ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสชาย

นายธัชนิติ วีระศิริวัฒน์

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.

THE EFFECT OF TRAINING PROGRAM DEVELOPMENT ON ANAEROBIC THRESHOLD IN MALE TENNIS ATHLETES

Mr.Thatchanit Werasiriwat

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	ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสชาย
โดย	นายธัชนิติ วีระศิริวัฒน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร)

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

……กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด)

……กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา)

ธัชนิติ วีระศิริวัฒน์ : ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสชาย. (THE EFFECT OF TRAINING PROGRAM DEVELOPMENT ON ANAEROBIC THRESHOLD IN MALE TENNIS ATHLETES) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์, 86 หน้า.

วิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึก โดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสชาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเทนนิสชายในระดับมหาวิทยาลัยจาก มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 12 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยนักกีฬาเทนนิสต้องมีประสบการณ์ในการเล่น ไม่ต่ำกว่า 5 ปี กลุ่มตัวอย่างทุกคนเข้ารับการฝึกแบบหนักสลับเบาแบ่งเป็น 2 ระยะ แต่ละระยะของโปรแกรมใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน ทำการทดสอบจุดเริ่มล้าด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวิธีวีสโลป ทดสอบก่อนและหลังเข้ารับการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ จุดเริ่มล้าแสดงค่าเป็นอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่า “ที”

ผลการวิจัยพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 16.09% สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 102.01% สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 69.80%

สรุปได้ว่าโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าสามารถเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสชาย

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต.....
ปีการศึกษา 2554 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์.....

#5278612639 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS : ANAEROBIC THRESHOLD / THE ANAEROBIC THRESHOLD TRAINING PROGRAM/ MALE TENNIS ATHLETES

THATCHANIT WERASIRIWAT: THE EFFECT OF TRAINING PROGRAM DEVELOPMENT ON ANAEROBIC THRESHOLD IN MALE TENNIS ATHLETES.ADVISOR : ASST. PROF. CHALERM CHAIWATCHARAPORN,Ed.D, 86 pp.

The purpose of this research was to study the effect of training program development on anaerobic threshold (AnT) by comparing result before and after training in tennis athletes. The subjects were 12 male tennis athletes who had at least 5 years playing tennis experiences from Burapha University They were sampled by purposive random sampling. All subjects were trained with AnT training program. The AnT training program was interval exercise training and divided into 2 phases which performed 2 times a week for 3 weeks.The AnT was assessed by gas exchange analysis which based on V-slope method. The AnT showed results as heart rate and oxygen consumption at the AnT. The analyzed in term of means, standard deviation, percentage and t-test was used to determine the significant differences.

Research results indicated that the heart rate at the AnT was significant difference increased at the .05 level , there were increased 16.09 %. The oxygen consumption at the AnT was significant difference increase at the .05 level. there were increased 102.01%. The maximal oxygen at the Ant was significant difference increase at the .05 level, there were increased 69.80 %.

Conclusion the AnT training program can increase the AnT in male tennis athletes.

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

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

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน

ขอขอบคุณชมรมเทนนิสมหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สนามเทนนิสเพื่อเก็บข้อมูล และนิสิตชมรมเทนนิสมหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีอุปการคุณทุกท่านของผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญภาพ		ญ
สารบัญแผนภูมิ		ฎ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
	สมมติฐานของการวิจัย	4
	ขอบเขตการวิจัย	4
	ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	5
	คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	5
	ประโยชน์ที่ได้รับ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถทางด้านความอดทน	7
	ระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย	9
	ความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและปริมาณการใช้ออกซิเจน	12
	ความอดทนในกีฬาเทนนิส	13
	การสำรองพลังงาน	13
	ความสามารถในการใช้ออกซิเจน	14
	ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด	15
	การฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด	16
	การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา	19
	จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์	21
	วิธีการทดสอบระดับจุดเริ่มล้า	23
	โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า	26
	ชุดเพิ่มน้ำหนัก	28

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ..... 30
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ..... 32
กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 36

3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 37
กลุ่มตัวอย่าง..... 37
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 37
วิธีการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 38
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 40

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 41

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 48
สรุปผลการวิจัย..... 49
อภิปรายผล..... 50
ข้อเสนอแนะ..... 55

รายการอ้างอิง..... 56

ภาคผนวก..... 63
ภาคผนวก ก..... 64
ภาคผนวก ข..... 65
ภาคผนวก ค..... 68
ภาคผนวก ง..... 69
ภาคผนวก จ..... 77
ภาคผนวก ฉ..... 82
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 86

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ขั้นตอนการทดสอบแบบบรู๊ซโปรโตคอล.....	40
2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลเบื้องต้นของนักกีฬาเทนนิส.....	42
3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า “ที” จากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส.....	43
4	ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬานักกีฬาเทนนิส.....	44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สัดส่วนของระบบพลังงานที่ใช้ในกีฬาชนิดต่างๆ.....	12
2	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจน โดยวิธีการหาแบบวีสโลปในการหาค่าจุดเริ่มล้า.....	24
3	ตัวอย่างการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ระดับจุดเริ่มล้า.....	27

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	กรอบแนวคิด.....	35
2	ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส.....	43
3	ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส.....	44
4	ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส.....	45

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันกีฬาเทนนิสได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก ไม่ว่าการเล่นเพื่อสุขภาพ การเล่นเพื่อความเป็นเลิศหรือการเล่นเพื่ออาชีพก็ตาม มีการแข่งขันในกีฬานัดสำคัญ ๆ ของโลก เช่น กีฬาโอลิมปิกเกมส์ กีฬาเอเชี่ยนเกมส์ กีฬาซีเกมส์ หรือการแข่งขันกีฬาเทนนิสระดับอาชีพ เช่น โรลังด์ การ์รอส (Roland Garros) ยูเอสโอเพน (US Open) ออสเตเลียนโอเพน (Australian Open) และวิมเบิลดัน (Wimbledon) มีนักกีฬาให้ความสนใจเป็นอย่างมาก ในทุกประเทศได้ให้ความสนใจและส่งเสริมกีฬาเทนนิสมากขึ้นเป็นลำดับ จะเห็นได้ว่าในยุโรปและอเมริกามีนักกีฬาเทนนิสระดับโลกหรือระดับมืออาชีพและสมัครเล่นที่มีชื่อเสียงเกิดขึ้นมาก

การเล่นกีฬาเทนนิสให้ได้รับความสำเร็จ นอกจากนักกีฬาต้องมีทักษะที่ดีแล้ว ยังต้องมีความสามารถในการรักษาระดับพลังการตี การเสิร์ฟ และความเร็วในการเคลื่อนที่บนสนามให้คงที่ตลอดเกมการแข่งขัน ซึ่งหมายความว่า นักกีฬาจะต้องมีความอดทน เพื่อรักษาระดับเทคนิค แท็กติก สภาพสรีรวิทยา และสภาพจิตวิทยา ของนักกีฬาให้คงอยู่ในระดับสูงขณะแข่งขัน

ความแตกต่างทางด้านสรีรวิทยาระหว่างคู่แข่งขันที่มีเทคนิคและแท็กติกใกล้เคียงกันอาจจะมีผลต่อการคว้าชัยชนะ ในการแข่งขันที่ใช้เวลานาน ความต้องการพลังงานเพื่อรักษาระดับการเคลื่อนไหวให้คงที่ โดยเฉพาะการแข่งขันในสภาพอากาศร้อน อาจจะก่อให้เกิดการลดลงของสภาพสรีรวิทยา ดังนั้นเพื่อรักษาระดับความอดทนไว้ให้ได้ตลอดการแข่งขัน นักเทนนิสต้องเตรียมร่างกายให้พร้อมสำหรับการแข่งขันที่ต้องใช้ความอดทนสูงที่เกิดขึ้นในการแข่งขันแต่ละครั้ง

ในขณะแข่งขันหรือการฝึกซ้อม ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นกับนักกีฬาเป็นขีดจำกัดในการแสดงความสามารถของนักกีฬา (กิตตินนท์ จรูญสวัสดิ์, 2550) ซึ่งความเมื่อยล้าเกิดจากสภาวะที่ร่างกายเริ่มเกิดการสะสมกรดแลคติก (Lactic Acid) ปริมาณมากในกระแสเลือด เรียกได้ว่าเป็นสารที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า (Fatigue Substance) (ประทุม ม่วงมี, 2527) ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับกรดแลคติกในร่างกาย ซึ่งพบว่าผู้ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ในภาวะปกติขณะพัก จะมีกรดแลคติกประมาณ 1-2 มิลลิโมล/ลิตร (Peter and Janssen, 1992) การออกกำลังกายที่มีความหนักเพิ่มขึ้นจะทำให้กรดแลคติกในเลือดมีปริมาณเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากร่างกายมีอัตราส่วนลดลง จึงส่งผลให้มีปริมาณกรดแลคติกในเลือดเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เรียกว่า ระบบกั้น

แลคเตท (Lactate Threshold) ซึ่งมีกรดแลคติกสะสมประมาณ 4 มิลลิโมล/ลิตร ถ้าพิจารณาในด้านระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย ภาวะที่ร่างกายมีความสมดุลระหว่างการเกิดกรดแลคติกและการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก โดยภาวะนี้ร่างกายจะใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy) เมื่อความหนักในการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น จนกระทั่งร่างกายไม่สามารถนำออกซิเจนมาใช้ได้เพียงพออย่างที่ต้องการ ร่างกายจะผลิตพลังงานจากการเผาผลาญของระบบการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy) จุดที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงระบบพลังงานนี้ก็คือ จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) ภายหลังจากสภาวะนี้ร่างกายจะเริ่มมีการสะสมกรดแลคติกปริมาณมากในกระแสเลือด ดังนั้นเมื่อออกกำลังกายต่อไปก็จะทำให้ร่างกายเสียสมดุล และเกิดผลกระทบต่อการออกกำลังกายหรือการทำงานของร่างกาย (Robergs and Roberts, 1997) ซึ่งในกีฬาเทนนิสขณะแข่งขันมีปริมาณกรดแลคติกในกระแสเลือดเฉลี่ยอยู่ที่ 2-8 มิลลิโมล/ลิตร (Fernandez, Villanueva and Pluim, 2006)

เทนนิสเป็นกีฬาที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง ซึ่งมีช่วงความหนักที่สูงและมีระยะสั้น (4–10 วินาที) สลับกับช่วงฟื้นตัว (10-20 วินาที) และมีช่วงพักที่ยาวนาน (60-90 วินาที) ซึ่งเวลาการแข่งขันเฉลี่ย 90-120 นาที บนคอร์ดเร็วและคอร์ดหญ้า 120-180 นาที (Girard et al., 2006) ซึ่งมีระยะเวลายาวนานทำให้มีผลต่อความเร็ว ความคล่องตัว พลัง และความแข็งแรง ซึ่งเกิดจากความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น

ความเมื่อยล้าจะเป็นตัวจำกัดความสมบูรณ์ทางสรีรวิทยาจากการศึกษาได้มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนว่า ความเมื่อยล้าจะเป็นผลเสียต่อความสามารถในการตีเทนนิส โดยมีผลต่อพลังการตีและการเคลื่อนที่ (McCarthy, Thorpe and Williams, 1997) มีการศึกษาพบว่าความเร็วในการเสิร์ฟจะลดลงหลังจากการแข่งขันผ่านไป 3 ชั่วโมง ซึ่งเป็นผลเกิดจากความเมื่อยล้า (Mitchell et al., 1992) เมื่อความผิดพลาดเพิ่มขึ้น คุณภาพของการตีที่มีประสิทธิภาพก็จะลดลง ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของความเมื่อยล้า ด้วยผลดังกล่าวจึงสนับสนุนคำกล่าวที่ว่า การปรับปรุงความอดทนทางสรีรวิทยา จะเป็นประโยชน์ต่อความสามารถในการตีเทนนิส (สนธยา สีละมาด, 2550)

การศึกษาเพื่อหาค่าจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ในขณะฝึกซ้อมหรือแข่งขันเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญในการพัฒนาการออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อนักกีฬาแต่ละคน (กิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์, 2550) ซึ่งการศึกษาเพื่อทดสอบหาค่าจุดเริ่มล้าสามารถทำได้ 2 วิธี คือการทดสอบทางตรง (Invasive) โดยการหาจุดเริ่มล้าจากตัวอย่างเลือดของผู้ทดสอบ ทำให้ข้อมูลมีความเชื่อถือสูง แต่มีข้อเสียจากความเสี่ยงในการใช้เครื่องมือเจาะเลือดและยังมีผลต่อสภาพจิตใจของนักกีฬาที่เข้ารับการทดสอบ อันส่งผลต่อ

สมรรถภาพในการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจนก็จะเปลี่ยนแปลงและเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง ซึ่งจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงก็คือจุดเริ่มล้า เรียกว่าวิธีการนี้ว่า วิธีวีสโลป (V- Slope Method) (Beaver, Wasserman and Whipp, 1986) นอกจากนี้ยังมีการทดสอบแบบภาคสนาม (Field Test) ด้วยวิธีของคอนโคนี (Conconi Test) ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบทางอ้อมวิธีหนึ่ง โดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณความหนักของงานจนกระทั่งความสัมพันธ์เริ่มเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจุดที่ความสัมพันธ์เริ่มเปลี่ยนแปลงไปเรียกว่า จุดหักเหของชีพจร (Deflection Point) (Conconi et al., 1982)

กีฬาเทนนิสเป็นชนิดกีฬาที่มีความซับซ้อน รวดเร็ว และมีรูปแบบการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะเฉพาะ ขณะเดียวกันความต้องการที่จะปรับปรุงความสามารถนักกีฬาให้สูงขึ้นจึงมีความจำเป็น ซึ่งนักกีฬาเทนนิสต้องมีทักษะค่อนข้างสูง ตลอดการแข่งขันนักกีฬาต้องแสดงทักษะต่างๆ เช่น การเสิร์ฟ การตีหน้ามือและหลังมือ การตีลูกกลางอากาศ นักกีฬาต้องมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลาและต้องรักษาระดับความเร็วของการเคลื่อนไหวให้มีประสิทธิภาพตลอดเกมการแข่งขัน โดยเฉพาะในเกมที่นักกีฬามีความสามารถใกล้เคียงกัน เช่น นัดชิงชนะเลิศ ซึ่งหมายความว่านักกีฬาต้องมีสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและกล้ามเนื้อที่สูง เพื่อให้ร่างกายสามารถนำออกซิเจนมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพิ่มความสามารถของกระบวนการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกทำให้ร่างกายสามารถขยายระยะเวลาการสะสมกรดแลคติกในกระแสเลือด ซึ่งจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิกเธรชโฮลด์ ถือเป็นตัวบ่งชี้สมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดได้เป็นอย่างดี (Allen et al., 1985) ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้าจึงจัดเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ที่จะช่วยพัฒนาสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด และลดการเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากกรดแลคติก (Browning and Sleamaker, 1996) ซึ่งได้มีแนวคิดและการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า กล่าวคือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนักระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อยจะทำให้ร่างกายของนักกีฬาสามารถขยายเวลาการเกิดจุดเริ่มล้า เนื่องจากร่างกายมีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่ดีขึ้นจากประสิทธิภาพในการทำงานระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Henritze et al., 1985) อย่างไรก็ตามโปรแกรมการฝึกต้องวางแผนทำการฝึกอย่างต่อเนื่องพัฒนาเซลล์กล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพในการใช้ออกซิเจนและมีความอดทนต่อการสะสมของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้นจึงจะมีประโยชน์ต่อนักกีฬาอย่างแท้จริง

