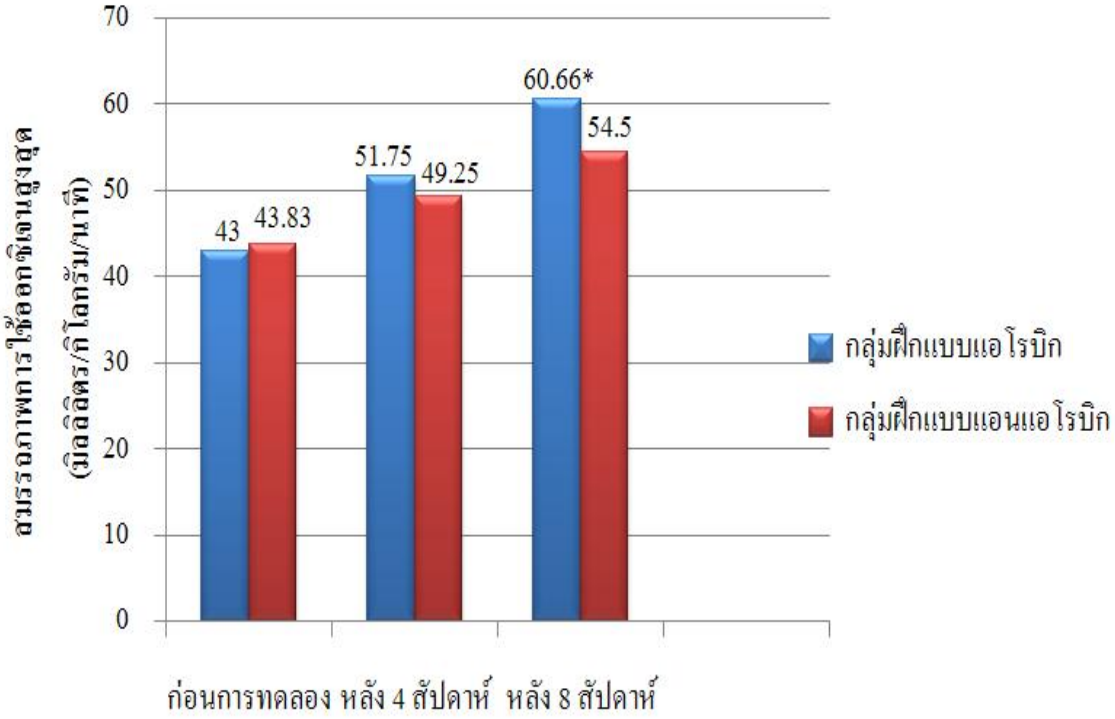
* หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 2 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที) ของกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์



* หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ของกลุ่มแบบฝึกแอโรบิกและกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์



* หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย รุ่นอายุ 18 ปี จำนวน 24 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Selection) จากนั้นทำการทดสอบจุดเริ่มล้าด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวีสโลป นำผลการทดสอบที่ได้มาเรียงลำดับตั้งแต่ 1 – 24 แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกำหนด (Randomized Assignment) กำหนดเป็นกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก และกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก ฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 30 นาที ผู้วิจัยทำการทดสอบจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One – Way Analysis of Variance with Repeated Measure) ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของแอลเอสดี (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

นำผลที่ได้มาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ โดยการวิเคราะห์ค่าที (Independent t – test) ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นำผลที่ได้มาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยการวิเคราะห์ค่าที (Independent t – test) ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า

1. เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก

1.1 จากการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก พบว่าค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า และอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และพบว่าค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จึงนำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1.1 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 51.75 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 43.00 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) และค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 60.66 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 43.00 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 51.75 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 จากการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก พบว่าค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงนำมาเปรียบเทียบเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.2.1 ค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 36.16 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 32.16 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) และค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 40.75 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 32.16 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 36.16 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 175.16 ครั้ง/นาที) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 170.00 ครั้ง/นาที) และค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 181.08 ครั้ง/นาที) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 170.00 ครั้ง/นาที) และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 175.16 ครั้ง/นาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.3 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 49.25 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 43.83

มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) และค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 54.50 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลอง ($\overline{X}$ = 43.83 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ($\overline{X}$ = 49.25 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ กลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า และอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า แตกต่างจากกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด แตกต่างจากกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า แบบฝึกแอนแอโรบิกจะสามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอลได้ดีกว่าแบบฝึกแอโรบิก จากผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด แตกต่างจากกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า และอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า แตกต่างจากกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. จุดเริ่มล้า

เมื่อเปรียบเทียบจุดเริ่มล้า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของจุดเริ่มล้าของกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก มีค่าเพิ่มสูงกว่ากลุ่มฝึกแบบแอโรบิก และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยที่เกิดขึ้นพบว่า การที่กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการฝึกแบบสลับช่วง (Interval Training) ช่วยพัฒนาและยกระดับเพดานของระดับจุดเริ่มล้าให้สูงขึ้นสอดคล้องกับแนวคิดของสนธยา สีละมาด (2547) ที่ได้เสนอแนวคิดในการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้ากล่าวคือ การฝึกซ้อมที่ระดับจุดเริ่มล้าเป็นระดับความหนักที่ “เหนื่อยแต่ทนได้” มีค่าความหนักของการฝึกซ้อมประมาณ 80 – 90 % ของชีพจรสูงสุด สามารถฝึกซ้อมได้โดยวิธีการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) ซึ่งการฝึกซ้อมที่ถูกต้องจะช่วยขยายระยะเวลาของการก้าวขึ้นสู่ระดับจุดเริ่มล้าโดยการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทำงานภายใต้ความเป็นกรด

ของร่างกายได้เป็นเวลานาน 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 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ขณะที่ฟอกซ์และแมทธิวส์ (Fox and Mathews, 1974) ได้เสนอแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดของคอสทิลส์และวิลมอร์ (Costill and Wilmore, 1994) ที่เสนอว่า การฝึกแบบมีช่วงพัก (Interval Training) ได้รับความนิยมในการฝึกมาเป็นเวลานาน โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก ผลที่ได้จากการฝึกประเภทนี้ คือ การผลิตกรดแลคติกในปริมาณสูงในกล้ามเนื้อ แต่การฝึกแบบมีช่วงพักจะมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกด้วย การปฏิบัติซ้ำๆ กันจะมีช่วงพักสั้นๆระหว่างการฝึก ผลของการพักเป็นระยะเวลาสั้นๆนี้ จะช่วยให้นักกีฬาทำการฝึกในระดับของพลังงานแอโรบิก โดยใช้ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนในการสันดาปและเกิดกรดแลคติกในปริมาณที่ต่ำลง นอกจากนี้การฝึกแบบแอนแอโรบิกก็มีผลต่อความต้องการพลังงานในระดับที่สูง ความต้องการพลังงานเบื้องต้นในการออกกำลังกายระยะสั้นจะได้รับจากกระบวนการเผาผลาญพลังงาน ดังนั้นการออกกำลังกายที่มีความต่อเนื่องซ้ำๆกัน จะต้องการความสามารถของกล้ามเนื้อในการใช้พลังงานแอโรบิกควบคู่กันไปเพื่อเพิ่มความสามารถในการฝึกได้ดีขึ้น นอกจากนั้นการจัดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาระดับกั้นแลคเตท (Lactate Threshold Training) โดยคราวิทซ์และดัลเลค (Kravitz and Dalleck, 2005) ได้เสนอว่า โปรแกรมการฝึกที่จะช่วยพัฒนาระดับกั้นแลคเตทได้ดีนั้นควรมีลักษณะของการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) ซึ่งใช้ความหนักที่เหนือกว่าระดับกั้นแลคเตทประกอบด้วย ช่วงการฝึกที่มีความหนักสูงสลับด้วยช่วงของการพักแบบมีกิจกรรมที่มีความหนักต่ำแบบแอโรบิกและปริมาณในการฝึกไม่ควรเกิน 10 % ของปริมาณการฝึกทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์ เช่นเดียวกับแนวคิดของเดเนียล (Daniel, 1989) ที่ได้เสนอว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักประมาณจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อยจะช่วยพัฒนาจุดเริ่มล้าให้ดีขึ้น