การใช้ชุดเพิ่มน้ำหนัก เป็นรูปแบบของการฝึกแบบใช้แรงต้าน ในการเพิ่มความหนัก ทำให้เกิดแรงมากระทำต่อร่างกาย เป็นการเพิ่มแรงต้านในการเคลื่อนที่อีกด้วย เนื่องจากต้องมีแรงที่มาก

ขึ้นหรือเอาชนะความเฉื่อยของความหนักของร่างกาย ดีพอ ๆ กับการที่มีแรงในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งต้องออกแรงมากขึ้นในการทำให้ช้าลง ทำให้ถึงชีพจรเป้าหมายได้เร็วขึ้น

จากความสำคัญของผลกระทบจากการเกิดกรดแลคติกสะสมเพิ่มขึ้นในร่างกายขณะออกกำลังกายจนกระทั่งถึงจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ เมื่อทราบและเข้าใจในข้อมูลจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ฝึกสอน ในการที่จะทราบสมรรถภาพของนักกีฬาแต่ละคน เพื่อนำไปจัดเตรียมเป็นโปรแกรมการพัฒนานักกีฬาแต่ละคน รวมทั้งยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของโปรแกรมการฝึกในการทำงานระดับเดียวกัน ระยะเดียวกัน หรือความหนักของกิจกรรมเท่ากัน ผู้ที่มีอัตราการเกิดกรดแลคติกสะสมช้าที่สุดจะสัมพันธ์กับการเกิดจุดเริ่มล้าที่สุดจะเป็นผู้ที่ได้เปรียบจากการทำงานนั้น ถ้าหากกล่าวถึงสถานการณ์การแข่งขันกีฬาบุคคลนั้นย่อมเป็นผู้ที่มีโอกาสได้รับชัยชนะค่อนข้างสูง (โรม วงศ์ประเสริฐ, 2545)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ในนักกีฬาเทนนิส เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาสมรรถภาพนักกีฬาให้ถึงจุดสูงสุด และเป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมการฝึกที่มีคุณภาพต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานในการวิจัยคือ โปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสที่พัฒนาขึ้นสามารถปรับปรุงจุดเริ่มล้าของนักกีฬาเทนนิสได้

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเทนนิสชายในระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 12 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน คือ วันพุธและวันศุกร์

ตัวแปรที่จะศึกษาในการวิจัยครั้งนี้

ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

1. จุดเริ่มล้าซึ่งแสดงผลเป็นค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีหน่วยเป็นครั้งต่อนาที

2. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อนาทีต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold : AnT) หมายถึง จุดเริ่มของการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากแบบใช้ออกซิเจนเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยอยู่ในระดับการทำงานประมาณ 80-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือเปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้อออกซิเจนสูงสุด มีหน่วยเป็นมิลลิโมลต่อเลือด 1 ลิตร

อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับความหนักของการเกิดจุดเริ่มล้ามีค่าประมาณ 80-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นตัวแปรที่ใช้ในการแสดงค่าจุดเริ่มล้า มีหน่วยเป็นครั้งต่อนาที

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่สามารถนำออกซิเจนไปใช้ในการออกกำลังกายจนถึงจุดเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของพลังงานจากแบบใช้ออกซิเจนเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน สามารถหาค่าได้ด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อนาทีต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า หมายถึง โปรแกรมการฝึกที่เหนือกว่าจุดเริ่มล้า

เสื้อเพิ่มน้ำหนัก (Weighted Vests) หมายถึง การเพิ่มน้ำหนัก โดยการใส่เสื้อที่มีลักษณะคล้ายเสื้อไม่มีแขน (เสื้อกั๊ก) มีช่องบรรจุแผ่นน้ำหนักเพื่อใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวให้แก่ร่างกาย และเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนน้ำหนักตามความเหมาะสม ลักษณะของเสื้อสามารถปรับขนาดได้เพื่อให้มีขนาดพอดีกับรูปร่าง

ประโยชน์ที่ได้รับ

ได้รูปแบบโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสเป็นรายบุคคลที่มีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการฝึกกีฬาชนิดต่าง ๆ ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถทางด้านความอดทน
    1.1 ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด
    1.2 ความอดทนต่อความเมื่อยล้า
    1.3 ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว
    1.4 การใช้พลังงาน
2. ระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย
3. ความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด
4. ความอดทนในกีฬาเทนนิส
5. การสำรองพลังงาน
6. ความสามารถในการใช้ออกซิเจน
7. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
8. การฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
9. การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา
10. จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์
11. วิธีการทดสอบระดับจุดเริ่มล้า
12. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า
13. ชุดเพิ่มน้ำหนัก
14. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
15. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

1. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถทางด้านความอดทน

ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาได้สรุปให้เห็นว่า นอกจากปัจจัยทางด้านพันธุกรรม อายุ เพศ สัดส่วนร่างกาย และการฝึกซ้อม ความสามารถทางด้านความอดทนยังขึ้นอยู่กับลักษณะทางด้านสรีรวิทยาที่เจาะจงต่อไปนี้

1.1 ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Uptake)

ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo_2 Max) เป็นปริมาณออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร) ที่ร่างกายสามารถใช้ใน 1 นาที/น้ำหนักร่างกาย (กิโลกรัม) ขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงสุด ซึ่งจะมีปริมาณแตกต่างกันระหว่างนักกีฬาแต่ละคนและประเภทกีฬา นักกีฬาประเภทอดทนจะมีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo_2 Max) สูงกว่านักกีฬาประเภทอื่นๆ และนักกีฬาที่จะประสบผลสำเร็จในประเภทการแข่งขันที่ใช้ความอดทน (Endurance Even) จะต้องมีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo_2 Max) อย่างน้อย 70 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ขณะที่เพศชายจะมีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด สูงกว่าเพศหญิงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ นักกีฬาว่ายน้ำและนักกีฬาจักรยานปกติจะมีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ต่ำกว่านักกีฬาวิ่งเนื่องจากกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงานน้อยกว่าจึงใช้ออกซิเจนน้อยกว่า

อย่างไรก็ตามยังมีผู้ฝึกสอนและนักกีฬาบางคนในปัจจุบันมีความคิดว่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดในการที่นักกีฬาจะได้รับความสามารถสูงสุดทางด้านความอดทนเป็นความคิดที่ผิด จริงอยู่ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีความสำคัญแต่ไม่ใช่ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดเมื่อต้องการได้รับความสามารถสูงสุดบนลู่วิ่ง บนถนน ในทะเลหรือสระน้ำ ซึ่งจากการศึกษามีการแสดงให้เห็นว่า นักกีฬาสามารถปรับปรุงความสามารถทางด้าน ความอดทนขึ้นได้โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด อเซเวโด และ โกลด์ฟาร์บ (Acevedo and Goldfarb, 1989) พบว่า การเพิ่มความหนักของการฝึกซ้อมให้กับนักกีฬาวิ่งระยะไกลขึ้นถึง 90-95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถช่วยให้เวลาการวิ่ง 10 กิโลเมตร ลดลง 63 วินาที และมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของแลคเทตในกระแสเลือดเมื่อการทำงานที่ระดับความหนัก 85 และ 90% ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo_2 Max) (65.3+-2.3 และ 65.8+-2.4 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ฉะนั้นปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo_2 Max) มีความสำคัญแต่ตัวพยากรณ์ความสามารถสูงสุดทางด้านความอดทนที่ดีกว่า คือ เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo_2 Max) ที่สามารถรักษาระดับไว้ได้คงที่ตลอดเวลาของการแข่งขัน

1.2 ความอดทนต่อความเมื่อยล้า

ความอดทนต่อความเมื่อยล้าเป็นความสามารถของนักกีฬาที่จะรักษาระดับความเร็วไว้ได้เป็นระยะเวลายาวนานขณะออกกำลังกายประเภทอดทน ซึ่งความทนทานต่อความเมื่อยล้าจะได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมากจากการฝึกซ้อมความอดทนที่ใช้เวลานานความหนักต่ำ เช่น การวิ่งที่ใช้ความเร็วต่ำระยะทางไกล จะทำให้นักกีฬามีความทนทานต่อความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น

1.3 ประสิทธิภาพการเคลื่อนไหว

ประสิทธิภาพการเคลื่อนไหว เป็นปริมาณความต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อรักษาระดับความหนักของการทำงาน นักกีฬาประเภทอดทนที่มีเทคนิคดีจะใช้ออกซิเจนเพื่อรักษาระดับความเร็วน้อยกว่านักวิ่งเพื่อสันทนาการ เทคนิคเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเคลื่อนไหว เช่น นักวิ่งควรมีการผ่อนคลาย การทำงานของร่างกายส่วนอื่นหรือการหดเกร็งจะต้องใช้พลังงานและออกซิเจนแต่ไม่ได้เพิ่มความเร็วให้สูงขึ้น ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคให้มีความถูกต้องจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาให้สูงขึ้นขณะที่ใช้พลังงานลดลง

1.4 การใช้พลังงาน

เมื่อออกกำลังกายที่ระดับความเร็วสูง การสร้างพลังงานจะมาจากคาร์โบไฮเดรตมากกว่าไขมัน แต่สำหรับนักกีฬาที่ผ่านการฝึกซ้อมมาเป็นอย่างดีขณะแข่งขันจะสามารถใช้ไขมันเป็นต้นตอการสร้างพลังงานได้มากกว่านักกีฬาที่ฝึกซ้อมมาน้อยกว่า ซึ่งจากการศึกษาของโรดาสและคณะ (Rodas et al., 2000) แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีความหนักสูงสามารถเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจนภายในกล้ามเนื้อและทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจนของกลุ่มตัวอย่างเพศชายหลังจากเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกซ้อม 2 สัปดาห์ ด้วยการฝึกซ้อมหนักสลับเบาที่มีความหนักสูงทุกวัน ประกอบด้วยช่วงการทำงานหนัก 2 เที่ยว เที่ยวละ 15 วินาที สลับด้วยช่วงพัก 45 วินาที และตามด้วยช่วงการทำงานหนัก 2 เที่ยว เที่ยวละ 30 วินาที สลับด้วยช่วงเวลาการพัก 12 นาที และจะเพิ่มงานขึ้นทุกๆสองครั้งของการฝึกซ้อม การฝึกซ้อม 3 ครั้งสุดท้ายประกอบด้วยช่วงการทำงานหนัก 7 เที่ยว เที่ยวละ 15 วินาที และช่วงการทำงานหนัก 7 เที่ยว เที่ยวละ 30 วินาที การศึกษาพบว่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มจาก 57 เป็น 64 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และมีการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทำงานของ Cittrate Synthase 38% และ 3-hydroxyacyl-CoA Dehydrogenate 60% ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการเผาผลาญอาหารดังกล่าวอาจจะเพิ่มอัตราการเผาผลาญไขมัน และลดการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต ซึ่งลดการสะสมความเป็นกรด (H^+) ภายในกล้ามเนื้อ ฉะนั้นจึงสามารถปรับปรุงความสามารถทางด้านความอดทนของนักกีฬาให้เพิ่มขึ้น

2.ระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย

พลังงานนับเป็นปัจจัยหลักในการออกกำลังกาย หรือการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานสำหรับนักกีฬาถือว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการปฏิบัติทักษะต่าง ๆ และพลังงานนั้นจะแสดงออกมาในรูปต่างๆ เช่น กำลัง ความแข็งแรง ความเร็ว ความอดทน ดังนั้นนักกีฬาและ

ผู้ฝึกสอนที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้พลังงานในกีฬาในแต่ละประเภทจะทำให้การแข่งขันมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในกีฬาแต่ละประเภทนั้นมีความต้องการในการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน เช่น นักกีฬายกน้ำหนัก จะใช้พลังงานที่ได้มาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งแตกต่างจากนักกีฬาเทนนิสที่ใช้พลังงานแบบผสมผสานทั้งการใช้พลังงานที่ได้จากการทำงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy System) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System)

ระบบพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนไหวในกีฬาทุกประเภทประกอบด้วย 3 ระบบ ดังนี้

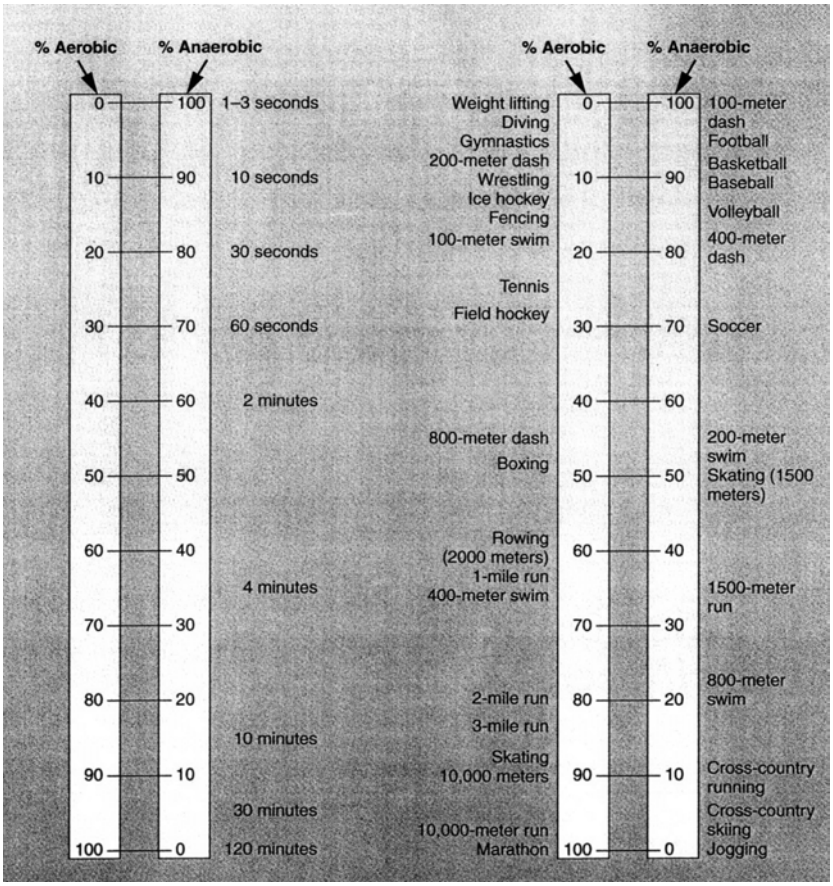
1. ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (Immediate Energy System) ให้พลังงานเพียงพอสำหรับในช่วงระยะเวลา 10 วินาทีแรกของการออกกำลังกาย โดยใช้เอทีพี (Adenosine Triphosphate: ATP) ที่สะสมในกล้ามเนื้อและการสังเคราะห์ขึ้นใหม่จากครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine Phosphate:CP) ที่ถูกเก็บสะสมในกล้ามเนื้อ เอทีพีที่ถูกเก็บไว้ในกล้ามเนื้อจะสลายตัวให้พลังงานซึ่งกล้ามเนื้อนำไปใช้ในการหดตัวและกลายเป็นเอดีพี (Adenosine Diphosphate : ADP) เมื่อเอทีพีถูกใช้หมดไปกล้ามเนื้อมัดนั้นจะหมดสภาพการทำงานหรือหมดแรงหดตัวต่อไปไม่ได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างสารเอทีพีขึ้นมาใหม่ กล้ามเนื้อจึงจะสามารถทำงานได้ต่อไปอีกโดยสร้างจากระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen) โดยใช้พลังงานจากสารครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine Phosphate: CP) กระบวนการนี้เกิดจากการมีปฏิกิริยาสองครั้งติดต่อกันคือ ครีเอทีนฟอสเฟตแตกตัวก่อนให้ฟอสเฟต แล้วจึงทำให้เอดีพีรวมตัวกับฟอสเฟตกลายเป็นเอทีพี (McArdle, Kotch, and Katch, 2000)