สรุปได้ว่าการฝึกหนักเบานั้นจะช่วยในการพัฒนาสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจของนักกีฬามีการพัฒนาที่ดีขึ้น เนื่องจากร่างกายสามารถนำออกซิเจนเพื่อผลิตพลังงานได้อย่างเพียงเพียงพอกับความต้องการใช้ออกซิเจนของร่างกายและเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่ระดับจุดเริ่มล้ามีค่าสูงขึ้นก็แสดงให้เห็นว่าร่างกายของนักกีฬามีความสามารถทำให้อัตราการเกิดกรดแลคติกสะสมในกระแสเลือดเกิดขึ้นช้าซึ่งหมายถึงการขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้านั่นเอง

2. อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามากกว่ากลุ่มแบบฝึกแอโรบิก แสดงให้เห็นว่ากลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิกมีอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าพัฒนาได้ดีกว่ากลุ่มฝึกแบบแอโรบิก เนื่องจากกลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิกได้ทำการฝึกที่ระดับความหนัก 90 – 95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นการฝึกที่มีความหนักอยู่ในระดับเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อย ซึ่งระดับจุดเริ่มล้าจะอยู่ประมาณ 80 – 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือประมาณ 70 – 80% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด สอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนาแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic Threshold) มีดังนี้ จุดเริ่มล้าเป็นจุดที่ภาวะร่างกายเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วในจำนวนมาก ร่างกายสามารถขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้าได้จากโปรแกรมการฝึกที่มีความหนักอยู่ระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อย (Henritze et al., 1985; Daniel, 1989; Burke et al., 1994) อย่างไรก็ตามโปรแกรมการฝึกซ้อมต้องวางแผนดำเนินการฝึกอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาเซลล์กล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพในการใช้ออกซิเจนและมีความอดทนต่อการสะสมของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของคอนโคนี และคณะ (Conconi et al., 1982) ที่กล่าวว่า “โปรแกรมการฝึกที่มีความหนักในระดับที่เหมาะสม สามารถขยายระยะเวลาของอัตราการเกิดกรดแลคติกหรือสภาวะการเกิดจุดเริ่มล้า” และยังสอดคล้องกับแนวคิดของเดวิส (Davis, 2000) ที่ได้กล่าวว่า การฝึกความอดทนที่มีความหนักสูง (Intensive Endurance) มีความหนักประมาณ 80 – 93% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ในระยะเวลา 20 – 45 วินาที โดยมีระยะเวลาพักให้อัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สามารถเพิ่มระดับของจุดเริ่มล้าได้ นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยของเรดดี้และคณะ (Ready et al., 1982) และครีมินสกี (Krzeminski et al., 1989) ที่พบว่าโปรแกรมการฝึกความทนทานมีอิทธิพลต่อการพัฒนาจุดเริ่มล้า และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของโรม วงศ์ประเสริฐ (2545) ได้ข้อสรุปว่า โปรแกรมการฝึกที่ความหนักของอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าจุดเริ่มล้า 1 – 10 ครั้ง/นาที สามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าได้ดี ส่วนกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ไม่แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากกลุ่มฝึกแบบแอโรบิก ฝึกในระดับความหนัก 75 – 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งในระดับความหนักนี้ช่วยในการพัฒนาระดับจุดเริ่มล้าได้เล็กน้อย เนื่องจากกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกเป็นการฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous Exercise) ซึ่งพลังงานส่วนใหญ่จะใช้พลังงานแบบแอโรบิกเป็นหลัก จึงมีการฝึกที่มีความหนักระดับต่ำและระยะเวลานานเพื่อพัฒนา

สรุปได้ว่า กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับจุดเริ่มล้าได้ดีกว่ากลุ่มฝึกแบบแอโรบิก

3. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มฝึกแบบแอโรบิกและกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น แต่กลุ่มฝึกแบบแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงกว่ากลุ่มแบบฝึกแอนแอโรบิก จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกลุ่ม กลุ่มฝึกแบบแอโรบิกมีการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ดีกว่ากลุ่มแอนแอโรบิก ในสัปดาห์ที่ 8 เพราะการฝึกแบบแอโรบิกเป็นการฝึกที่ช่วยในการพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตได้เป็นอย่างดี ส่วนกลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิกจะสามารถพัฒนาระดับการเกิดจุดเริ่มล้า แต่ในการพัฒนาจุดเริ่มล้ากลุ่มที่ฝึกแอนแอโรบิกก็จะสามารถช่วยในการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วย แต่ในการพัฒนานั้นจะพัฒนาน้อยกว่าแบบฝึกแอโรบิก เพราะฉะนั้นถ้านักกีฬาที่ต้องการฝึกเพื่อที่จะพัฒนาให้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ประสิทธิภาพดี ให้ฝึกด้วยแบบฝึกแอโรบิกเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับงานวิจัยของ แมคเลเลียน (Mclelian, 1982) ที่ได้ศึกษาเรื่อง ความมีนัยสำคัญของระดับกั้นแอโรบิกและแอนแอโรบิกที่มีต่อความสามารถและการฝึก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน มีผลต่อความสามารถของจุดที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้า และความสามารถในการทำงานแบบทนทาน การทดลองเบื้องต้นใช้จักรยานในการทดสอบที่ความหนัก 30 วัตต์ เป็นเวลา 3 นาที เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างในการทดลองให้เหมาะสม ในโปรแกรมการฝึกความทนทานแบบต่อเนื่อง เมื่อดำเนินการเปรียบเทียบจุดเริ่มการใช้ออกซิเจน จุดเริ่มล้าและสภาวะการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า การฝึกความทนทานที่ความหนักสูงแบบเป็นช่วงมีผลทำให้เกิดจุดเริ่มล้าช้าลง ในโปรแกรมการฝึกความหนักของงานระดับที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อน จะเกิดจุดเริ่มล้าจนถึงสภาวะการใช้ออกซิเจนสูงสุดและในการฝึกความหนักของงานระดับสภาวะการใช้ออกซิเจนสูงสุดจนถึงระดับจุดเริ่มล้า พบว่า ความทนทานไม่มีความแตกต่างกัน ในโปรแกรมการฝึกความทนทานแบบต่อเนื่องและแบบเป็นช่วงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าจุดที่

สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้าเพิ่มในโปรแกรมการฝึกความทนทานแบบต่อเนื่องแต่โปรแกรมการฝึกแบบเป็นช่วงไม่เปลี่ยนแปลง ระดับการเกิดจุดเริ่มล้าเกิดช้าลงในโปรแกรมการฝึกแบบเป็นช่วง แต่โปรแกรมการฝึกความทนทานแบบต่อเนื่องไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นสามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า โปรแกรมการฝึกความทนทานแบบต่อเนื่องพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจน โปรแกรมการฝึกแบบเป็นช่วงพัฒนาความสามารถระดับการเกิดจุดเริ่มล้า แต่นักกีฬาทั้งสองกลุ่มก็มีการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นเหมือนกัน ทั้งนี้เหตุผลที่สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้น เนื่องจากก่อนการทดลองนักกีฬามีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนค่อนข้างต่ำเมื่อได้รับการฝึกทำให้มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงได้มาก ถึงแม้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อนักกีฬาประเภทอดทน แต่ก็ยังไม่ใช่ปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดจากการศึกษาของ อะซีวีโดและโกลด์ฟาร์บ (Acevedo and Goldfarb, 1989) พบว่า นักกีฬาสามารถพัฒนาความสามารถทางด้านความอดทนขึ้นได้โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และมีการลดลงของแลคเตทในกระแสเลือดอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงมีปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาความอดทนซึ่งมีความสำคัญมากกว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก็คือ เปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สามารถรักษาระดับไว้ได้คงที่ตลอดระยะเวลาของการแข่งขันหรือจุดเริ่มล้านั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในนักกีฬาประเภทอดทน พบว่านักกีฬาที่มีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดใกล้เคียงกันจะมีความผันแปรต่อความสามารถในการอดทนของร่างกาย และนักกีฬาที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดีจะแสดงความสามารถได้ในระดับการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สูงและมีการสะสมของกรดแลคติกที่น้อยมาก (Withers et al., 1981; Tanaka et al., 1984) ซึ่งเป็นหลักการสำคัญที่บ่งชี้ว่าจุดเริ่มล้าเป็นตัวกำหนดระดับสมรรถภาพความอดทนของนักกีฬาที่ดีกว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเอ็ดเวิร์ด และคณะ (Edward et al., 2003) ซึ่งได้ข้อสรุปว่า ระดับกั้นแลคเตทเป็นตัวบ่งชี้ความหนักในการฝึกของนักกีฬาฟุตบอลอาชีพได้ดีกว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