2. ระบบพลังงานแบบระยะสั้น (Short – Term Energy System) จะทำงาน 10-15 วินาที หลังจากการออกกำลังกายอย่างหนัก และสร้างพลังงานจากระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนจากกระบวนการไกลโคไลซิส (Anaerobic Glycolysis) ทำให้เกิดเอทีพีขึ้นมาใหม่อย่างรวดเร็วจากกลูโคส (Glucose) และไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ (Muscle Glycogen) พลังงานชนิดนี้สามารถสร้างเอทีพีในอัตราสูงซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน ในระยะเวลา 2-3 นาที และจะไม่สามารถสร้างเอทีพีในอัตราที่สูงนานเกินกว่า 2-3 นาที เพราะปริมาณความเข้มข้นของกรดแลคติก (Lactic Acid) ที่เพิ่มขึ้นในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลผลิตที่สำคัญในกระบวนการนี้ จะทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ลดลง ส่งผลให้โปรตีนต่างๆ ทำงานได้น้อยลง และเกิดภาวะกล้ามเนื้อล้า (Muscle Fatigue) McArdle,Kotch and Katch,2000) ถ้ามีการสะสมของกรดแลคติกในปริมาณที่สูงพลังงานระบบนี้จะลดต่ำลงเรื่อยๆ ยิ่งถ้ากล้ามเนื้อต้องทำงานนานๆความสามารถในการผลิตพลังงานนี้ ก็จะลดน้อยลงตามลำดับจนกระทั่งผลิตได้ต่ำกว่า 10% ของพลังงานที่ต้องการใช้ในขณะนั้นและเมื่อกล้ามเนื้อทำงานต่อเนื่องออกไปอีก ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนจะเข้ามามีบทบาทสำคัญแทน (เจริญ กระบวนรัตน์, 2538)

3. ระบบพลังงานแบบระยะยาว (Long – Term Energy System) เป็นการใช้พลังงานเอทีพีจากการเผาผลาญ กลูโคส, ไกลโคเจน, กรดไขมัน, และไตรกลีเซอร์ไรด์ โดยอาศัยออกซิเจนการให้

พลังงานในระบบนี้จะได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูกกำจัดออกทางปอดและผิวหนัง ไม่มีการสะสมของสารเหล่านี้ไว้ในเซลล์ ดังนั้นเซลล์จะสามารถเผาผลาญสารอาหารโดยผ่านวิถีเมตาบอลิซึมไกลโคไลซีสและวัฏจักรเครบส์ (Krebs Cycle) ในระบบนี้จะให้พลังงานในรูปเอทีพีได้สูงสุด 36 เอทีพี ต่อหนึ่งโมเลกุลของกลูโคส หรือ 460 เอทีพี ต่อหนึ่งโมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์ที่มีกรดไขมันประกอบด้วยคาร์บอน 18 ตัว การออกกำลังกายที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอและไม่หนักเกินไปจะใช้ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนเป็นแหล่งพลังงานหลักโดยไม่เกิดกรดแลคติกขึ้นในระหว่างการออกกำลังกาย ข้อจำกัดของระบบพลังงานชนิดนี้ คือ การขนส่งออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อที่ต้องการใช้พลังงานในระยะเวลาสั้นอาจมีไม่เพียงพอ ทำให้เซลล์ต้องกลับไปใช้พลังงานแบบฉับพลัน และระยะสั้นแทนในช่วงสุดท้ายของการแข่งขัน หรือในกรณีต้องการพลังงานจำนวนมากในระยะสั้น (McArdle et al., 2000)

ในการแข่งขันกีฬาโดยส่วนใหญ่จะมีการใช้ระบบพลังงานที่ผสมผสานกันทั้งระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy System) และระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System) (รูปที่ 1) ซึ่งตัวชี้วัดระดับการใช้พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันกีฬาคือ ระดับกรดแลคติกในเลือด โดยระดับกรดแลคติกในช่วง 2-4 มิลลิโมล/ลิตร บ่งชี้ว่าร่างกายมีการใช้พลังงานจากทั้งสองระบบพลังงานร่วมกันในการผลิตเอทีพี หรือเรียกว่าระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน (Aerobic and Anaerobic Energy System; LA-O_2) ถ้ามีระดับของกรดแลคติกสูงกว่านี้ร่างกายก็จะใช้พลังงานจากระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System; O_2) จะมีบทบาทสำคัญในการผลิตพลังงานให้แก่ร่างกายโดยมีค่าของอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า 20 ครั้งต่อนาทีซึ่งเรียกว่า ระดับกั้นแอโรบิก (Aerobic Threshold) (Janssen, 1989)



รูปที่ 1 สัดส่วนของระบบพลังงานที่ใช้ในกีฬาชนิดต่างๆ

แหล่งที่มา : Power and Howley., 2001

3. ความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เป็นไปได้ที่จะกำหนดความหนักในการฝึกซ้อมให้ตรงกับเปอร์เซ็นต์ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจ เดวิด สเวนและคณะ (David Swain et al., 1994) ได้เสนอสมการการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดและปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งความสัมพันธ์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของเพศ อายุ และกิจกรรม ดังสมการต่อไปนี้

$$\% \text{ MRH} = 0.64 \text{ X } \% \text{ Vo}_2 \text{ Max} + 37$$

ดังนั้น 70% ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะมีค่าเท่ากับ 81.8% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

4. ความอดทนในนักกีฬาเทนนิส

โดยปกติความเมื่อยล้าจะเป็นตัวจำกัดความสมบูรณ์ทางสรีรวิทยาจากการศึกษาได้มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนว่า ความเมื่อยล้าจะเป็นผลเสียต่อความสามารถในการตีเทนนิส โดยมีผลต่อพลังการตีและการเคลื่อนที่ แมคคาร์ทรี และคณะ (McCarthy et al., 1997) ได้ศึกษาผลการทดสอบความสามารถในการตีเทนนิสสูงสุด (อัตราการป้อนลูก 30 ลูกต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที โดยพัก 40 วินาที) จนกระทั่งอ่อนล้า (35.4 $\pm$ 4.6 นาที) ที่มีต่อประสิทธิภาพการตีปรากฏว่าความแม่นยำในการตีลูกพื้นลดลงจากตอนเริ่มต้นการทดสอบถึง 75% เมื่อนักกีฬาเริ่มอ่อนล้าความแม่นยำในการตีลูกหลังมือทแยง และการเสิร์ฟลดลงเมื่อเทียบกับก่อนทดสอบ เช่นเดียวกับ มิทเชลล์ และคณะ (Mitchell et al., 1992) พบว่า ความเร็วในการเสิร์ฟจะลดลงหลังจากการแข่งขันผ่านไป 3 ชั่วโมง ในปัจจุบันได้มีการทำรายการทดสอบมาตรฐานเพื่อใช้ดูผลของความเมื่อยล้าที่มีต่อประสิทธิภาพในการตีในสถานการณ์ที่มีความเฉพาะกับการแข่งขันเทนนิส การฝึกซ้อมด้วยรูปแบบมาตรฐานบนสนามที่มีความหนัก 2 ชั่วโมง พบว่า เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด ในการเสิร์ฟลูกแรกจะเพิ่มขึ้น สำหรับการตีลูกพื้น ความเมื่อยล้าเป็นปัจจัยสำคัญเมื่อนักกีฬาเป็นฝ่ายตั้งรับ และเป็นผลให้มีอัตราการตีผิดพลาดเพิ่มขึ้น 9% โดยเฉพาะการตีลูกหลังมือจะเกิดความผิดพลาดเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ความผิดพลาดเพิ่มขึ้นคุณภาพของการตีที่มีประสิทธิภาพก็จะลดลงจากการเพิ่มขึ้นของความเมื่อยล้า นอกจากนี้ ความเมื่อยล้ายังมีผลต่อการเคลื่อนที่บนสนาม โดยจำนวนบอลที่ไม่สามารถวิ่งไปตีได้จะเพิ่มขึ้น 6% เช่นเดียวกับเวลาที่ใช้ในการวิ่งไปตีจะเพิ่มขึ้นด้วยผลของความเมื่อยล้า ด้วยผลดังกล่าวจึงสนับสนุนคำกล่าวที่ว่า การปรับปรุงความอดทนทางสรีรวิทยา (การลดผลของความเมื่อยล้าให้น้อยที่สุด) จะเป็นประโยชน์ต่อความสามารถในการตีเทนนิส ดังนั้น ด้วยปัจจัยทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นตัวจำกัดความอดทนในการแข่งขันเทนนิส เช่น ความสามารถในการใช้พลังซ้ำๆ การเรียนรู้ปัจจัยดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ฝึกสอนจัดการฝึกซ้อมและเตรียมยุทธวิธีในการแข่งขันที่ดีให้กับนักกีฬาได้

5. การสำรองพลังงาน

พลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อจะได้มาจากการสลายตัวของเอทีพี (ATP) ที่สะสมอยู่จำนวนเล็กน้อยในเซลล์กล้ามเนื้อ ดังนั้นการสำรองพลังงานเอทีพี (ATP) สำหรับการทำงานที่มีความหนักจะสำรองได้เพียงเวลาสั้นๆ ประมาณ 1-2 วินาที หลังจากนั้นเอทีพีจะต้องถูกสร้างขึ้นอย่างต่อเนื่องขณะออกกำลังกายโดยการสร้างเอทีพี จะใช้ในเวลาสั้นๆ จากฟอสโฟครีเอทีนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ (ระบบฟอสโฟครีเอทีน) ซึ่งจะมีจำนวน

จำกัดเช่นเดียวกัน และใช้ไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อซึ่งจะก่อให้เกิดแลคเทต(ระบบไกลโคลิซิส) และการสร้างเอทีพีสำหรับการออกกำลังที่ใช้แรงน้อยเป็นเวลานานจะมาจากกระบวนการเผาผลาญไกลโคเจนและไขมันแบบใช้ออกซิเจน (ระบบแอโรบิค)

6. ความสามารถในการใช้ออกซิเจน

ความสามารถในการใช้ออกซิเจน เป็นความสามารถที่ร่างกายจะใช้ออกซิเจนในการออกกำลังกายกิจกรรมทางกายที่เป็นกิจกรรมแบบใช้ออกซิเจน จะไม่มีความกดดันของร่างกาย และสามารถรับกับกิจกรรมแบบใช้ออกซิเจนได้ กิจกรรมทางกายแบบใช้ออกซิเจน เช่น การวิ่งเหยาะ ซึ่งร่างกายสามารถปฏิบัติกิจกรรมนั้นได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่เหนื่อยร่างกายจะไม่มีภาวะล้าเกิดขึ้น เมื่อฝึกความสามารถการใช้ออกซิเจนร่างกาย จะมีการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพด้านความทนทานมีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากขึ้น เพิ่มปริมาณเลือดที่ออกมาจากหัวใจใน 1 นาที ลดระดับกรดแลคติกในกระแสเลือดเพิ่มไมโตคอนเดรีย และความหนาของเส้นเลือด (Thomas, Melissa and Kelly, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับ เฮลการ์ด (Helgerud, 2001) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกความสามารถการใช้ออกซิเจนที่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักฟุตบอล โดยทำการศึกษาในนักฟุตบอลระดับเยาวชนอายุเฉลี่ย 18.1 + 0.8 ปี เพศชาย จำนวน 19 คน หลังจากนั้นทำการสุ่มแบบเข้ากลุ่มโดยกลุ่มทดลอง 9 คน และกลุ่มควบคุม 10 คน กลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนแบบหนักสลับเบา โดยช่วงหนักจะเป็นการวิ่งที่ระดับความหนัก 90 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 4 นาที และช่วงเบาจะเป็นการวิ่งเหยาะที่ระดับความหนัก 50 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 3 นาที เป็นเวลารวมกัน 24 นาที ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมทำการฝึกตามโปรแกรมฟุตบอลตามปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักกีฬาฟุตบอลกลุ่มทดลอง มีระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและระดับการทนต่อกรดแลคเตทเพิ่มขึ้น และยังพบว่า ขณะทำการแข่งนักกีฬามีระยะทางในการวิ่งตลอดการแข่งขันเพิ่มขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ จำนวนการเข้าหาบอลเพื่อทำการเล่นลูกเพิ่มขึ้น 24 เปอร์เซ็นต์

7. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นความสามารถของร่างกายที่จะนำออกซิเจนที่หายใจเข้าไปในปอดไปใช้ในการสร้างพลังงานในเซลล์ได้มากที่สุด ระหว่างที่ร่างกายมีการออกกำลังกายอย่างเต็มที่ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะแตกต่างกันไปตามสถานะด้านอายุ เพศ ขนาด รูปร่าง และสมรรถภาพทางร่างกาย ซึ่งจะเพิ่มตามอายุ โดยจะสูงเมื่ออายุ 20 ถึง 25 ปี ในเพศหญิง และ 25 ถึง 30 ปี ในเพศชาย จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงโดยทั่วไปเพศชายจะมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดประมาณ 50 มิลิลิตร/ กิโลกรัม/นาที เพศหญิงมีค่าประมาณ 40 มิลิลิตร/กิโลกรัม/นาที หลังจากช่วงอายุดังกล่าวนี้ความสามารถในการใช้ออกชิเจนสูงสุดจะคงระดับและค่อย ๆ ลดต่ำลง ซึ่งสอดคล้องกับ วรรณี เจิมสุรวงศ์ (2539) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดหมายถึง ปริมาณออกซิเจน สูงสุดที่ระบบไหลเวียน และระบบหายใจสามารถขนส่งเข้าสู่ระบบต่าง ๆ ในขณะออกกำลังกายได้อย่างเต็มที่ในเวลา 1 นาทีหรือ ปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายรับเข้าไปใช้ในเวลา 1 นาที มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) การที่ร่างกายมีการประสานงานกันดี ของระบบไหลเวียน และระบบหายใจจะทำให้เป็นผู้มีสุขภาพดีสามารถประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ได้เป็นเวลานาน ไม่เหนื่อยง่าย เพราะมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนดี เนื่องจากร่างกายมีหัวใจที่แข็งแรงปอดมีพื้นที่ผิวสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซมากมีหลอดเลือดที่แข็งแรง มีประสิทธิภาพสูงในการลำเลียงออกซิเจน มีการใช้ออกซิเจนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสอดคล้องกับเลกาซและคณะ (Legaz et al., 2004) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด กับสมรรถภาพร่างกายในการวิ่งในระดับนักเรียน โดยนักเรียนจะได้รับการฝึกสมรรถภาพทางกายแบบใช้ออกซิเจนเป็นระยะเวลา 3 ปีซึ่งเป็นการศึกษาผลระยะยาวผลการศึกษาผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการวิ่ง และสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มมากขึ้น จากความสำคัญของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ เป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงสมรรถภาพทางกายว่ามีมากน้อยเพียงใด และได้มีผู้คิดค้นวิจัยอย่างกว้างขวางในการที่จะวัดการทำงานของระบบไหลเวียนเลือด และระบบหายใจให้ออกมาเป็นปริมาณที่เปรียบเทียบได้อันจะเป็นประโยชน์ในการบอกความสามารถ และประสิทธิภาพในการทำงานของแต่ละบุคคล ซึ่งจะพบว่าการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นเกณฑ์วัดที่ดีที่สุด เพราะความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับขนาดร่างกาย จำนวนกล้ามเนื้อ ความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิต และขบวนการเมทาโบลิซึมของเซลล์ (เอมอร เอี่ยมสำอางค์, 2532)

8. การฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

โรเบิร์ต (Robert, 1997) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด แต่ละประเภทแตกต่างกันไปตามความหนัก ความบ่อย และระยะเวลา ประกอบด้วยประเภทต่างๆ ดังต่อไปนี้

8.1 การฝึกแบบเบาและมีระยะทางที่ยาวนาน การฝึกในรูปแบบนี้จะมีระยะทางของการฝึก หรือ มีระยะเวลาของการปฏิบัติประมาณ 30 นาที ถึง 2 ชั่วโมง และมีความหนักประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ของค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดประโยชน์ของการฝึกแบบเบา และมีระยะทางที่ยาวนาน (long, slow distance) เป็นการฝึกเพื่อเพิ่มสมรรถภาพระบบหายใจ และไหลเวียนเลือดระบบการควบคุมอุณหภูมิร่างกายเพิ่มจำนวนไมโตคอนเดรีย เพิ่มการสันดาปพลังงานในกล้ามเนื้อลาย และเพิ่มการนำไขมันไปใช้เป็นต้นตอพลังงาน วิลเลียม, แฟรงค์และวิคเตอร์ (William, Frank and Victor, 2000) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกแบบเบาและมีระยะทางที่ยาวนานเป็นการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนที่มีระดับคงที่ เพราะเป็นการออกกำลังกายที่ต่อเนื่องยาวนาน มักใช้ฝึกในผู้ที่เริ่มออกกำลังกายใหม่หรือผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก สก็อตต์และเอ็ดวาร์ด (Scott and Edward, 1996) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกแบบเบาและมีระยะทางที่ยาวนาน เป็นการฝึกที่ใช้ความหนักที่ระดับต่ำ หรือประมาณ 57 เปอร์เซ็นต์ ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยเหมาะสมกับการฝึกเพื่อเตรียมร่างกายของนักกีฬาที่จะทำการแข่งขันประเภทที่ต้องใช้ความอดทนระยะยาว กิจกรรมการฝึกแบบเบาและมีระยะทางที่ยาวนาน ได้แก่ การวิ่ง การปั่นจักยาน และ การว่ายน้ำระยะไกล ซึ่งการฝึกในลักษณะนี้ จะส่งผลให้มีการพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดให้เพิ่มมากขึ้น ดอลเจเนอร์, คอลโคสท์ และวิทเซทท์ (Dolgener, Kolkhorst and Whitsett, 1994) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบเบาและมีระยะทางที่ยาวนานที่มีต่อนักกีฬามาราธอนโดยนักกีฬามาราธอนทำการฝึกที่ความหนัก 60 เปอร์เซ็นต์ ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองเป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า นักกีฬามาราธอนมีการลดลงของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะวิ่งและระดับของกรดแลคเทตมีการเพิ่มขึ้นความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

8.2 การฝึกแบบต่อเนื่อง การฝึกแบบต่อเนื่อง (continuous training) เป็นการออกกำลังกายที่ร่างกายจะต้องเคลื่อนไหวต่อเนื่องที่ระดับความหนักสูง และมีผลทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และแลคเทตเทรดโฮลด์เพิ่มสูงขึ้น สก็อตต์และเอ็ดวาร์ด (Scott and Edward, 1996) การฝึกโดยวิธีนี้นักกีฬาจะต้องวิ่งด้วยความเร็วคงที่สม่ำเสมอตลอดระยะทาง หรือตลอดระยะเวลาที่ทำการฝึก หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ พยายามควบคุมความหนักในการออกกำลังกายโดยให้อัตราการเต้น

ของหัวใจอยู่ระหว่าง 130 ถึง 160 ครั้งต่อนาที ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอาจจะมากกว่า 30 นาที สำหรับนักกีฬาระดับเยาวชน และอาจใช้เวลาประมาณ 60 ถึง 120 นาที สำหรับนักกีฬาทั่วไป ส่วนระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกควรปรับเพิ่มขึ้นทีละน้อยตามความสามารถของนักกีฬาแต่ละคนเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย วิธีการฝึกแบบต่อเนื่องนี้เหมาะสำหรับนักกีฬาประเภทที่ต้องใช้ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดสูง อาทิ เช่น นักวิ่งระยะไกล นักว่ายน้ำระยะไกล และนักจักรยานทางไกล เป็นต้นการฝึกแบบต่อเนื่องยังสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

8.2.1 การฝึกแบบต่อเนื่องที่ความหนักระดับต่ำ (low – intensity continuous training) อัตราการเต้นของชีพจรประมาณ 120 ถึง 140 ครั้งต่อนาที ซึ่งเป็นระดับความหนักในขั้นของการอบอุ่นร่างกายสำหรับนักกีฬา

8.2.2 การฝึกแบบต่อเนื่องที่ความหนักระดับกลาง (intermediate – intensity Continuous training) อัตราการเต้นของชีพจรประมาณ 140 ถึง 160 ครั้งต่อนาที

8.2.3 การฝึกแบบต่อเนื่องที่ความหนักระดับสูง (high – intensity continuous training) อัตราการเต้นของชีพจรประมาณ 160 ถึง 180 ครั้งต่อนาที (เจริญ กระบวนรัตน์, 2545) ฮิวเบิร์ต (Heubert et al., 2005) ได้ทำการศึกษาผลของการวิ่งแบบต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ที่มีต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในนักวิ่งจำนวน 8 คน ผลทำการศึกษาพบว่านักวิ่งมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

8.3 การวิ่งภูมิประเทศที่แตกต่างกัน หรือการฝึกวิ่งแบบใช้ความเร็วหลายรูปแบบ เป็นการฝึกจะเป็นการวิ่งบนท้องถนน หรือภูมิประเทศต่าง ๆ อัตราเร็วขณะวิ่งจะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศถือว่าเป็นเทคนิค และการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดขั้นสูง การวิ่งภูมิประเทศที่แตกต่างกันนี้คล้ายกับการวิ่งแบบหนักสลับเบา คือ มีการวิ่งที่เร็วในระยะทางสั้นร่วมกับการวิ่งช้า ๆ หรือวิ่งเหยาะเพื่อเป็นการฟื้นสภาพ (Ian, 2003) การฝึกดังกล่าวนี้นักกีฬาจะต้องใช้ความเร็วในการวิ่งหลายรูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของนักกีฬาหรือสภาพภูมิประเทศที่ใช้ฝึก เช่น เนินเขา ป่า แอ่งน้ำ คันดิน หรือพื้นทราย เป็นต้น การฝึกแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับการฝึกแบบหนักสลับเบา หรือการฝึกที่มีการปรับเปลี่ยนความเร็วเป็นช่วง ๆ (interval training/alternating pace method) การฝึกที่ใช้ในภูมิประเทศที่แตกต่างกัน หรือการใช้ความเร็วในการวิ่งหลากหลายรูปแบบนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การฝึกวิ่งโดยใช้ความเร็วหลากหลายรูปแบบตามภูมิประเทศที่เป็นธรรมชาติ (unstructured fartlek training) โดยการกำหนดระยะทางหรือปริมาณความหนักเบาในการฝึกควรคำนึงถึงสภาพร่างกายของนักกีฬาที่เข้ารับการฝึกเป็นสำคัญ และการฝึกวิ่งโดยใช้ความเร็วหลากหลายรูปแบบที่กำหนดขึ้นตามความต้องการ

(structured fartlek training) โดยการกำหนดระยะทางหรือปริมานความหนักเบาในการฝึกควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้เกิดผลเฉพาะด้านกับนักกีฬา (เจริญ กระบวนรัตน์, 2545)

8.4 การฝึกแบบหนักสลับเบา สก็อตต์ และ เอ็ดวาร์ด (Scott and Edward, 1996) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกแบบหนักสลับเบา (interval training) เป็นการออกกำลังกายที่แบ่งออกเป็นช่วง ๆ โดยมีช่วงของการฟื้นสภาพในระหว่างการฝึก หรือการออกกำลังกายการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีระยะทางมากจะส่งผลทำให้ร่างกายใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน และส่งผลให้ร่างกายมีการพัฒนาความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ วิลมอร์และคอสติลล์ (Wilmore and Costill, 1999) ได้กล่าวไว้ว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นการฝึกแบบเป็นช่วงซ้ำ ๆ กัน โดยประกอบด้วยช่วงของการฝึกซึ่งมีความหนักที่สูงร่วมกับช่วงของการพักสั้นๆการฝึกแบบหนักสลับเบา จะส่งผลให้มีการพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจน เนื่องจากช่วงของการพักจะส่งผลทำให้ร่างกายมีการฟื้นสภาพการฝึกวิธีนี้จะช่วยความอดทนในการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจนได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยมีองค์ประกอบที่เป็นคุณสมบัติเฉพาะ ดังนี้ คือ

7.4.1 ช่วงระยะเวลาหรือระยะทางที่ใช้ในการฝึก
7.4.2 ช่วงระยะเวลาหรือระยะทางที่ใช้ในการพักฟื้นร่างกาย
7.4.3 ความหนักและระดับความเร็วที่ใช้ในการฝึก
7.4.4 จำนวนครั้งที่กระทำต่อเซต และจำนวนเซตที่ทำการฝึก
7.4.5 กิจกรรมที่กระทำในระหว่างช่วงพักฟื้นสภาพร่างกาย
7.4.6 สภาพภูมิประเทศที่ใช้ในการฝึก เช่น วิ่งลงเนิน วิ่งบนพื้นทราย วิ่งริมชายหาด วิ่งในลู่วิ่ง

จากองค์ประกอบดังกล่าวข้างต้นนี้ ช่วยให้สามารถจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมที่จะนำไปสู่การพัฒนาความอดทนได้หลากหลายรูปแบบทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพิจารณาปรับตัวแปรข้อใดใน 6 ข้อดังกล่าว ตัวอย่างโปรแกรมการฝึกจากองค์ประกอบ 6 ข้อดังกล่าว เช่น ระยะทางที่ใช้ในการฝึกวิ่ง 200 เมตร ระยะเวลาที่ใช้ในการพักฟื้นสภาพร่างกาย 200 เมตร ความหนักในการฝึกให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงระดับ 180 ครั้งต่อนาที ปรับเพิ่มจำนวนครั้งที่กระทำต่อเซต ตามความก้าวหน้าของนักกีฬา ช่วงการพักฟื้นของสภาพร่างกายให้วิ่งเหยาะ 90 วินาที เพื่อให้อัตราการเต้นของหัวใจปรับลดลงสู่ระดับ 120 ครั้งต่อนาที สภาพภูมิประเทศที่ใช้ในการฝึก ใช้การฝึกในลู่วิ่ง (Track) นอกจากนี้การฝึกแบบหนักสลับเบายังแบ่งออกเป็น 3 ระยะ หรือ 3 ช่วง คือ

1) การฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้ระยะเวลาในการฝึกแต่ละช่วง 2 ถึง 5 นาที (long – interval training)

2) การฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้ระยะเวลาในการฝึกแต่ละช่วง 30 วินาที ถึง 2 นาที (intermediate – interval training)

3) การฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้ระยะเวลาในการฝึกแต่ละช่วง5 ถึง 30 วินาที (short –interval training) (เจริญ กระบวนรัตน์, 2545) แมคมิลลัน, เฮลการ์ด และฮอฟฟ์ (McMillan, Helgerud and Hoff, 2005) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาจากการฝึกความทนทานนักกีฬาฟุตบอลอาชีพระดับเยาวชน ทำการทดลองในนักกีฬาฟุตบอลอาชีพระดับเยาวชนจำนวน 11 คน ที่มีอายุเฉลี่ย 16.9 ปี ทำการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนที่ระดับความหนักสูงแบบหนักสลับเบา โดยเป็นการเลี้ยงบอลให้มีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 90 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นระยะ เวลา 4 นาที สลับกับการวิ่งเหยาะให้มีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นระยะเวลา 3 นาที ปฏิบัติการฝึกเช่นนี้ 4 รอบ ร่วมกับการฝึกซ้อมตามปกติเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ความสามารถในการย่อกระโดด (squat jump) และยืนย่อกระโดด (counter movement jump) มีค่าเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว

9. การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา

การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาเป็นรูปแบบที่ช่วยให้นักกีฬามีการทำงานหนักเพิ่มขึ้น โดยการสลับช่วงของการทำงานด้วยช่วงฟื้นสภาพ ขณะช่วงของการทำงานร่างกายจะก้าวขึ้นไปสู่ภาวะเป็นหนี้ออกซิเจนและผลิตกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ขณะที่ช่วงการฟื้นสภาพหัวใจและปอดจะยังคงมีการทำงานสูงในการที่จะใช้หนี้ออกซิเจน และการสำรองออกซิเจนเพื่อใช้ในการเผาผลาญกรดแล็กติก และการสังเคราะห์พลังงานกลับคืนการฝึกซ้อมจึงส่งผลให้ร่างกายมีการพัฒนาด้วยการเพิ่มขึ้นของหลอดเลือดแดงฝอย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจ การปรับปรุงความสามารถในการใช้ออกซิเจนและปรับปรุงการควบคุมกรดด่าง (Buffers) ของร่างกาย ซึ่งจะเป็นผลนำไปสู่การปรับปรุงความสมบูรณ์ทางกายที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด การเปิดโอกาสให้ร่างกายมีการฟื้นสภาพ ระหว่างการทำงานที่มีความหนักจะช่วยให้นักกีฬาสามารถทำงานได้เพิ่มขึ้นทั้งทางด้านความหนักและปริมาณการฝึกซ้อม อีกทั้งยังเป็นผลทำให้การพัฒนาทางด้านสรีรวิทยาเกิดขึ้นเร็วกว่าการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งฮาวลีย์และคณะ (Hawley et al., 1997) กล่าวว่า ขณะที่นักกีฬาพยายามที่จะใช้กุศโลบายการฝึกซ้อมรูปแบบต่าง ๆ ในการที่จะเพิ่มปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo_2 Max) การวิจัยเมื่อเร็ว ๆ นี้ ได้แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบา (Interval) ที่รู้จักในชื่อของการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาที่มีความหนักสูง (Hight-intensity intermittent Training) จะนำไปสู่การปรับปรุงอย่างรวดเร็วของปริมาณการใช้