สรุป

จากการศึกษาวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าแบบฝึกแอนแอโรบิกจะสามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าได้สูงขึ้น และยังช่วยในการพัฒนาตัวแปรอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจของนักกีฬามีการพัฒนาที่ดีขึ้น เนื่องจากร่างกายสามารถนำออกซิเจนเพื่อผลิตพลังงานได้อย่างเพียงเพียงพอกับความต้องการใช้ออกซิเจนของร่างกายและเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และระดับจุดเริ่มล้ามีค่าสูงขึ้นก็แสดงให้เห็นว่า

ร่างกายของนักกีฬามีความสามารถทำให้อัตราการเกิดกรดแลคติกสะสมในกระแสเลือดเกิดขึ้นช้า ซึ่งหมายถึงการขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้านั่นเอง ดั้งนั้นจากผลการศึกษาดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอนและนักกีฬาที่จะนำเอาแบบฝึกที่ใช้ในการวิจัยนี้ไปใช้เป็นทางเลือกหนึ่งของรูปแบบการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาสมรรถภาพความอดทนในการใช้พลังงานของร่างกายและความอดทนต่อกรดแลคติก

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. ผลจากการวิจัยพบว่า แบบฝึกแอนแอโรบิก มีผลทำให้นักกีฬามีระดับจุดเริ่มล้าเพิ่มสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะสำหรับผู้ฝึกสอนและนักกีฬาฟุตบอล เป็นอีกหนึ่งทางเลือกหนึ่งของรูปแบบการซ้อม ซึ่งจะสามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งจะเป็นประโยชน์และเป็นที่สนใจสำหรับ ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาฟุตบอลที่จะนำไปปรับปรุงโปรแกรมการฝึกความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตให้ดียิ่งขึ้น และยังช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาฟุตบอลเพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพของนักกีฬาฟุตบอลได้อย่างเต็มขีดความสามารถอีกด้วย

2. แบบฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการฝึกที่มีความหนักสูงและมีการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ จึงทำให้เกิดอาการเจ็บปวดเมื่อยล้าและก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บได้ ดั้งนั้นนักกีฬาควรมีการอบอุ่นร่างกายและคลายกล้ามเนื้อเป็นอย่างดีทั้งก่อนและหลังการฝึกทุกครั้ง เพื่อลดปริมาณกรดแลคติกที่สะสมในกล้ามเนื้อ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาการพัฒนาจุดเริ่มล้าในนักกีฬาฟุตบอลระดับทีมชาติหรือในนักกีฬาฟุตบอลระดับอาชีพ

2. ควรมีการศึกษาการพัฒนาจุดเริ่มล้ากับการพัฒนาความสามารถในนักกีฬาฟุตบอลควบคู่กับการฝึกแบบต่างๆ เช่น การฝึกแบบหมุนเวียน การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริก ฯลฯ

3. ควรทำการศึกษาการพัฒนาจุดเริ่มล้าในชนิดกีฬาต่างๆ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์. **ผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปัคตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

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

เจริญ กระบวนรัตน์. **คู่มือวิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับกีฬาฟุตบอล**. ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2547; 109 -199.

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

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

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

ชาญวิทย์ ผลชีวิน. **ฟุตบอล**. กรุงเทพฯ: สยามสปอร์ตปริ้นติ้ง, 2534.

พงษ์เอก สุขใส. **การพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อปรับปรุงจุดเริ่มล้าในกีฬาฟุตบอล**.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะครุศาสตร์ พลศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

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

วิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม. **กีฬาเวชศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : พี.บี.ฟอเรน บุคส์ เซ็นเตอร์, 2537.

สนธยา สีละมาด. **หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547

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

อาภัสรา อัครพันธุ์. **แอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ในนักวิ่งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะไกล.** วิทยานิพนธ์ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531

ภาษาอังกฤษ

Acevedo, E. O.; and Goldfarb, A. H. Increased training intensity effect on plasma lactate, ventilator 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**. 1985; 58 : 1281 – 1284.

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

Borg, G. A. Phychophysical bases of perceived exertion**. Med Sci Sports Exerc**. 14 (1982): 377 – 381.

Bloomfield J, Polman RCJ, O'Donoghue PG. Reliability of the bloomfield movement classification. **International Journal of Performance Analysis of Sport**. 2007; 7(1) : 20-27.

Browning, R.; and Sleamaker, R. **Serious training for endurance athletes**. Champaign, IL: Human Kinetic, 1996.

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

Burke, J. The effect of two interval training programs on lactate threshold, ventilatory threshold and oxygen kinetics at the onset of exercise in female. Master's Thesis, Lakehead University, 1991. **Master Abstracts International** 31 – 01: 53.

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

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

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

Cox, R.C.Vargas, J.S. A Comparison of item selection technique for norm-referenced and criterion-references test. **Paper presented at the annual meeting of the national council on measurement in education**. 1996.

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.

Danials, 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.

Davis, J. **Anaerobic threshold training** [online].(n.d.).Available from http://www.Doitsport.com (2000, June 27)

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

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

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

Ghosh, A. K. Anaerobic threshold: Its concept and role in endurance sport. **Malaysian Journal of Medical Sciences**. 2004; 11(1): 24 – 36.

Gramer,D. Fussball – training.**Grafia Hagen Haspe Klischees**, 1966.

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 improve soccer performance. **Med Sci Sport 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. Historical remark on the development of aerobic and anaerobic threshold up to 1966**. Int J Sports Med**. 2 (1985): 109 – 116.

Jenssen, PGML. 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 Australine Fitness Network**. 2005: 27 – 30.

Krzeminski, K., Niewiadormski, W., and Nazark, K. Dynamics of changes in the cardio vascular response to submaximal exercise during low – intensity endurance training with particular reference to the systolic time intervals. **European Journal of Applied Physiology**. 59 (1989) : 377-384.

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.

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.

Mclelian, T.M. The significance of the aerobic and anaerobic threshold for performance and training. Doctoral Dissertation, The University of Western Ontario, 1982. **Dissertation Abstracts International**. 43 – 08: 2596.

McMillan K.; Helgerud J.; Macdonald R.; Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. **Br J Sports Med**. 39(2005) : 273–277

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

Mohr M, Krustrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **Journal of Sports Sciences**, 21(2003) : 519-528.

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

Peter, R.; and Jenssen, 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.

Ready, A.E., and Qumney,H.A. Alteration in anaerobic threshold as the result of endurance training and detraining. **Medicine and Science in Sport and Exercise.** 14(1982) : 296-298.

Reilly T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. **Journal of Sports Sciences**, 1997; 15: 257–263.

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

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.

Solberg G.; Robstad B.; Skjonsberg O. H.;and Borchsenius F. Respiratory gas exchange indices for estimating the anaerobic threshold**. Journal of Sports Science and Medicine**. 4 (2005): 29 – 36.

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.

Tabata. Effect of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and vo_2max**. Med Sci Sports Exerc**. 28: 1327 – 1330, 1996.

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

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 Handle, P. J. Lactate and heart rates [online]. (n.d.). Available from : http://www.lactate.com/lacta.html (2000, February 25)

Vallani, A. J.; Fernhall, B.; and Miller, W. C. Effect of aerobic and anaerobic training to exhaustion on vo_2max and exercise performance. **Med Sci Sports Exerc**. 31 (1999), Supplementation abstract 1093.

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 Physio Occup Physiol**. 47 (1981): 93 – 104.