ออกซิเจนสูงสุด (Vo_2Max) และความสามารถทางด้านความอดทน ซึ่งทาบาตะและคณะ (Tabata et al., 1997) พบว่าโปรแกรมการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบา ที่มีความหนักสูงสามารถเพิ่มปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้มากกว่าโปรแกรมการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง กลุ่มตัวอย่างเพศชายสองกลุ่ม ทำการฝึกซ้อมเป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน กลุ่มที่หนึ่งฝึกอย่างต่อเนื่อง 60 นาที ที่ระดับความหนัก 70% ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด รวมเวลา 5 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 9% ขณะที่กลุ่มที่สองการฝึกในแต่ละครั้งประกอบด้วยการทำงานหนัก 8 เที่ยว เที่ยวละ 20 วินาที สลับด้วยช่วงของการพัก 10 วินาที ซึ่งการทำงานเพียง 20 นาที/สัปดาห์ ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้น 15% เช่นเดียวกับ แมคโดกัลล์และคณะ (MacDougall et al., 1998) พบว่า การฝึกซ้อมด้วยการปฏิบัติบนจักรยานวัดงาน 3 วัน/สัปดาห์ เริ่มต้นโปรแกรมการฝึกซ้อมด้วยการทำงาน 4 เที่ยว เที่ยวละ 30 วินาที และสลับด้วยช่วงของการพัก 4 นาที เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 7 การทำงานหนักเพิ่มขึ้นถึง 10 เที่ยว และช่วงของการพักลดลงเหลือ 2.5 นาที ในสัปดาห์แรกของโปรแกรม การฝึกซ้อมในแต่ละครั้งใช้เวลา 14 นาที ในสัปดาห์ที่ 7 เวลาการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งเพิ่มขึ้นถึง 30 นาที การวิจัยพบว่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น 9% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายช่วงเวลาสั้น ๆ สามารถเพิ่มปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินอกจากนี้การวิจัยยังพบว่าการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาที่มีความหนักสูงสามารถปรับปรุงความสามารถทางด้านความอดทนของนักกีฬา (Lindsay et al., 1996) การฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบา 4 สัปดาห์ การฝึกซ้อมในแต่ละครั้งมีช่วงการทำงานหนัก 6-8 เที่ยว เที่ยวละ 5 นาที ที่ระดับความหนัก 80% ของพลังสูงสุด สลับด้วยช่วงของการพัก 60 วินาที การวิจัยพบว่า มีการปรับปรุงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของเวลาในการแข่งขันจักรยาน 40 กิโลเมตร (56.4 เป็น 54.4 นาที) และเวลาเริ่มเกิดความเมื่อยล้าเมื่อทำงานที่ระดับความหนัก 150% ของพลังสูงสุด (60.5 เป็น 72.5 วินาที)

อาภัสรา อัครพันธุ์ (2531) ทำการศึกษาวิจัยในเรื่อง “แอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ในนักวิ่งระยะสั้น ระยะกลางและระยะไกล” โดยการศึกษาครั้งนี้ กระทำในกลุ่มนักศึกษาชาย 4 กลุ่ม อายุระหว่าง 15-25 ปี โดยกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มของผู้ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 5 คน อีก 3 กลุ่มเป็นกลุ่มของนักวิ่ง ซึ่งเป็นนักวิ่งระยะสั้น 4 คน นักวิ่งระยะกลาง 4 คน และนักวิ่งระยะไกล 9 คน การทดสอบหาค่าแอนแอโรบิค เธรสโฮลด์นี้ถูกกระทำโดยใช้จักรยานวัดงาน โดยเพิ่มงานทุกนาทีต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถึงงานสูงสุดที่อาสาสมัครสามารถทำได้ ตลอดการทดสอบอากาศที่อาสาสมัครหายใจเข้าและออก จะถูกนำไปวิเคราะห์หาปริมาตรรวมถึงปริมาณของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละครั้งของการหายใจ นอกจากนั้นตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำจะถูกเก็บทุกนาทีเพื่อนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของแลคเตท แล้วใช้เป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้ถึงแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ซึ่งจะแสดงในรูปของอัตราการใช้ออกซิเจนที่แอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ จาก

การศึกษาพบว่า นักวิ่งมีแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์สูงกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำประมาณ 1.4 เท่า เมื่อใช้การเปลี่ยนแปลงของอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซเป็นเกณฑ์ ในขณะที่จะมีค่าสูงกว่าถึง 1.8 เท่า เมื่อใช้การเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของแลคเตทเป็นเกณฑ์ นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างของค่าแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ ในระหว่างกลุ่มนักวิ่ง 3 กลุ่ม ไม่ว่าค่าแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์นั้นจะถูกแสดงในรูปใดก็ตาม

10. จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์

จุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic Threshold) คือจุดเริ่มมีการสะสมระดับการเกิดกรดแลคติกในปริมาณ 4 มิลลิโมลต่อลิตร หลังจากนั้นจะเริ่มมีการสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วในกล้ามเนื้อ จุดเริ่มมีการสะสมอย่างรวดเร็วเรียกว่า จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) จุดนี้มีอิทธิพลต่อการทำงานของร่างกาย ทำให้มีขีดจำกัดในการใช้พลังงานแบบออกซิเจน (Aerobic Energy) อาจเรียกอีกอย่างว่า “Onset of Blood Lactate Accumulation(OBLA)” หรือ “Maximum Lactate Steady State (MLSS or MaxLass)” โดยจุดเริ่มล้าที่พบอยู่ในระดับการทำงานประมาณ 80-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ดังนั้นเมื่อร่างกายเกิดจุดเริ่มล้าขึ้นทำให้มีผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานของร่างกาย รวมทั้งกระทบต่อการทำงานของระบบการใช้ออกซิเจนด้วย แต่ถ้ามีโปรแกรมการฝึกระบบการใช้ออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพทำให้ร่างกายชะลอระยะเวลาของการเกิดจุดเริ่มล้า

สนธยา สีละมาด (2547) ได้กล่าวว่าจุดเริ่มล้าเป็นตำแหน่งที่กรดแลคติก (Lactic Acid) เริ่มมีการสะสมในกล้ามเนื้อซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 85-90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดหรือเปอร์เซ็นต์ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาขณะแข่งขัน เป็นความหนักที่เหนื่อยแต่ทนได้ เมื่อระยะทางเท่ากันนักวิ่งมาราธอนและนักจักรยานชั้นนำจะสามารถรักษาระดับไว้ได้ที่ 80-90% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ขณะที่นักกีฬาทั่ว ๆ ไปจะสามารถรักษาระดับไว้ได้ที่ 70 – 75% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความหนักที่สูงกว่าจุดเริ่มล้า กล้ามเนื้อจะเริ่มผลิตกรดแลคติกซึ่งจะรบกวนกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อและการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตที่ช้าลงซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการผลิตพลังงานของนักกีฬา

โพลว์แมน และเดนิส (Plowman and Denise, 1998) ได้เสนอว่าจุดเริ่มล้ามีผลจากความหนักในการออกกำลังกาย ที่ได้รับอิทธิพลจากความสามารถหรือความหนักของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งเมื่อมีการสะสมของปริมาณของกรดแลคติกในร่างกายนั้น จะส่งผลต่ออัตราการระบายอากาศ (Minute Ventilation) และจะเกิดการเสียสมดุลของกระบวนการบริโภคออกซิเจน การเริ่มต้นของการสะสมกรดแลคติกที่มีผลมาจากการเผาผลาญพลังงานในระบบแอนแอโรบิกนั้นจัดว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลให้ระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular System)

ด้อยคุณภาพในการนำส่งก๊าซออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ และการเสียสมดุลของอัตราการระบายอากาศยังส่งผลต่อการจำกัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นของเสียจากกระบวนการหายใจอีกด้วย ซึ่งจากทฤษฎีทางเคมีวิทยาที่เกี่ยวข้องพบว่า กระบวนการแตกตัวของไฮโดรเจนอิออน (H^+) และแลคเทต (La^-) โดยไฮโดรเจนอิออนจะเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบส ในโลหิตและกล้ามเนื้อและร่างกายจะทำการตรึงไฮโดรเจนอิออนเหล่านั้นเพื่อเป็นสารบัฟเฟอร์ต่อไป

ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่เสนอว่า จุดเริ่มล้าถูกกำหนดให้เป็นระดับของออกซิเจนที่ร่างกายต้องการใช้สูงกว่าระดับออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ผลิตพลังงานแบบใช้ออกซิเจนได้ ร่างกายจึงนำระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนมาแทนที่เพื่อผลิตพลังงานที่ร่างกายต้องการ (Wasserman, 1984) โดยมีสมมติฐานดังนี้

1. เมื่อปริมาณงานในการออกกำลังกายเพิ่มสูงขึ้น ความต้องการในการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน มีระดับสูงเกินกว่าปริมาณของออกซิเจนที่ไมโตคอนเดรีย (Mitochondria) สามารถดึงมาใช้เพื่อผลิตพลังงานได้

2. ความไม่สมดุลระหว่างความต้องการใช้ออกซิเจนและความสามารถที่จะนำออกซิเจนไปใช้ผลิตพลังงาน ทำให้เกิดการเพิ่มการทำงานระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนในไซโตโซล (Cytosol) ของเซลล์ และมีการเปลี่ยนไพรูเวทให้อยู่ในรูปแลคเตท

3. แลคเตทจะถูกบัฟเฟอร์ (Buffer) โดยไบคาร์บอเนต (HCO^-_3) เป็นหลัก

4. คาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกผลิตขึ้นจากกระบวนการบัฟเฟอร์ ทำให้ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกขนส่งไปยังปอดเพิ่มสูง ขณะที่การแลกเปลี่ยนไบคาร์บอเนตสำหรับแลคเตทได้ข้ามผ่านเซลล์เมมเบรนของกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการไฟฟ้าเคมี (Electrochemical) ที่เกิดใหม่

5. การรบกวนการทำงานของกระบวนการบัฟเฟอร์และกรดเบสที่เกิดขึ้นสามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงของการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ (Mader and Heck, 1986)

จากการศึกษาในกีฬาประเภทอดทน พบว่านักกีฬาที่มีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ใกล้เคียงกันจะมีความผันแปรต่อความสามารถในการอดทนของร่างกาย และนักกีฬาที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดีจะแสดงความสามารถได้ในระดับการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สูง และมีการสะสมของกรดแลคติกที่น้อยมาก (Wither,Sherman and Miller, 1981) นอกจากนั้นนักกีฬาที่ได้รับการฝึกจะมีการสะสมของกรดแลคติกในปริมาณที่น้อยกว่านักกีฬาที่ไม่ได้รับการฝึกที่ความหนักในการทำงานระดับเดียวกัน ซึ่งเป็นหลักการสำคัญที่บ่งชี้ว่าจุดเริ่มล้าเป็นตัวกำหนดระดับสมรรถภาพทางสรีรวิทยาของนักกีฬา

11. วิธีการทดสอบระดับจุดเริ่มล้า

จุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) หมายถึงระดับความหนักของการออกกำลังกายซึ่งร่างกายมีการเพิ่มขบวนการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และมีผลลัพธ์คือ กรดแลคติก ดังนั้นการที่ร่างกายเข้าสู่ภาวะที่เกิดจุดเริ่มล้าจึงมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณของออกซิเจนที่ไม่เพียงพอสำหรับความต้องการของกล้ามเนื้อซึ่งถูกใช้งาน (Hollman, 1985) และเป็นที่ทราบกันดีว่าจุดเริ่มล้าเป็นระดับที่พบว่ามีกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นในเลือด โดยในกระบวนการวัดทางตรง (Invesive) และกระบวนการวัดทางอ้อม (Non-Invasive)

11.1 กระบวนการวัดทางตรง (Invasive)

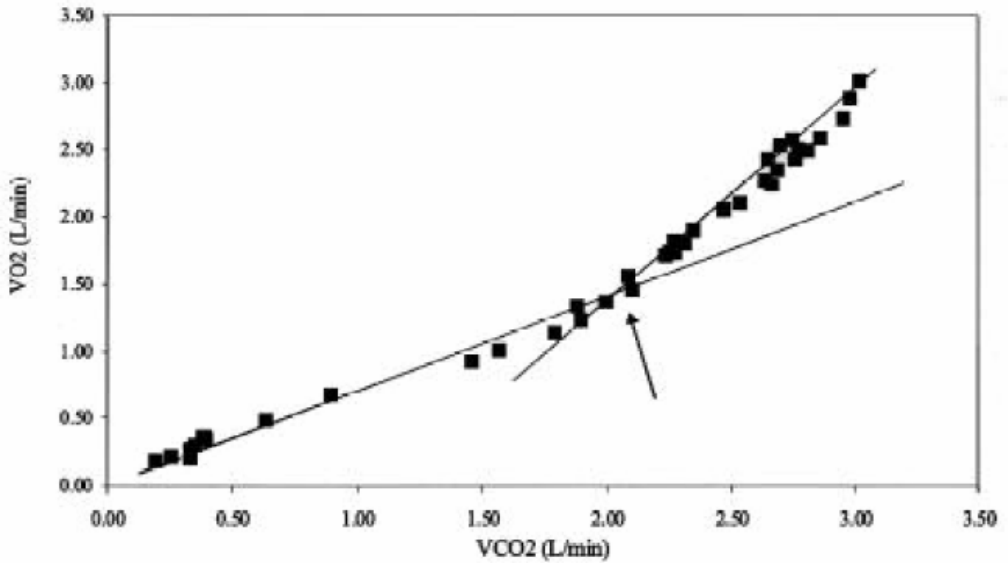
11.1.1 การเจาะเลือด เพื่อตรวจวัดระดับของกรดแลคติกเป็นระยะในขณะที่มีการออกกำลังกายและมีความหนักเพิ่มขึ้น โดยเป็นที่ยอมรับกันว่าความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดประมาณ 4 มิลลิโมลต่อเลือด 1 ลิตร จัดอยู่ในระดับของการเกิดจุดเริ่มล้า (Wasserman, 1986) การเจาะเลือดมาวิเคราะห์หาระดับของกรดแลคติกในตัวอย่างเลือด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

11.2 กระบวนการวัดทางอ้อม (Non-Invasive)

11.2.1 การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ ถึงแม้ว่าการวัดระดับจุดเริ่มล้าในระหว่าง การออกกำลังกายสามารถทำได้โดยการวัดแบบตรง คือ การเจาะเลือด แต่มีการเพิ่มขึ้นอย่างทันทีทันใดของกรดแลคติกก็สามารถวัดได้ด้วยกระบวนการวัดทางอ้อม อย่างเช่น การวิเคราะห์ การแลกเปลี่ยนก๊าซ (Davis et al., 1979) ซึ่งวิธีการนี้มีความสัมพันธ์กับระดับของแลคเตทที่สูงและไม่จำเป็นต้องเจาะเลือดเพื่อนำตัวอย่างเลือดมาวิเคราะห์ (อาภัสรา อัครพันธุ์, 2531)

เมื่อร่างกายมีการทำงานที่หนักขึ้นจนกระทั่งถึงระดับจุดเริ่มล้า ก็จะมีการเกี่ยวข้องกับภาวะความเป็นกรดในเลือดเพิ่มขึ้นและมีการปรับให้สมดุลด้วยการหายใจที่เพิ่มขึ้น กรดแลคติกที่ เกิดขึ้นจะถูกบัฟเฟอร์โดยไบคาร์บอเนตในเลือด (Wasserman, 1986) คาร์บอนไดออกไซด์ก็จะถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิตพลังงานในปริมาณสูง จากผลของการที่มีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) เพิ่มขึ้น ค่า pH ในเลือดที่ลดลง ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของก๊าซในการหายใจออก (Ve) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความหนักของการออกกำลังกาย

เปลี่ยนแปลงไปโดยเพิ่มสูงขึ้นอย่างทันทีทันใดและไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ก็คือ จุดเริ่มล้า นอกจากนี้การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซสามารถทำได้อีกวิธี นั้นคือ วิธีแบบวีสโลป (V-Slope Method) (รูปที่ 2) โดยการพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณออกซิเจนเมื่อความหนักของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจนก็จะเปลี่ยนแปลง และเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วนโดยตรง ซึ่งจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ก็คือ จุดเริ่มล้า (Beaver et al., 1986)



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจนโดยวิธีการหาแบบวีสโลปในการหาค่าจุดเริ่มล้า (จุดที่ลูกศรชี้)

แหล่งที่มา : Ghosh and Mukhopadhaya, 2002

11.2.2 วิธีการทดสอบของคอนโคนี (Conconi Test) วิธีการทดสอบหาจุดเริ่มล้าโดยวิธีของคอนโคนี (Conconi et al., 1982) คือ การให้นักกีฬาออกกำลังที่ความหนักระดับหนึ่งแล้วบันทึกความหนักของการออกกำลังกาย และอัตราการเต้นหัวใจซึ่งแสดงถึงการตอบสนองของร่างกายที่ความหนักนั้น ๆ นำค่าอัตราการเต้นของหัวใจและความหนักของการออกกำลังกายที่บันทึกไว้วิเคราะห์คำนวณหาความสัมพันธ์เพื่อหาจุดหักเหของกราฟ (Deflection Point) ซึ่งจุดที่หักเหของกราฟนั้นเป็นจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและความหนักในการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในขณะที่ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานโดยการออกซิเจนเป็นหลักนั้น อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นและแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนักของงาน และเมื่อเพิ่มความหนักของงานขึ้นระดับหนึ่ง จะเกิดการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อมากขึ้นเกินกว่าที่ร่างกายสลายได้ทัน เมื่อปริมาณอกซิเจนไม่เพียงพอร่างกายจึงเปลี่ยนการใช้พลังเป็นระบบพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนักของกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดจุดหักเหของ

อัตราการเต้นหัวใจ (Heart Rate Deflection Point) โดยจุดหักเหที่เกิดขึ้นก็คือ จุดเริ่มล้า (Peter and Janssen, 1992)

ถึงแม้การทดสอบหาค่าจุดเริ่มล้าโดยวิธีของคอนโคนีเป็นวิธีที่ค่อนข้างสะดวก และง่ายในการนำไปประยุกต์ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพแก่นักกีฬา แต่อย่างไรก็ตามวิธีการทดสอบของคอนโคนียังมีข้อโต้แย้งที่เกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของผลการทดสอบที่ได้จากการวิจัยของโจนส์และเดาส์ (Jones and Doust, 1995) ซึ่งทำการตรวจสอบความน่าเชื่อของการทดสอบแบบคอนโคนีในนักกรีฑาระยะไกล เพศชาย ที่ได้รับการฝึกเป็นอย่างดีจำนวน 15 คน โดยทำการทดสอบแบบคอนโคนี 2 ครั้งในช่วงเวลา 4-8 วัน ผลปรากฏว่า มีนักกีฬาจำนวน 6 คน ที่แสดงให้เห็นถึงค่าส่วนเบี่ยงเบนของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ และความเร็วในการวิ่งที่ความหนักสูงในการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง และมีนักกีฬาจำนวน 5 คน ที่แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนให้เห็นในการทดสอบแค่ครั้งเดียว ในขณะที่มีนักกีฬาถึง 4 คน ที่ไม่สามารถหาค่าเบี่ยงเบนได้ในการทดสอบทั้งสองครั้ง ในขณะที่มีนักกีฬาถึง 4 คน ที่ไม่สามารถหาค่าส่วนเบี่ยงเบนได้ในการทดสอบทั้งสองครั้ง จึงสามารถสรุปได้ว่า การทดสอบแบบคอนโคนีขาดความน่าเชื่อถือและไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ประเมินค่าจุดเริ่มล้า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวาชน, บาสเซ็ทท์และคลาร์ก (Vachon, Bassett and Clark, 1999) ที่ได้ออกแบบโปรโตคอลการทดสอบ 4 แบบ ประกอบด้วย การทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยลู่กล การทดสอบแบบคอนโคนีด้วยการวิ่งในลู่วิ่ง 400 เมตร การทดสอบด้วยการวิ่งต่อเนื่องบนลู่กลด้วยความหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และการทดสอบระดับกั้นแลตเตท (Lactate Threshold) ด้วยการวิ่งต่อเนื่องบนลู่กลจากการศึกษาพบว่า ผู้เข้ารับการทดสอบทุกคนแสดงให้เห็นจุดหักเหของอัตราการเต้นของหัวใจจากการวิ่งในลู่วิ่ง 400 เมตร แต่มีผู้เข้ารับการทดสอบเพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้นที่แสดงค่าจุดหักเหของอัตราการเต้นหัวใจจากการวิ่งบนลู่กล จึงสามารถสรุปได้ว่าการหาค่าจุดหักเหของอัตราการเต้นหัวใจไม่มีความแม่นยำในการทำนายค่าระดับกั้นแลคเตท

12. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า

แนวคิดและการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic Threshold) มีดังนี้ จุดเริ่มล้าเป็นจุดที่ภาวะร่างกายเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วในปริมารมาก ร่างกายสามารถขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้าได้จาก

โปรแกรมการฝึกที่มีความหนักอยู่ระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อย (Henritze et al., 1985; Daniel, 1989; Burke, Trayer, and Belcamino, 1994) อย่างไรก็ตามโปรแกรมการฝึกต้องวางแผนดำเนินการฝึกอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาเซลล์กล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพในการใช้ออกซิเจนและมีความอดทนต่อการสะสมของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดคอนโคนีและคณะ (Conconi et al., 1982) ที่กล่าวถึง "โปรแกรมการฝึกที่มีความหนักในระดับที่เหมาะสม" สามารถขยายระยะเวลาของอัตราการเกิดกรดแลคติกหรือสภาวะการเกิดจุดเริ่มล้า" ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่สอดคล้องกันในการสร้างโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดจุดเริ่มล้าดังนี้

1. โปรแกรมการฝึกพลังงานสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจน ความหนักของโปรแกรมสูง ปริมาณการฝึกน้อยและต้องอาศัยระยะเวลาในการพักมากเพื่อการฟื้นตัว

2. โปรแกรมการฝึกพลังงานสูงสุดแบบใช้ออกซิเจน โดยการฝึกการใช้ออกซิเจนด้วยงานปานกลางอย่างต่อเนื่อง หรือความหนักของงานสูงกว่าแต่ทีการฝึกเป็นช่วงโดยมีระยะเวลาพัก

3. โปรแกรมการฝึกที่สามารถขยายเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้าที่ดี ควรมีความหนักประมาณ 85-95% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

4. โปรแกรมการฝึกที่สามารถพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนที่ดีควรมีความหนักประมาณ 60-75% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

และยังมีโปรแกรมการฝึกที่เพิ่มระดับจุดเริ่มล้าตามแนวคิดของเดวิส (Davis, 2000) ดังนี้

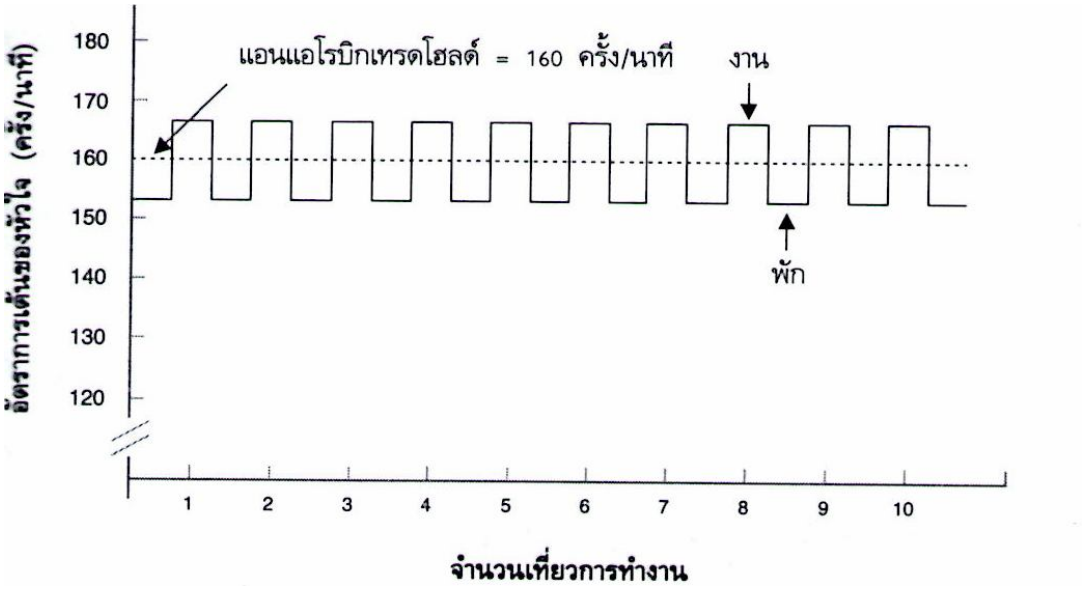
1. การฝึกที่มีความหนักสูงในแต่ละครั้ง (Intensive Repetition) มีความหนักประมาณ 100% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ในระยะเวลา 30-60 วินาที โดยมีระยะเวลาพักให้อัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่า 70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

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

3. การฝึกความอดทนแบบต่อเนื่อง (Extensive Endurance) มีความหนักประมาณ 70-80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระยะเวลาในการฝึกประมาณระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเริ่มใช้ออกซิเจนจนถึงการเกิดจุดเริ่มล้า

สนธยา สีละมาด (2547) ได้เสนอแนวคิดในการสร้างโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้า กล่าวคือ การฝึกซ้อมที่ระดับจุดเริ่มล้าเป็นระดับความหนักที่ "เหนื่อยแต่ทนได้" มีค่าความหนักของการฝึกซ้อมประมาณ 85-90% ของชีพจรสูงสุด สามารถฝึกซ้อมได้โดยวิธีการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) เช่น การวิ่ง 8-10 เที่ยว x 400 เมตร เป็นต้น (รูปที่ 3) ซึ่งการฝึกซ้อมที่ถูกต้องจะช่วยขยายระยะเวลาของการก้าวขึ้นสู่ระดับจุดเริ่มล้า โดยการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทำงาน

ภายใต้ความเป็นกรดของร่างกายได้เป็นเวลานาน โดยคุณภาพของการฝึกซ้อมในเที่ยวสุดท้ายควรจะมีคุณภาพเท่ากับการฝึกซ้อมในเที่ยวแรก ความถี่ในการฝึกไม่ควรเกิน 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ การฟื้นสภาพหลังและระหว่างการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ และควรเป็นการฟื้นสภาพโดยการฝึกซ้อมที่มีความหนักประมาณ 60-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบราวนิงค์ และสลีเมเกอร์ (Browning and Sleamaker, 1996) ที่ได้เสนอว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อยจะช่วยพัฒนาความสามารถในการกำจัดกรดแลคติกและเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าได้ โดยลักษณะการฟื้นสภาพหรือการพักระหว่างช่วงการทำงานควรเป็นการพักแบบมีกิจกรรม (Active Rest) เช่น การวิ่งเหยาะ หรือการเดิน ให้มีความหนักของกิจกรรมมีค่าของอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ระดับ 60-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด



รูปที่ 3 ตัวอย่างการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ระดับจุดเริ่มล้า
แหล่งที่มา: สนธยา สีละมาด, 2547

การใช้อัตราการเต้นของหัวใจในการฝึกแบบหนักสลับเบา อาจมีความยุ่งยากที่จะใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวกำหนดระยะเวลาของช่วงการผ่อนคลาย เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจจะไม่มีการฟื้นสภาพต่ำลงถึง 120-140 ครั้งต่อนาที ดังนั้น นักกีฬาสามารถกำหนดช่วงการพักด้วยการหาอัตราส่วนระหว่างการทำงานต่อการพัก ด้วยช่วงการทำงานที่ยาวนาน (800 เมตร) อัตราส่วนระหว่างการทำงานต่อการพักควรเท่ากับ 1:1 หรือ 1:1.5 สำหรับช่วงการทำงานปานกลาง (400-600 เมตร) จะใช้อัตราส่วน 1:2 และสำหรับช่วงการทำงานที่สั้นกว่าจะใช้อัตราส่วน 1:3 เนื่องจากความหนักสูงกว่า ขณะที่ฟอกซ์และแมทธิวส์ (Fox and Mathews, 1974) ได้เสนอแนวคิดที่สอดคล้องกันกล่าวคือ การฝึกแบบหนักสลับเบาโดยที่มีช่วงระยะเวลาในการฝึกไม่เกิน 30 วินาที ซึ่งเป็นช่วงเวลา

ที่ร่างกายใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนควรมีสัดส่วนของการฝึกและการพักในแต่ละช่วง คือ 1:3 เพื่อให้ร่างกายได้มีเวลาเพียงพอในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกและการสร้างเอทีพี

13. ชุดเพิ่มน้ำหนัก

การใช้ชุดเพิ่มน้ำหนักเป็นการเพิ่มน้ำหนักให้ส่วนต่างๆของร่างกาย เป็นการรวมน้ำหนักเข้ากับร่างกาย ซึ่งทำให้มือสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ ไม่เหมือนกับการถือน้ำหนักหรือการใช้เครื่องยกน้ำหนัก ผู้ที่ใช้มีแนวโน้มในการเคลื่อนที่มากกว่าปกติ

การใช้ชุดเพิ่มน้ำหนัก คือเป็นรูปแบบของการฝึกแบบใช้แรงต้าน ในการเพิ่มความหนักทำให้เกิดแรงมากระทำต่อร่างกายเป็นการเพิ่มแรงต้านในการเคลื่อนที่อีกด้วย เนื่องจากต้องมีแรงที่มากขึ้นหรือเอาชนะความเฉื่อยของความหนักของร่างกาย ดีพอ ๆ กับการที่มีแรงในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นซึ่งต้องออกแรงมากขึ้นในการทำใช้ช้าลง อย่างไรก็ตามควรให้ความสนใจกับความปลอดภัยในการเพิ่มน้ำหนักในบางส่วนเช่น ข้อมือ และข้อเท้า

โดยทั่วไปการใช้น้ำหนักเพียงเล็กน้อย จะใช้เวลาฝึกนานหรือทำซ้ำหลายครั้ง เพื่อเพิ่มความทนทาน อย่างเช่นการวิ่ง การว่ายน้ำ การต่อย การเตะ หรือการกระโดด การใช้น้ำหนักมากสามารถใช้ได้เช่นเดียวกัน คือ ต้องเคลื่อนไหวช้าๆ ควบคุมการเคลื่อนไหว และเป็นการเพิ่มน้ำหนักในการฝึกแบบใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน

ชุดเพิ่มน้ำหนักแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ชุดเพิ่มน้ำหนักร่างกายส่วนล่าง (lower body weighted clothing)
    - 1.1 ชุดเพิ่มน้ำหนักต้นขา (thigh weighs)
    - 1.2 ชุดเพิ่มน้ำหนักข้อเท้า (ankle weighs)
    - 1.3 รองเท้าเพิ่มน้ำหนัก (weighed footwear)
2. ชุดเพิ่มน้ำหนักแกนกลางร่างกาย (core weighted clothing)
    - 2.1 สายรัดสะโพกเพื่อลากน้ำหนัก (hip drags)
    - 2.2 เข็มขัดรัดสะโพกเพื่อดึงน้ำหนัก(dip belts)
    - 2.3 เข็มขัดเพิ่มน้ำหนัก (weighted belts)
    - 2.4 เสื้อเพิ่มน้ำหนัก (weighted vests)
    - 2.5 ชุดเพิ่มน้ำหนักคอ (neck weights)
    - 2.6 ชุดเพิ่มน้ำหนักที่ศีรษะ(head weights)
    - 2.7 กระเป๋าสะพายเพิ่มน้ำหนัก(weighted backpack)

2.8 ชุดที่เป็นระบบการกระจายน้ำหนัก หรือการรวมน้ำหนัก(distributed weights/integrated weights systems)

3. ชุดเพิ่มน้ำหนักร่างกายส่วนบน (upper body weights clothing)
   3.1 ชุดเพิ่มน้ำหนักแขนท่อนบน (upper-arm weights)
   3.2 ชุดเพิ่มน้ำหนักข้อมือ (wrist weights)
   3.3 ถุงมือเพิ่มน้ำหนัก(weighted gloves)

ในการเพิ่มน้ำหนักขณะเดินออกกำลังกายในช่วง 6 สัปดาห์ผู้ชายสามารถเพิ่มได้ถึง 6 กิโลกรัม และในผู้หญิงเพิ่มได้ถึง 4 กิโลกรัม (Yanker and Burton, 1990)

เสื้อเพิ่มน้ำหนัก (weighted vets)

เสื้อเพิ่มน้ำหนักเป็นที่นิยมใช้ทั่วไป เนื่องจากเป็นการเพิ่มน้ำหนักในบริเวณส่วนแกนกลางของร่างกาย รวมทั้งเป็นการกระตุ้นในส่วนที่มีไขมันสะสมในร่างกายมากที่สุด มีประโยชน์สำหรับการเพิ่มน้ำหนักในการเคลื่อนไหว และสามารถใช้มือถือน้ำหนักเพิ่มได้ด้วย

การใช้เสื้อเพิ่มน้ำหนักเป็นการเพิ่มน้ำหนักที่ดีที่สุด เพราะมีความปลอดภัยมีความเป็นธรรมชาติมากที่สุด หมายถึงการเลียนแบบการมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นโดยไม่ทำให้กล้ามเนื้อเสียสมดุล สามารถเพิ่มแรงต้านในขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว รูปแบบการออกกำลังกายที่ใช้โดยทั่วไป เช่น การดันพื้น (pull-ups) การดึงข้อ (dips) การย่อและยืนด้วยแขนหรือขา (pushup) การย่อขา (squats) และการย่อขาข้างเดียว (single leg squats)

ปัญหาของการใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก คือ การใช้ขณะดันพื้นและการย่อยืนต้องรัดบริเวณหัวไหล่ให้แน่น ซึ่งทำให้ขอบเสื้อกดแน่นมากอาจทำให้เจ็บได้ ในผู้ที่มีความแข็งแรงหรือความอ่อนตัวน้อยควรกำหนดขอบเขตการเคลื่อนไหว เพื่อหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บ เช่น การก้มตัวไปด้านหน้าและการงอตัวไปด้านหลัง ปัญหาอีกอย่างหนึ่งของการใช้ คือ เมื่อสวมแล้วทำให้การหายใจไม่สะดวก และทำให้ร้อนจนเกินไปในระหว่างการใช้ การระบายอากาศของเสื้อไม่ดีซึ่งมีสาเหตุมาจากวัสดุที่ใช้ เช่น ไนลอน และนีโอพลีน ในช่วงหลังมานี้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเสื้อเพิ่มน้ำหนักเพื่อให้สวมใส่สบาย โดยการใช้วัสดุที่มีการยืดขยายตัวไปตามทิศทางการเคลื่อนไหว การขยายของช่วงอกขณะหายใจสามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ตามความต้องการ ออกแบบเพื่อให้สวมใส่ไว้ในเสื้อผ้าได้ และการมีฟองน้ำกันกระแทกมาเย็บรวมกับเสื้อ

ชุดที่เป็นระบบการกระจายน้ำหนัก หรือการรวมน้ำหนัก (distributed weights/integrated weights systems)

การกระจายน้ำหนักไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเป็นการปรับปรุงจากรูปแบบเดิม ซึ่งทำให้การแบกรับน้ำหนักง่ายขึ้น นอกจากนั้นแล้วยังเป็นการลดภาวะที่จะทำให้กล้ามเนื้อและเอ็นตึงเกินไป โดยทั่วไปสามารถประยุกต์การใช้น้ำหนักจาก ต้นแขน (biceps) ท่อนแขนระหว่างข้อมือและศอก (forearms) ต้นขา (thighs) และน่อง (calves) และอาจใช้กับเสื้อเพิ่มน้ำหนักสามารถใช้ได้ในชีวิตประจำวันเพื่อให้มีการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้น

ข้อควรระวังในการใช้ชุดเพิ่มน้ำหนัก (Wikipedia, 2009)

1. ก่อนเพิ่มน้ำหนักควรฝึกในน้ำหนักระดับเดิมก่อน เพื่อให้เกิดการปรับตัว
2. ถ้าต้องการใส่เพื่อให้เกิดประโยชน์สำหรับกิจกรรมในระหว่างประจำวัน (daily activities)ไม่ควรใช้ในการออกกำลังกายอีก
3. ไม่ควรใช้น้ำหนักเกิน 10% ของน้ำหนักร่างกายในการเริ่มต้นของการฝึก เพราะจะทำให้เกิดการบาดเจ็บได้
4. ควรใส่ให้กระชับพอดี

14. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ณัฐจรีย์ วิชเวช (2534) ได้ศึกษาเรื่อง “การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างจลนศาสตร์ของการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายและแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์” ผลการวิจัย พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างจลนศาสตร์ของการใช้ออกซิเจน มีความสัมพันธ์กับกลไกควบคุมแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์มากกว่าใช้ออกซิเจนสูงสุด ดังนั้นจึงมีผลทำให้อัตราการใช้ออกซิเจนช้าลงขณะร่างกายอยู่ในภาวะแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์

โรม วงศ์ประเสริฐ (2545) ได้ศึกษาเรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าในนักกีฬาวิ่ง 1500 เมตร” โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาระดับจุดเริ่มล้าในนักกีฬาวิ่งระยะ 1500 เมตร และศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมการฝึกทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับต่ำกว่าจุดเริ่มล้า (-10%) ระดับจุดเริ่มล้า และระดับสูงกว่าจุดเริ่มล้า (+10%) ใช้วิธีการทดสอบจุดเริ่มล้าโดยวิธีการทดสอบของคอนโคนี (จุดหักเหของอัตราการเต้นหัวใจ) จากการวิจัยพบว่า โปรแกรมการฝึกที่ระดับสูงกว่าจุดเริ่มล้าทำให้นักกีฬามีระดับอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยที่จุดเริ่มล้าเพิ่มขึ้น +3.17% ส่วนโปรแกรมการฝึกที่ระดับจุดเริ่มล้าและต่ำกว่าจุดเริ่มล้าส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าจุดเริ่มล้า 1-10 ครั้ง/นาที สามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าได้ดี

พงษ์เอก สุขใส (2548) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบและพัฒนาโปรแกรมการฝึกสำหรับปรับปรุงจุดเริ่มล้าในนักกีฬาฟุตบอล โดยทำการวิจัยในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬา จำนวน 20 คน

ซึ่งถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมตามปกติ และกลุ่มทดลองที่เข้ารับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเพื่อปรับปรุงจุดเริ่มล้าแล้วจึงฝึกตามโปรแกรมฝึกซ้อมตามปกติ โดยทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตตินนท์ จรูญศรีสวัสดิ์ (2550) ได้ทำการศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าด้วยการเปรียบเทียบผลก่อน และหลังเข้ารับการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย โดยการทำวิจัยในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย จำนวน 4 คน เข้ารับการฝึกจากโปรแกรมฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งเป็นการฝึกแบบหนักสลับเบา แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 โปรแกรมการฝึกมีความหนัก 95-100% ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และระยะที่ 2 โปรแกรมการฝึกมีความหนัก 100-105% ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า แต่ละระยะของโปรแกรมใช้เวลาทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน ผลการศึกษาพบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ พบว่านักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น +3.78% สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น +13.19% สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น +6.04% จากการวิจัยพบว่าโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าสามารถเพิ่มระดับจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเซปักตะกร้อประเภทคู่หญิงทีมชาติไทย

นิศากร ตันติวิบูลชัย (2552) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างผลของการเดินออกกำลังกายแบบใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก และไม่ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนักต่อการสลายของกระดูกและสุขสมรรถนะในหญิงวัยทำงาน ในกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัคร จำนวน 48 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่มีการสร้างการสลายของกระดูกในอัตราปกติ (NB) จำนวน 23 คน และกลุ่มที่มีการสร้างกระดูกและการสลายของกระดูกในอัตราสูงกว่าปกติ (HB) จำนวน 25 คน แล้วนำมาสุ่มเข้ากลุ่มแบบกำหนด (random assignment) ลงในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทั้งหมด 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มทดลอง NB ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก (NBEW) จำนวน 12 คน กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มทดลอง HB ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก (HBEW) จำนวน 12 คน กลุ่มที่ 3 คือกลุ่มควบคุม NB ไม่ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก (NBE) จำนวน 11 คน และกลุ่มที่ 4 คือกลุ่มควบคุม HB ไม่ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก (HBE) จำนวน 13 คน ทุกกลุ่มเดินบนลู่กล ที่ระดับความชัน 0 เปอร์เซ็นต์ ครั้งละ 30 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่ความหนัก 65-75 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยกลุ่มทดลองเริ่มใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก 2% ของน้ำหนักตัว และเพิ่มน้ำหนักครั้งละ 2% ในทุกสัปดาห์ จนกระทั่งครบ 8% ของ

น้ำหนักตัว ทดสอบค่าการสร้างของกระดูก (P1NP) และการสลายของกระดูก (crossLaps) ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ส่วนสุขสมรรถนะ ทำการทดสอบก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า การเดินออกกำลังกายแบบใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก และไม่ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก ในหญิงวัยทำงานมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการสร้างและการสลายของกระดูก และสุขสมรรถนะดีขึ้น จึงสามารถนำไปใช้เพื่อเป็นทางเลือกในการออกกำลังกายของหญิงวัยทำงานทั่วไปได้

13. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

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

บีเวอร์และคณะ (Beaver et al., 1986) ทำการวิจัยเรื่อง “วิธีการตรวจสอบจุดเริ่มล้าแบบใหม่ด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ” ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจสอบจุดเริ่มล้าโดยวิเคราะห์ความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ร่างกายผลิตและปริมาณก๊าซออกซิเจน (O_2) ที่ร่างกายนำไปใช้เรียกว่า วิธีการแบบ V-Slope จากการวิจัยพบว่า วิธีการแบบ “V-Slope” มีความเชื่อถือสูง เนื่องจากจุดเริ่มมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างทันทีความสัมพันธ์กับระดับกั้นแลคเตทในระดับสูง

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

เบอร์จีรอน, อาร์มสตรองและแมเรช (Bergeron, Armstrong, and Maresh, 1995) ได้วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความเข้มข้นของเลือดปริมาณฮีโมโกลบิน ระดับน้ำตาลในเลือด และความเข้มข้นของแลคเตท คอร์ติซอล และเทสทอสเตอโรนในน้ำเลือด ของนักเทนนิสชายดิวิชัน 1 จำนวน 10 คน (อายุเฉลี่ย 20.3 ± 2.5 ปี) ในระหว่างการเล่นประเภทเดี่ยว ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจในช่วง 85 นาทีของการเล่นมีค่า 144.6 ครั้ง/นาที เท่ากับ 61.4% ของอัตราการเต้นสูงสุดสำรองของหัวใจความเข้มข้นของแลคเตทในน้ำเลือดและกลูโคสในเลือด ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดช่วงเกมการแข่งขัน แม้ว่าจะมีการเพิ่มกลูโคสในเลือดถึง 23% จากการวัดค่าหลังจากอบอุ่นร่างกาย ระดับคอร์ติซอลในน้ำเลือดลดลงอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ระดับเทสทอสเตอโรนสูงขึ้น สรุปว่าการตอบสนองโดยรวมด้านการเผาผลาญพลังงานระหว่างการเล่นเทนนิส มีความคล้ายคลึงกับการออกกำลังกายความหนักปานกลางแบบยาวนาน ซึ่งทำให้การเผาผลาญพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (oxidative) โดดเด่นขึ้นมา และของเสียจากขบวนการแอนแอโรบิคถูกกำจัดออกไปได้อย่างรวดเร็ว

เบิร์ก และคณะ(Burke et al., 1994) ได้ทำการ ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบมีช่วงพักสองรูปแบบที่มีผลต่อจุดเริ่มที่มีการสะสมของกรดแลคติก (Lactate Threshold) และจุดที่ระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกาย (Ventilatory Threshold) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นเพศหญิงจำนวน 21 คน ที่มีระดับของปริมาณของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2Peak) ใกล้เคียงกัน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่งฝึกกิจกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 30 วินาที กลุ่มที่สอง ฝึกกิจกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาสองนาที ด้วยอัตราส่วนของความต่อเนื่องและช่วงพักสองนาที ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ ที่ระดับของความหนักร้อยละ 85 ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและเพิ่มระดับของความหนักอีกร้อยละ 5 ทุก ๆ สองสัปดาห์ ทำการฝึกสี่ครั้งต่อสัปดาห์ ทำการเก็บข้อมูลของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด จุดที่เริ่มมีการสะสมของกรดแลคติก และจุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกาย ก่อนและภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 7 ผลของการศึกษาพบว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดทั้งสองกลุ่มร้อยละ 5 และ 6 ตามลำดับ และมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจุดที่เริ่มมีการสะสมของกรดแลคติกร้อยละ 19.4 และ 22.4 ตามลำดับ และมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกายร้อยละ 19.35 และ 18.5 ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม แต่กลับพบว่าจุดที่เริ่มมีการสะสมของกรดแลคติกและจุดที่ระบายอากาศของปอดเริ่มมีจุดหักเหจากความหนักในการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง ($P<0.05$) สามารถสรุปผลของการศึกษาในครั้งนี้ได้ว่า การฝึกเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกแบบมีช่วงพักในระดับความหนักที่สูงมีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด จุดที่เริ่มมีการสะสม

ของกรดแลคติก และจุดที่การระบายอากาศของปอดเริ่มมีการหักเหจากความหนักในการออกกำลังกาย

แมคคาร์ทีย์และคณะ (McCarthy et al., 1997) ได้ศึกษาผลการทดสอบความสามารถในการตีเทนนิสสูงสุด (อัตราการป้อนลูก 30 ลูกต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที โดยพัก 40 วินาที) จนกระทั่งอ่อนล้า (35.4 $\pm$ 4.6 นาที) ที่มีต่อประสิทธิภาพการตี ปรากฏว่าความแม่นยำในการตีลูกพื้นลดลงจากตอนเริ่มต้นการทดสอบถึง 75% เมื่อนักกีฬาเริ่มอ่อนล้า ความแม่นยำในการตีลูกหลังมือทแยงและการเสิร์ฟลดลงเมื่อเทียบกับก่อนทดสอบ