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

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

AF 01-11

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาคารสถาบัน 2 ชั้น 4 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 0-2218-8147 โทรสาร: 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

---

COA No. 003/2554

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 086.1/53 : การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี

ผู้วิจัยหลัก : นายจิราดร ถิ่นอ่วน

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

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

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

วันที่รับรอง : 10 มกราคม 2554 **วันหมดอายุ** : 9 มกราคม 2555

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 086.1/53
วันที่รับรอง 10 มค. 2554
วันหมดอายุ 09 มค. 2555

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ

2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องชุดิ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย

3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด

*4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) **เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น แล้วส่งสำเนาใบแรกที่ใช้เอกสารดังกล่าวมาที่คณะกรรมการ***

5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ

6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ

7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-11) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

ภาคผนวก ข

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี

ชื่อผู้วิจัย นายจิราดร ถิ่นอ่วน ตำแหน่ง นิสิตระดับมหาบัณฑิต

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ที่บ้าน) 304 มายโฮม ถนน รัชดาภิเษก ซอย รัชดาภิเษก 10 เขตห้วยขวาง แขวงดินแดง

กรุงเทพฯ 10310

โทรศัพท์มือถือ 086-9716357 E-mail : donny_monkey@hotmail.com

เลขที่โครงการวิจัย 086-1/53
วันที่รับรอง 10 ม.ค. 2554
วันหมดอายุ 09 ม.ค. 2555

1.ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

2. โครงการนี้เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งจะศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล โดยจะหาแบบฝึกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งจะเปรียบเทียบทั้งสองแบบฝึก คือ แบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก

ซึ่งการศึกษาเพื่อหาค่าจุดเริ่มล้าในขณะฝึกซ้อมหรือแข่งขันเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานมีความสำคัญในการพัฒนาการออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อนักกีฬาแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อขยายระยะเวลาจุดเริ่มล้าให้ยาวนานออกไป ซึ่งในสภาวะในการแข่งขันในกีฬาฟุตบอล นักกีฬาที่มีศักยภาพของจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ สูงย่อมได้เปรียบจากการแข่งขัน ซึ่งมีคุณค่าต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและสังคม ดังนี้

2.1 ทราบผลของการเปรียบเทียบแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก ที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี

2.2 เพื่อเป็นแนวทางให้นักกีฬาฟุตบอล ผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตบอล ตลอดจนบุคคลอื่นที่สนใจได้นำการฝึกนี้ไปพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอลให้ดียิ่งขึ้น

2.3 ทำให้ผู้ฝึกสอนสามารถทราบถึงสมรรถภาพของนักกีฬาแต่ละคน เพื่อนำไปจัดเตรียมเป็นโปรแกรมในการพัฒนานักกีฬาแต่ละคน

3.วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก ที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล

4.กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาฟุตบอลนักเรียนสำนักพัฒนาการกีฬา รุ่นอายุ 18 ปี ชาย ประเภท ก คือ นักกีฬาฟุตบอลทีมโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ซึ่งได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างคือ นักกีฬาฟุตบอลชายทีมโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย จำนวน 24 คน รุ่นอายุ 18 ปี ผู้วิจัยทำการสุ่มเพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มในการทดลอง (Random Assignment) จำนวน 2 กลุ่มในการทดลองด้วยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 12 คน ฝึกแบบแอโรบิก

กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 12 คน ฝึกแบบแอนแอโรบิก

5.กระบวนการวิจัยนี้ นายจิราคร ถิ่นอ่วน จะเป็นผู้ดำเนินการวิจัย โดยมีขั้นตอนในการวิจัยดังนี้

5.1 ก่อนและหลังการฝึก ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีการอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น

การอบอุ่นร่างกาย (Warm up) ผู้ดำเนินการวิจัยจะให้นักกีฬาฟุตบอล วิ่งเหยาะๆ วิ่งยกเข่าสูง วิ่งถอยหลัง วิ่งเปลี่ยนทิศทาง การบริหารร่างกาย และการยืดกล้ามเนื้อ เป็นระยะเวลา 15 นาที และผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool down) ให้นักกีฬาวิ่งเหยาะๆ และยืดกล้ามเนื้อ เป็นระยะเวลา 10 นาที

5.2 ทำการทดสอบจุดเริ่มล้าของนักกีฬาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวีสโลป (V – Slope Method) โดยใช้บรูซโปรโตคอล (Bruce Protocol) ในการทดสอบ *ซึ่งในการทดสอบแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 20 นาที ในการทดสอบนักกีฬาแต่ละคน*

5.3 นักกีฬาดำเนินการฝึกตามแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยแบบฝึกแอโรบิก จำนวน 12 คน จะฝึกอย่างต่อเนื่อง (Continuous Training) ด้วยความหนัก 75 – 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นระยะเวลา 30 นาที

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยแบบฝึกแอนแอโรบิก จำนวน 12 คน จะฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) ด้วยความหนัก 90 – 95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด การพักในแต่ละเซต ช่วงการฟื้นสภาพ (Recovery) ใช้การพักแบบมีกิจกรรม (Active Rest) ด้วยการวิ่งเหยาะๆ โดยให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ 70 – 75 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ซึ่งแบบฝึกแอนแอโรบิกจะใช้ยางยืดเข้ามาเป็นอุปกรณ์ในการฝึกด้วย เป็นระยะเวลา 30 นาที

รหัสโครงการวิจัย 086.1/53
วันที่รับรอง 10 ม.ค. 2554
วันหมดอายุ 09 ม.ค. 2555

5.4 การควบคุมความหนักและระยะเวลาของการฝึก ด้วยการให้นักกีฬาสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการฝึกซ้อม และตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจและระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละเซต จากสัญญาณเตือนที่ทำงานจากการตั้งค่าในโปรแกรมของนาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

5.5 สถานที่ในการทำวิจัย คือ โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย

6.นักกีฬาฟุตบอล ที่เข้าร่วมการวิจัย หากมีข้อสงสัยสามารถสอบถามเพิ่มเติมได้ โดยสามารถติดต่อกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทราบอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อหรือไม่

7.ผู้วิจัยจะมีการแจ้งให้ผู้ฝึกสอนตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายให้ได้ทราบถึงข้อมูลของการวิจัย เพื่อทราบถึงสมรรถภาพของนักกีฬาแต่ละคน เพื่อนำไปจัดเตรียมเป็นโปรแกรมในการพัฒนานักกีฬาแต่ละคนนำการฝึกนี้ไปพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอลให้ดียิ่งขึ้น

8.ทางผู้วิจัยจะจ่ายค่าพาหนะให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย คนละ 100 บาทต่อครั้ง *ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะได้รับเงินเฉพาะค่าพาหนะในวันที่มีการทดสอบ คือก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ รวม 3 ครั้ง ซึ่งผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะได้รับเงินค่าพาหนะเป็นจำนวน 300 บาทต่อคน*

9.หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย

ในเรื่องการฝึกตามโปรแกรมที่ผู้วิจัยกำหนด ในช่วงระยะเริ่มต้นโปรแกรมการฝึกอาจทำให้เกิดอาการเหนื่อย เมื่อยขา และปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ แต่อาการดังกล่าวจะหายเป็นปกติในเวลาอันสั้น ทั้งนี้ก่อนและหลังเข้ารับการฝึกทุกครั้ง จะให้ผู้ทดลองมีการอบอุ่นร่างกาย และผ่อนคลายร่างกายก่อนและหลังการฝึก เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งขณะทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายและทำการฝึก จะมีทีมวิจัยดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อความปลอดภัยของผู้ทดลอง หากพบว่าขณะทำการฝึกหรือทดสอบ มีอาการเจ็บหน้าอก แน่นหน้าอก หายใจติดขัด หายใจลำบาก หน้ามืดคล้ายเป็นลม เจ็บปวดข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพกอย่างต่อเนื่องเกิดขึ้น ให้หยุดพักการทดสอบ และส่งต่อให้แพทย์ทำการวินิจฉัยและรักษาต่อไป โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในการรักษาพยาบาลที่เกิดขึ้นจากการฝึกและทดสอบดังกล่าว

เลขที่โครงการวิจัย 086.1/53
วันที่รับรอง 10 ม.ค. 2554
วันหมดอายุ 09 ม.ค. 2555

ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นนั้น คือ เมื่อผู้เข้าร่วมในการวิจัย เกิดอุบัติเหตุหรือเกิดอาการบาดเจ็บในระหว่างการฝึกหรือทำการทดสอบนั้น หากทำการส่งต่อให้แพทย์วินิจฉัยหรือรักษานั้น ผู้วิจัยจะเป็นผู้จ่ายค่ารักษาพยาบาลให้กับผู้เข้าร่วมในการวิจัย

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัย และชี้แจงให้ทราบว่าการตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลต่อกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งการขอออกจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่มีผลอย่างใดต่อกลุ่มตัวอย่างและครอบครัว และเมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลส่วนตัว และข้อมูลอื่นๆ ที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิด ยกเว้นว่าได้รับคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบและคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา

เลขที่โครงการวิจัย 086-1/53
วันที่รับรอง 10 มี.ค. 2554
วันหมดอายุ 09 มี.ค. 2555

ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

นายจิราคร ถิ่นอ่วน

ภาคผนวก ค

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่ โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก ที่มีผลต่อจุดเริ่มล้า ของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี

ชื่อผู้วิจัย นายจิราคร ถิ่นอ่วน

ที่อยู่ที่ติดต่อ 304 มายโฮม ถนน รัชดาภิเษก ซอย รัชดาภิเษก 10 เขตห้วยขวาง แขวงสามเสน กรุงเทพฯ 10310

โทรศัพท์ 086-9716357

เลขที่โครงการ/ปี 086-1/53

วันที่รับรอง 10 ม.ค. 2554

วันหมดอายุ 09 ม.ค. 2555

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และผลกระทบข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นได้แก่ อาการปวดเมื่อยในระหว่างการทำวิจัย ตลอดจนประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกที่ผู้วิจัยได้กำหนด คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกแบบฝึกแอโรบิก จะใช้การฝึกอย่างต่อเนื่อง (Continuous Training) ด้วยความหนัก 75 – 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกแบบฝึกแอนแอโรบิก จะฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) ด้วยความหนัก 90 – 95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ครั้ง ในวันอังคาร และพฤหัสบดี ครั้งละ 30 นาที ซึ่งแบบฝึกแอนแอโรบิกจะใช้ยางยืดเข้ามาเป็นอุปกรณ์ในการฝึกด้วย

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้วิจัยหลัก

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย 086.1/53
วันที่รับรอง 10 ม.ค. 2554
วันหมดอายุ 09 ม.ค. 2555

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

ภาคผนวก ง
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา
3. อาจารย์ ดร.จุฑา ติงศภัทิย์	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. นายประจักษ์ เวียงสงค์	ผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตบอล ทีมโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย
5. นายสัจจา ศิริเขตต์	หัวหน้าผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตบอล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. อาจารย์ชาญวิทย์ ผลชีวิน	ผู้อำนวยการสถาบันพัฒนาบุคลากร การพลศึกษาและการกีฬา กรมพลศึกษา

ภาคผนวก จ

การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย โดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Item-Objective Congruence Index) วิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก ที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี”

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างหลักการฝึกแบบแอโรบิกกับการออกแบบโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัย

หลักการฝึกแบบแอโรบิก / ข้อควรพิจารณา *	การออกแบบโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัย	คะแนนการพิจารณา			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
		+1 (เห็นด้วย)	0 (ไม่แน่ใจ)	-1 (ไม่เห็นด้วย)	
1.การอบอุ่นร่างกาย - จะต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนที่จะรับการฝึกเสมอ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ และเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึก	- ก่อนและหลังการฝึกทุกครั้ง ผู้ฝึกต้องทำการอบอุ่นร่างกาย ยืดเหยียดกล้ามเนื้อและผ่อนคลายร่างกาย ยืดเหยียดกล้ามเนื้ออย่างเพียงพอ เป็นเวลา 15 นาที	6	0	0	1
2.รูปแบบของการฝึก - จะต้องเลือกรูปแบบการฝึกให้สัมพันธ์กับการพัฒนาระบบพลังงานแอโรบิก	- ฝึกอย่างต่อเนื่อง (Continuous Training)	6	0	0	1
3.ชนิดของกีฬา - จะต้องเลือกแบบฝึกให้สัมพันธ์กับทิศทางของการเคลื่อนไหวของกีฬาชนิดนั้น ๆ	- เลือกแบบฝึกที่ช่วยในการพัฒนาจุดเริ่มล้า โดยจะใช้แบบฝึกที่มีทักษะการเคลื่อนไหวของกีฬาฟุตบอล	6	0	0	0
4.ช่วงเวลาของการฝึก - จะต้องจัดเวลาของการฝึกให้สอดคล้องกับการฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแอโรบิก ซึ่งใช้เวลาฝึกตั้งแต่ 30 นาทีขึ้นไป	- เวลาที่ใช้ในการฝึก 30 นาที	5	0	-1	0.83

หลักการฝึกแบบแอโรบิก / ข้อควรพิจารณา *	การออกแบบโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัย	คะแนนการพิจารณา			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
		+1 (เห็นด้วย)	0 (ไม่แน่ใจ)	-1 (ไม่เห็นด้วย)	
5.ความหนักของการฝึก - การกำหนดความหนักในการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจนเป็นการทำงานอย่างสม่ำเสมอที่ระดับความหนักอย่างสม่ำเสมอที่ระดับความหนัก 50 – 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	- กำหนดความหนัก 75 – 85 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	5	0	-1	0.83
6.ความถี่ของการฝึก - โดยทั่วไปจะทำการฝึก 3 – 5 ครั้งต่อสัปดาห์	- ทำการฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง	5	0	-1	0.83
7.วันที่ฝึก - ควรทำการฝึกแบบวันเว้นวันเพื่อให้ร่างกายและกล้ามเนื้อมีเวลาฟื้นคืนสภาพในวันที่เว้นว่างจากการฝึก	- กำหนดให้ทำการฝึกในวันอังคารและวันพฤหัสบดี	5	0	-1	0.83
8.ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก - การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาจะเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 – 6	- ใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์	6	0	0	1

ความเหมาะสมด้านกีฬาฟุตบอล / ข้อควรพิจารณา *	คะแนนการพิจารณา			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	+1 (เห็นด้วย)	0 (ไม่แน่ใจ)	-1 (ไม่เห็นด้วย)	
1. โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าของกีฬาฟุตบอลมีความน่าสนใจ	6	0	0	1
2. ทักษะการเคลื่อนที่แบบตัวเปล่าของกีฬาฟุตบอลที่นำมาใช้มีความครอบคลุมและเหมาะสม	6	0	0	1
3. การเคลื่อนที่คล้ายกับการแข่งขันจริง	6	0	0	1
4. การจัดเรียงรูปแบบของการเคลื่อนที่ ที่ใช้ในการฝึกมีความเหมาะสม	6	0	0	1
5. โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าของกีฬาฟุตบอลไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับกลุ่มตัวอย่าง	6	0	0	1

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

……

……..

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.60 (Cox and Vargas,1966) จึงถือว่าแบบประเมินดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ ส่วนข้อที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมต่ำกว่า0.60 ผู้วิจัยจะทำการแก้ไขปรับปรุงแบบประเมินและแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

เกณฑ์การให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

กำหนดเป็น 3 ระดับ คือ +1 หมายถึง เห็นด้วยว่า เครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือ ตรงตามเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า เครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือ ตรงตามเนื้อหา

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่า เครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือ ตรงตามเนื้อหา

วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

$IOC = \Sigma R / N$ เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

ΣR คือ ผลรวมของคะแนนการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

เครื่องมือวิจัยจะต้องมีค่า ***IOC ≥ 0.6*** *จึงจะถือได้ว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับดี สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้*

การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย โดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Item-Objective Congruence Index) วิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก ที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี”

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างหลักการฝึกแบบแอนแอโรบิก กับการออกแบบโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัย

หลักการฝึกแบบแอนแอโรบิก / ข้อควรพิจารณา *	การออกแบบโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัย	คะแนนการพิจารณา			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
		+1 (เห็นด้วย)	0 (ไม่แน่ใจ)	-1 (ไม่เห็นด้วย)	
1.การอบอุ่นร่างกาย - จะต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนที่จะรับการฝึกเสมอ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ และเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึก	- ก่อนและหลังการฝึกทุกครั้ง ผู้ฝึกต้องทำการอบอุ่นร่างกาย ยืดเหยียดกล้ามเนื้อและผ่อนคลายร่างกาย ยืดเหยียดกล้ามเนื้ออย่างเพียงพอ เป็นเวลา 15 นาที	6	0	0	1
2.รูปแบบของการฝึก - จะต้องเลือกรูปแบบการฝึกให้สัมพันธ์กับการพัฒนาระบบพลังงานแอนแอโรบิก	- ฝึกหนักสลับเบา (Interval Training)	6	0	0	1
3.ชนิดของกีฬา - จะต้องเลือกแบบฝึกให้สัมพันธ์กับทิศทางของการเคลื่อนไหวของกีฬาชนิดนั้น ๆ	- เลือกแบบฝึกที่ช่วยในการพัฒนาจุดเริ่มล้า โดยจะใช้แบบฝึกที่มีทักษะการเคลื่อนไหวของกีฬาฟุตบอล	6	0	0	1
4.ช่วงเวลาของการฝึกและจำนวนครั้งของการฝึก - จะต้องจัดเวลาของการฝึกให้สอดคล้องกับการฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแอนแอโรบิก ซึ่งใช้เวลาฝึกแต่ละเที่ยว 20 – 60 วินาที และช่วงเวลาในการฝึกแต่ละครั้งประมาณ 20 – 30 นาที โดยทั่วไปจะทำการฝึก 8 เซต	- เวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละเที่ยว 20 วินาที จะทำการฝึกทั้งหมด 8 เซต ช่วงเวลาที่ทำการฝึกทั้งหมด 30 นาที	5	0	-1	0.83

หลักการฝึกแบบแอนแอโรบิก / ข้อควรพิจารณา *	การออกแบบโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัย	คะแนนการพิจารณา			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
		+1 (เห็นด้วย)	0 (ไม่แน่ใจ)	-1 (ไม่เห็นด้วย)	
5.ความหนักของการฝึก - การกำหนดความหนักในการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ โปรแกรมการฝึกควรมีความหนักอยู่ที่ระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อย เพื่อร่างกายจะสามารถขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้าได้	- กำหนดความหนัก 90 – 95 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งความหนักในการฝึกจะอยู่เหนือกว่าจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล คือ 80 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	5	0	-1	0.83
6.เวลาพัก - การฝึกแบบหนักสลับเบาเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแอนแอโรบิกนั้น ช่วงพักต้องไม่ยาวนานจนทำให้การฟื้นฟู ATP-CP นั้นสมบูรณ์ โดยในช่วงพักการฝึกควรเป็นการพักแบบมีกิจกรรม (Active Rest)	- ใช้อัตราการพักแบบ 1 : 3 โดยใช้เวลาพักระหว่างเซต 1 นาที และพักระหว่างแบบฝึก 90 วินาที โดยกิจกรรมที่จะใช้ระหว่างพัก คือ วิ่งเหยาะที่ความหนัก 70 – 75 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	5	0	-1	0.83
7.ความถี่ของการฝึก - โดยทั่วไปจะทำการฝึกไม่เกิน 2 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์	- ทำการฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง	4	0	-1	0.66
8.วันที่ฝึก - ควรทำการฝึกแบบวันเว้นวัน เพื่อให้ร่างกายและกล้ามเนื้อมีเวลาฟื้นคืนสภาพในวันที่เว้นว่างจากการฝึก	- กำหนดให้ทำการฝึกในวันอังคารและวันพฤหัสบดี	5	0	0	0.83
9.ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก - การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาจะเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 – 6	- ใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์	6	0	0	1

ความเหมาะสมด้านกีฬาฟุตบอล / ข้อควรพิจารณา *	คะแนนการพิจารณา			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	+1 (เห็นด้วย)	0 (ไม่แน่ใจ)	-1 (ไม่เห็นด้วย)	
1. โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าของกีฬาฟุตบอลมีความน่าสนใจ	6	0	0	1
2. ทักษะการเคลื่อนที่แบบตัวเปล่าของกีฬาฟุตบอลที่นำมาใช้มีความครอบคลุมและเหมาะสม	6	0	0	1
3. การเคลื่อนที่คล้ายกับการแข่งขันจริง	6	0	0	1
4. การจัดเรียงรูปแบบของการเคลื่อนที่ ที่ใช้ในการฝึกมีความเหมาะสม	6	0	0	1
5. โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าของกีฬาฟุตบอลไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับกลุ่มตัวอย่าง	6	0	0	1

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

……

……

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.60 (Cox and Vargas,1966) จึงถือว่าแบบประเมินดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ ส่วนข้อที่มีค่าดัชนีความเหมาะสมต่ำกว่า 0.60 ผู้วิจัยจะทำการแก้ไขปรับปรุงแบบประเมินและแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

เกณฑ์การให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

กำหนดเป็น 3 ระดับ คือ +1 หมายถึง เห็นด้วยว่า เครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือ ตรงตามเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า เครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือ ตรงตามเนื้อหา

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่า เครื่องมือวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือ ตรงตามเนื้อหา

วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

$IOC = \sum R / N$ เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

เครื่องมือวิจัยจะต้องมีค่า $IOC \geq 0.6$ *จึงจะถือได้ว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับดี สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้*

ภาคผนวก ฉ

รูปแบบการฝึกแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิก

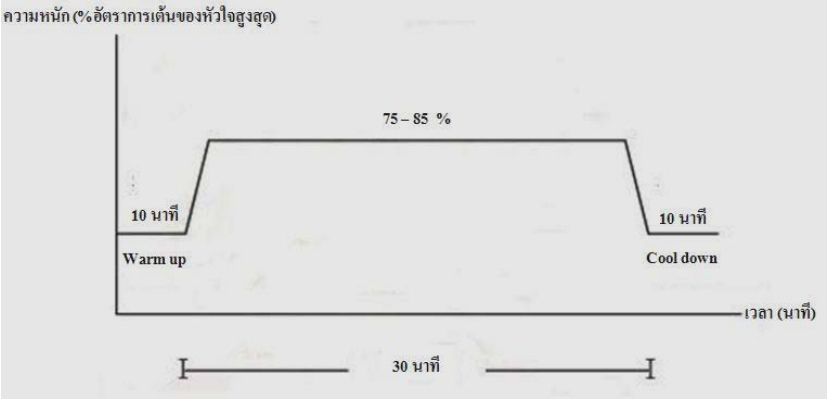
การฝึกแบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก จะฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน คือ วันอังคารและวันพฤหัสบดี ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกแบบฝึกแอโรบิก

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกแบบแอนแอโรบิก

กลุ่มทดลองที่ 1 แบบฝึกแอโรบิก

แบบฝึกแอโรบิก ใช้การฝึกอย่างต่อเนื่อง (Continuous Training) ด้วยความหนัก 75 – 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นระยะเวลา 30 นาที



รูปแบบการฝึกแบบแอโรบิก

วิธีการฝึก

1.นักกีฬาฟุตบอลอบอุ่นร่างกายโดยการวิ่งเหยาะๆ วิ่งยกเข่าสูง วิ่งถอยหลัง วิ่งเปลี่ยนทิศทาง ที่ความหนัก 70 – 75% ของอัตราเต้นของหัวใจสูงสุด การบริหารร่างกาย และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นระยะเวลา 15 นาที

2.นักกีฬาฟุตบอลวิ่งรอบสนามที่ออกแบบขึ้น จะประกอบไปด้วย 4 แบบฝึก คือ Slalom Run , Bounding , Zigzag Shuffle และ Combined Agility Drill เป็นระยะเวลา 30 นาที ต่อเนื่องกัน ที่ความหนัก 75 – 85 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

3.ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool Down) ให้นักกีฬาวิ่งเหยาะๆ และยืดกล้ามเนื้อ เป็นระยะเวลา 10 นาที

การควบคุมความหนักและระยะเวลาของการฝึก ควบคุมความหนักและระยะเวลาของการฝึกด้วยการให้นักกีฬาสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการฝึกซ้อม และตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจและระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกในแต่ละเซตจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ของโปรแกรมสำเร็จรูปโพล่าร์ทีม

แบบฝึกที่ใช้ในการฝึกแบบฝึกแอโรบิก มีดั้งนี้

แบบฝึกที่ 1 Slalom Run

จะใช้เสาสลาลม จำนวน 10 เสา ให้ตั้งเสาห่างกันประมาณ 1 เมตรครึ่ง โดยใช้เสา ตั้งในแนวเส้นตรงหรือสลับห่างกันเล็กน้อย ในการเคลื่อนที่นั้น ให้วิ่งผ่านเสาหรืออ้อมเสาให้รวดเร็วที่สุด สลับกันไปมา

แบบฝึกที่ 2 Bounding

ในการออกวิ่ง พยายามให้ท่อนบนของลำตัวให้ตั้งตรง เสร็จแล้วเริ่มออกวิ่ง โดยท่าเริ่มต้นจะเป็นดังนี้ ยกขาซ้ายขึ้นให้สะโพกและเข่างอ 90 องศา แขนซ้ายเหยียดไปด้านหลัง แขนขวาเคลื่อนออกมาด้านหน้า งอข้อศอก 90 องศา ขาขวายืนบนพื้น การเคลื่อนที่ ให้พยายามวิ่งไปข้างหน้า โดยพยายามกระโดดให้สูงพ้นพื้น ให้มากเท่าที่จะมากได้ สลับขากันไป และเวลาเท้าข้างที่กระโดดลงมาแตะพื้น ให้ใช้โคนนิ้วเท้าทุกนิ้วลงพื้น พร้อมกับงอเข่าลงมาเล็กน้อย ให้วิ่งเป็นระยะทาง 20 เมตร

แบบฝึกที่ 3 Zigzag Shuffle

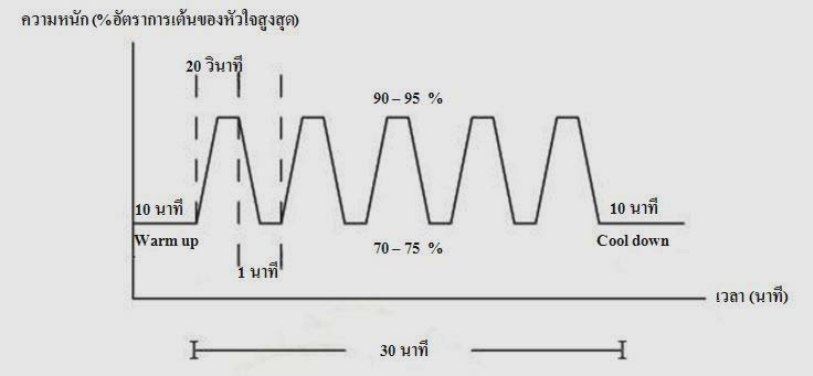
วิ่งจากจุดเริ่มต้นของสนามฝึกซ้อมซิกแซก (Zigzag Course) โดยใช้กรวย 10 อัน วางเป็น 2 แถวๆ ละ 5 อัน วางกรวยแต่ละอันให้ห่างกัน 5 เมตร และระยะห่างระหว่างแถวก็เป็น 5 เมตร เช่นเดียวกัน แต่ทั้งสองแถวให้วางเหลื่อมกันแบบซิกแซก การเคลื่อนที่ ให้วิ่งจากอ้อมกรวยสลับกันไปมาให้เร็วที่สุด

แบบฝึกที่ 4 Combined agility drill

ในการตั้งอุปกรณ์ จะใช้กรวย 6 อัน และรั้ว จำนวน 10 อัน ระยะห่างแต่ละกรวย 1 เมตร และระดับความสูงของรั้ว จะสูงประมาณ 30 – 35 เซนติเมตร ห่างกันประมาณ 1 เมตร การเคลื่อนที่ให้วิ่งอ้อมกรวยและวิ่งถอยหลังไปที่รั้ว แล้วหันลำตัวไปด้านข้าง แล้วซอยเท้าข้ามรั้วให้รวดเร็วที่สุด

กลุ่มทดลองที่ 2 แบบฝึกแอนแอโรบิก

แบบฝึกแอนแอโรบิก จะใช้การฝึกแบบสลับช่วง (Interval Training) ด้วยความหนัก 90 – 95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด การพักในแต่ละเซต ช่วงการฟื้นสภาพ (Recovery) ใช้การพักแบบมีกิจกรรม (Active Rest) ด้วยการวิ่งเหยาะๆ โดยให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ 70 – 75 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ซึ่งแบบฝึกแอนแอโรบิกจะใช้ยางยืดเข้ามาเป็นอุปกรณ์ในการฝึกด้วย



รูปแบบการฝึกแบบแอนแอโรบิก

ภาพแสดงการใช้ยางยืดเข้ามาเป็นอุปกรณ์ในการฝึกแบบฝึกแอนแอโรบิก

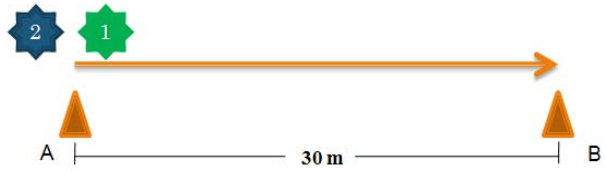
ตารางแสดงความหนักของการฝึกแบบฝึกแอนแอโรบิก

แบบฝึก	ความหนักในการฝึก (%ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด)	เวลาฝึกในแต่ละเซต (วินาที)	เวลาพักในแต่ละเซต (วินาที)	เวลาพักระหว่างแบบฝึก (วินาที)	จำนวนเซต	ระยะเวลาในการฝึก (นาที)
1. Sprint 30 m	90 – 95 %	20	60	90	2	7
2. Forward Sprint & Backpedal	90 – 95 %	20	60	90	2	7
3. ZigZag Shuffle	90 – 95 %	20	60	90	2	7
4. Stationary High Knee Run	90 – 95 %	20	60	90	2	7

แบบฝึกที่ใช้ในการฝึกแบบฝึกแอนแอโรบิก มีดังนี้

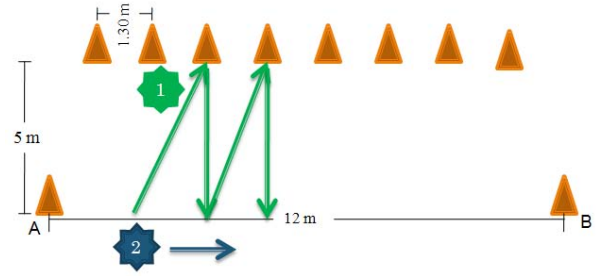
สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพของแบบฝึก

<u>แบบฝึกที่ 1</u> Sprint 30 m



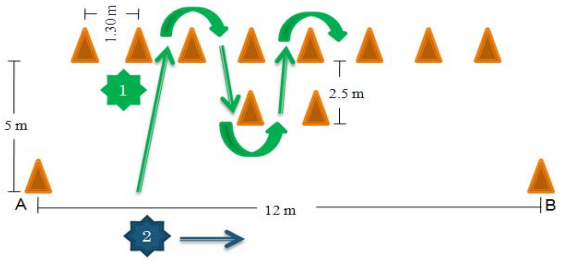
การเคลื่อนที่ให้ผู้ทำการฝึกออกแรงวิ่งด้วยความเร็วเต็มที่ในระยะทาง 30 เมตร โดยผู้ออกแรงต้าน พยายามออกแรงต้านให้มากที่สุดเท่าที่จะต้านได้

<u>แบบฝึกที่ 2</u> Forward Sprint & Backpedal



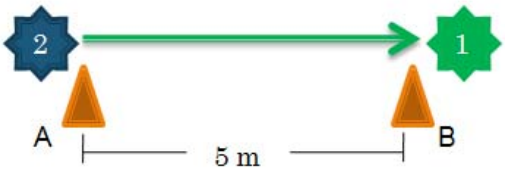
การเคลื่อนที่ให้ผู้ที่ทำการฝึกวิ่งไปแตะกรวย แล้ววิ่งถอยหลังมาจนสุดระยะ 5 เมตร แล้ววิ่งขึ้นไปแตะกรวยอีกครั้ง ทำสลับกันจนถึงจุดสิ้นสุด สำหรับนั้นผู้ออกแรงต้านให้สไลด์เคลื่อนที่ตามผู้ที่ทำการฝึกแล้วพยายามออกแรงต้านให้มากที่สุด

<u>แบบฝึกที่ 3</u> ZigZag Shuffle



การเคลื่อนที่ให้ผู้ทำการฝึกวิ่งอ้อมกรวยเหมือนลักษณะในการวิ่งสไลด์ด้านข้าง อ้อมกรวยสลับกันไปมา สำหรับผู้ออกแรงต้านให้สไลด์เคลื่อนที่ตามผู้ที่ทำการฝึกและออกแรงต้านให้มากที่สุด

<u>แบบฝึกที่ 4</u> Stationary High Knee Run



การเคลื่อนที่ของผู้ทำการฝึกนั้น ให้ผู้ทำการฝึกนั้นเคลื่อนที่ไปข้างหน้าโดยการวิ่งยกเข่าสูงสลับกันไปมาให้เร็วที่สุด ผู้ทำการฝึกพยายามเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเล็กน้อย เพื่อให้เกิดแรงต้าน ให้ปฏิบัติ 20 วินาที ส่วนผู้ออกแรงต้านให้ยืนอยู่กับที่ให้มั่นคงและออกแรงต้านให้มากที่สุด

ขั้นตอนและวิธีการฝึก

1. นักกีฬาฟุตบอลอบอุ่นร่างกาย (Warm Up) โดยการวิ่งเหยาะๆ วิ่งยกเข่าสูง วิ่งถอยหลัง วิ่งเปลี่ยนทิศทาง ที่ความหนัก 70 – 75% ของอัตราเต้นของหัวใจสูงสุด การบริหารร่างกาย และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นระยะเวลา 15 นาที

2. ในการฝึกในแต่ละแบบฝึกนั้นนักกีฬาจะต้องให้ถึงชีพจรเป้าหมายภายในระยะเวลา 20 วินาที ที่ความหนัก 90 – 95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด แล้วก็พักโดยมีกิจกรรม คือการวิ่งเหยาะๆ เป็นระยะเวลา 60 วินาที ที่ความหนัก 75 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

3. นักกีฬาเอายางยืดคาดไว้ตรงบริเวณเอวของผู้ฝึกและผู้ออกแรงต้าน

4. ให้นักกีฬาฝึกตามลำดับของแบบฝึก คือ Sprint 30 m, Forward Sprint & Backpedal, ZigZag Shuffle และ Stationary High Knee Run ตามลำดับ

5. ในการฝึกนั้นผู้ออกแรงต้านต้องพยายามออกแรงต้านให้มากที่สุดและผู้ฝึกจะต้องออกแรงในการเคลื่อนที่ให้มากที่สุด

6. ส่วนการพักในแต่ละเซต ช่วงการฟื้นสภาพ (Recovery) ระยะเวลา 1 นาที ใช้การพักแบบมีกิจกรรม (Active Rest) ด้วยการวิ่งเหยาะๆ โดยให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ 75 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด

7.ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool Down) ให้นักกีฬาวิ่งเหยาะๆ และยืดกล้ามเนื้อ เป็นระยะเวลา 10 นาที

การควบคุมความหนักและระยะเวลาของการฝึก ควบคุมความหนักและระยะเวลาของการฝึกด้วยการให้นักกีฬาสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการฝึกซ้อม และตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจและระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกในแต่ละเซตจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ของโปรแกรมสำเร็จรูปโพล่าร์ทีม

ภาคผนวก ช

แบบบันทึกผลการทดสอบของบรู๊ซ (Bruce Protocol)

แบบบันทึกข้อมูล

Bruce Treadmill Protocol

ชื่อ นามสกุล

FirstName LastName ID

Date of Birth(dd/m/year) Age Sex

Height cm Weight kg %Fat BMI

HR Resting bpm Blood Pressure mmHg

APMHR bpm 70% bpm 85% bpm

Actual Max HR bpm OwnIndex VO_2max ml/kg/min (Pretest)

STAGE	I			II			III			IV			V		
TIME (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SPEED (mph)	1.7			2.5			3.4			4.2			5		
SPEED (kph)	2.72			4			5.44			6.72			8		
%GRADE	10			12			14			16			18		
MET (male)	3.2	4.0	4.9	5.7	6.6	7.4	8.3	9.1	10.0	10.7	11.6	12.5	13.3	14.1	15.0
MET (female)	3.1	3.9	4.7	5.4	6.2	7.0	8.0	8.6	9.4	10.1	10.9	11.7	12.5	13.2	14.1
HR															
BP															
RER															
RPE															

VO_2max (ml/kg/min) RER

Peak Performance Time :

Reason for Termination :

Comments :

ภาคผนวก ซ

การทดสอบจุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

วัดโดยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas Analyzer) ยี่ห้อคอร์แท็ก (Cortex Metamax 3B) โดยวิธีวีสโลป (V – Slope Method) ใช้การออกกำลังกายในความหนักสูงสุดเท่าที่ผู้ถูกทดสอบจะทำได้ (Maximal Exercise Testing) ใช้วิธีเดิน – วิ่งบนลู่กลของบรู๊ซ (Bruce Treadmill Protocol) มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที วิ่งจนกว่าผู้ถูกทดสอบจะหมดแรง

ขั้นตอนการทดสอบ Bruce Treadmill Protocol

Stage	Speed (km/hr)	Speed (mph)	Gradient
1	2.74	1.7	10
2	4.02	2.5	12
3	5.47	3.4	14
4	6.76	4.2	16
5	8.05	5.0	18
6	8.85	5.5	20
7	9.65	6.0	22
8	10.46	6.5	24
9	11.26	7.0	26
10	12.07	7.5	28

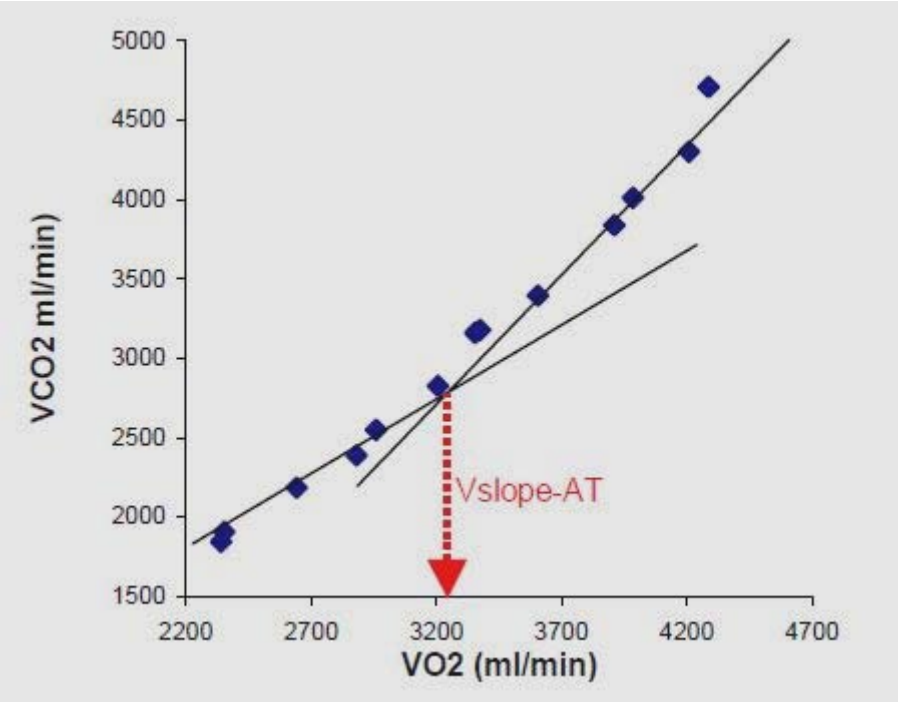
*****เพิ่มความเร็วและความชันทุกๆ 3 นาที*****

แหล่งที่มา : Bruce, 1974

ภาคผนวก ฌ

การทดสอบจุดเริ่มล้าแบบวีสโลป (V – Slope Method)

วิธีแบบวีสโลป (V – Slope Method) เป็นกระบวนการวัดทางอ้อม (Non - Invasive) โดยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ พิจารณาจากความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจน เมื่อความหนักของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) และปริมาณออกซิเจน (VO_2) ก็จะเปลี่ยนแปลงและเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง ซึ่งจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงก็คือ จุดเริ่มล้า (Beaver et al., 1986)



ตัวอย่างภาพแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจน โดยวิธีแบบวีสโลปในการหาค่าจุดเริ่มล้า (จุดที่ลูกศรชี้)

แหล่งที่มา : Solberg G. et al., 2005

ภาคผนวก ญ
แบบวัดระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE:Rating of Perceived Exertion)

ระดับความหนัก (Scale)	ระดับความรู้สึก
20	
19	Very very hard (หนักมากมาก)
18	
17	Very hard (หนักมาก)
16	
15	Hard (หนัก)
14	
13	Somewhat hard (ค่อนข้างหนัก)
12	
11	Fairly light (ปานกลาง)
10	
9	Very light (เบามาก)
8	
7	Very very light (เบามากมาก)

แหล่งที่มา : Borg, 1982

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล	จิราดร ถิ่นอ่วน
วัน เดือน ปีเกิด	18 มิถุนายน 2530
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดแพร่
ประวัติการศึกษา	- จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิริยาลัย จังหวัดแพร่ จังหวัดแพร่ ปีการศึกษา 2547 - สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต พลศึกษา (เกียรตินิยมอันดับ 2) คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2551 - เข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา (แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2552