เอ็ดเวิร์ด, คลาร์ก และคณะ (Edwards, Clark, and Macfadyen, 2003) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “แลคเตทและระดับกั้นการระบายที่เป็นผลจากสถานะของการฝึกนักกีฬาฟุตบอลอาชีพ ซึ่งพลังงานสูงสุดของแอโรบิกไม่มีการเปลี่ยนแปลง” ซึ่งจากการวิจัยพบว่า การฝึกที่ระดับกั้นการเกิดแลคเตทสามารถพัฒนาระดับจุดเริ่มล้าของนักกีฬาได้ ขณะที่ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่มีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ปริมาณการใช้ออกซิเจนที่ระดับกั้นแลคเตทซึ่งเรียกว่า Ventilatoty Anaerobic Threshold มีการพัฒนาขึ้นด้วย ดังนั้นจึงสรุปว่า ระดับกั้นแลคเตทเป็นตัวบ่งชี้ความหนักในการฝึกของนักกีฬาฟุตบอลอาชีพได้ดีกว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

โวเบจดา และคณะ (Vobejda et al., 2006) ได้ทำการศึกษาความเที่ยงตรงของการใช้อัตราการเต้นคงที่ของหัวใจสูงสุด (Maximal Constant Heart Rate) ที่ใช้ทำนายจุดเริ่มล้าของการวิ่ง อุปกรณ์ในการศึกษาประกอบด้วย เครื่องบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ทำการทดสอบที่ระดับกั้นของแลคเตทในเลือด 4.0 มิลลิโมลต่อลิตร และทดสอบค่าคงที่ของระดับแลคเตทในเลือดสูงสุด (Maximal Lactate Steady State) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาทั้งหมด 31 คน และทำการทดสอบซ้ำอีกในระยะเวลา 2 สัปดาห์ จำนวน 17 คน ผลการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจกับค่าคงที่ของระดับกั้นแลคเตทในเลือดสูงสุดซ้ำ มีความใกล้เคียงกันมาก ($r=0.897$, $p<0.001$) ค่าเฉลี่ยของแลคเตทในเลือดสูงสุด ($r=0.899$, $p<0.001$) เช่นกัน สามารถสรุปผลของการศึกษาได้ว่าการใช้ค่าของอัตราการเต้นของหัวใจ และค่าคงที่ของระดับแลคเตทในเลือดสูงสุดมีความเที่ยงตรงในการทำนายจุดเริ่มล้า

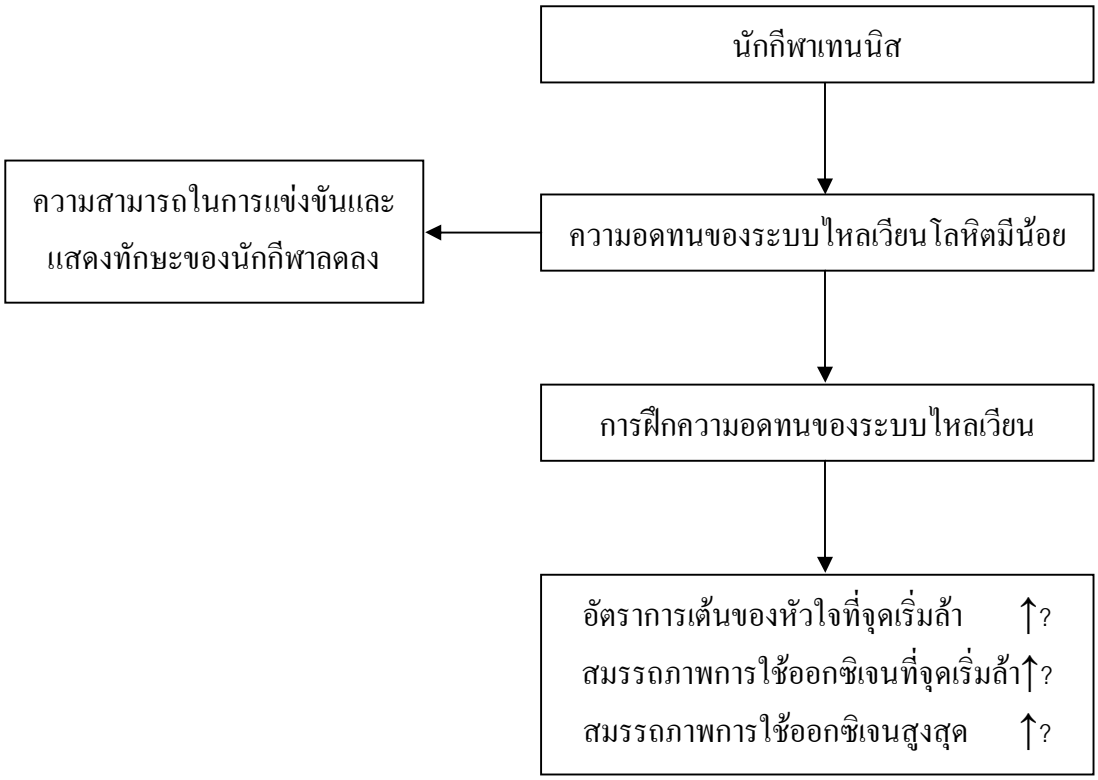
เฟอนันเดส และคณะ (Fernandez et al., 2006) ได้ศึกษาความหนักในการแข่งขันเทนนิสโดยที่จะเน้นไปยังลักษณะของผู้เล่นเทนนิสระหว่างแข่งขัน และความต้องการพลังงานในกีฬาเทนนิส ซึ่งกีฬาเทนนิสจะใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมงและบางครั้งอาจใช้เวลาถึงมากกว่า 5 ชั่วโมง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลในการแข่งขันประเภทชายเดี่ยวและคู่ในเฟรนโอเพ่น (French Open) และวิมเบอดัน (Wimbledon) ซึ่งพบว่า ค่าเฉลี่ยการใช้ออกซิเจนสูงสุดในกีฬาเทนนิสอยู่ที่ 60-70% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดอยู่ที่ 60-80% ของอัตราการเต้น

ของหัวใจสูงสุด และมีปริมาณระดับแลคเตทในเลือดอยู่ที่ 1.8-2.8 มิลลิโมล/ลิตร และอาจเพิ่มขึ้นถึง 8 มิลลิโมล/ลิตรในการแข่งขันที่หนักและมีระยะเวลายาวนาน

กิหราด และคณะ (Girard et al., 2006) ได้ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจสูงสุด ความแข็งแรงแบบแรงระเบิดในการแข่งขันเทนนิสที่มีเวลานาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทนนิสที่ได้รับการฝึกซ้อมมาอย่างดี จำนวน 12 คน โดยใช้การจำลองการแข่งขันเทนนิส 3 ชั่วโมง และทำการวัด การหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (MVC) ความตึงของขา (Leg Stiffness) และพลังสูงสุดใน Squat Jump (SJ) และ Countermovement Jump (CMJ) โดยทำการวัดก่อนการแข่งขัน และ ทุก 30 นาที ระหว่างแข่งขันและ หลังทำการแข่งขัน 30 นาที โดยมีการวัด อัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเหนื่อย และระดับความเจ็บปวดในกล้ามเนื้อ ซึ่งผลการทดสอบ ระดับ MVC และความตึงตัวของขาลดลงหลังจากการแข่งขัน ซึ่งพลังสูงสุดใน Squat Jump (SJ) และ Countermovement Jump (CMJ) คงที่แต่ลดลงหลังจากการแข่งขัน 30 นาที ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยอยู่ที่ 144 ครั้งต่อนาที และระดับ RPE และความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

ฟรานซิส และคณะ (Francis et al., 1986) ได้ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ออกซิเจนที่สัมพันธ์กับการเดินและการวิ่งบนลู่กลขณะถือน้ำหนักในมือ มีผู้เข้าร่วม 10 คน (อายุเฉลี่ย 26 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 66.5 กก.) รูปแบบการทดลองมีการเดินและวิ่งที่ความเร็ว 4.8, 5.6 และ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีการถือน้ำหนัก ซึ่งแบ่งออกเป็น 1) ไม่มีการถือน้ำหนัก 2) ถือน้ำหนัก 0.91 กิโลกรัม 3) ถือน้ำหนัก 1.81 กิโลกรัม (ถือน้ำหนักในมือแต่ละข้างตามที่กำหนด) ผลการศึกษาพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในการใช้ออกซิเจนขณะวิ่งถือน้ำหนักและไม่ถือน้ำหนัก โดยทางกลับกันการเดินโดยถือน้ำหนักไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในการใช้ออกซิเจน การวิ่งขณะที่มีการถือน้ำหนักด้วยนั้นพบว่า มีการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง "ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส" มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่า "ที" (t-test) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส ทดสอบระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเทนนิสในระดับมหาวิทยาลัย จากมหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 12 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยนักกีฬาเทนนิสต้องมีประสบการณ์ในการเล่น ไม่ต่ำกว่า 5 ปี

ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
    1.1 แบบบันทึกข้อมูลทั่วไปของผู้เข้ารับการทดสอบ
    1.2 เครื่องวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซยี่ห้อ Cosmed จากประเทศอิตาลี
    1.3 นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจยี่ห้อ Polar รุ่น S810i จากประเทศฟินแลนด์
    1.4 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar Team System) จากประเทศฟินแลนด์
    1.5 โปรแกรมสำเร็จรูปของโพลาร์ (Polar Precision Performance Software Version 4.01.029) จากประเทศฟินแลนส์
    1.6 ลู่กลยี่ห้อ OZ จากประเทศไทย
    1.7 คอมพิวเตอร์แบบพกพายี่ห้อ Compaq จากประเทศสหรัฐอเมริกา

2. เครื่องมือสำหรับการฝึก

2.1 โปรแกรมฝึกจุดเริ่มล้า

2.2 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar Team System) จากประเทศฟินแลนด์

2.3 ชุดเพิ่มน้ำหนัก

2.4 แผ่นน้ำหนัก ขนาด 0.5 กิโลกรัม 0.125 กิโลกรัม และ 0.1 กิโลกรัม

วิธีการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. โปรแกรมฝึกจุดเริ่มล้า ซึ่งพัฒนาเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการฝึก 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน คือวันพุธ และวันศุกร์ โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้ามีขั้นตอนดังนี้

1.1 สังเกตการณ์ฝึกซ้อมของนักกีฬา โดยให้นักกีฬาสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจในขณะฝึกซ้อม เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์การเคลื่อนไหวที่ใช้ในการฝึกซ้อมกับอัตราการเต้นของหัวใจ

1.2 ศึกษาและวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีจากตำรา วารสาร เอกสารและรายงานการวิจัยเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้า

1.3 สังเคราะห์ความรู้ที่ได้กำหนดเป็นโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

1.4 นำโปรแกรมการฝึกเพื่อปรับปรุงจุดเริ่มล้าที่ได้จากการสังเคราะห์ความรู้ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความเรียบร้อย

1.5 เสนอโปรแกรมการฝึกที่ได้รับการตรวจสอบแก้ไขให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความ สามารถและมีประสบการณ์ทางด้านสรีรวิทยาการฝึกซ้อมกีฬา 4 ท่าน พิจารณาความสำคัญ ความถูกต้องและความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกโดยโปรแกรมการฝึกมีค่าดัชนีสอดคล้อง (Item Objective Congruence, IOC) เท่ากับ 0.84 (ภาคผนวก ง)

1.6 ศึกษานำร่องโดยการทดลองใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสกับกลุ่มทดลองที่เป็นมหาวิทยาลัยบูรพา อายุระหว่าง 18-22 ปี โดยการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 5 คน เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการใช้โปรแกรมการฝึกเพื่อปรับปรุงจุดเริ่มล้าและเพื่อหาคุณภาพแบบฝึกที่ใช้

1.7 นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง

1.8 นำโปรแกรมการฝึกที่ผ่านการตรวจสอบพิจารณาแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย

2. นำเสนอโครงการวิจัยเพื่อเข้ารับการพิจารณาทางจริยธรรมจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ กลุ่มสหสถาบัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ผู้วิจัยทำการอธิบายชี้แจงแก่นักกีฬา เพื่อรับทราบและเข้าใจวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการทดลอง พร้อมทั้งสาธิตวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้องและข้อปฏิบัติที่จำเป็นในการทดลอง

4. ผู้ทำการวิจัยออกแบบบันทึกข้อมูลประจำตัวของนักกีฬาแต่ละคนประกอบด้วยชื่อ สกุล อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ภาวการณ์ทดสอบ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ตารางแสดงขั้นตอนการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน อัตราการเต้นของหัวใจระหว่างการทดสอบ และวัดระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE: Rating of Perceived Exertion) (Borg, 1982) (ภาคผนวก ก)

5. นักกีฬากรอกข้อมูลส่วนตัวในแบบบันทึกข้อมูลและลงนามในหนังสือเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ (ภาคผนวก ก)

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

6.1 ทำการปรับตั้งค่าความเที่ยงตรงของเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

6.2 นักกีฬาที่เข้ารับการทดลองสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจซึ่งมีลักษณะเป็นสายรัด โดยคาดไว้ที่บริเวณใต้ระดับหน้าอกหรือระดับของกระดูกสันอก (Sternum) และสวมหน้ากากซึ่งมีอุปกรณ์เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

6.3 ตั้งค่านาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar Watch รุ่น S810i) เพื่อแสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจในรูปของตัวเลขบนหน้าจอนาฬิกา

6.4 ทำการทดสอบโดยการวิ่งบนลู่กลตามโปรโตคอลพร้อมบันทึกค่าลงในใบบันทึกในแต่ละขั้นของการทดสอบ ขณะทำการทดสอบด้วยการวิ่งบนลู่กล ผู้วิจัยใช้แบบวัดระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE: Rating of Perceived Exertion) (ภาคผนวก ฉ) เพื่อวัดระดับความเหนื่อยของนักกีฬาในขณะทดสอบเป็นระยะ ๆ และก่อนการทดสอบจะต้องทำการปรับความเที่ยงตรงด้วยอากาศ ก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง

6.5 สิ้นสุดการทดสอบหลังจากนักกีฬาทำการทดสอบจนกระทั่งหมดแรง

7. นักกีฬาดำเนินการฝึกตามโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า ซึ่งพัฒนาเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยโปรแกรมการฝึกถูกแบ่งออกเป็น 2 ระยะ(ภาคผนวก ข)

8. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่จุดเริ่มล้า

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการทดสอบแบบบรู๊ซโปรโตคอล (Bruce Protocol)

Stage	Time (min)	Speed (km/hr)	%grade
1	0	2.74	10
2	3	4.02	12
3	6	5.47	14
4	9	6.76	16
5	12	8.05	18
6	15	8.85	20
7	18	9.65	22
8	21	10.46	24
9	24	11.26	26
10	27	12.07	29

แหล่งที่มา: Bruce, 1974

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการทดสอบของผู้เข้าร่วมการวิจัยมาดำเนินการตามขั้นตอน ด้วยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่า “ที” (t-test)และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

2. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง “ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเร่มล้าในนักกีฬาเทนนิส”

มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึก โดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลของนักกีฬาเทนนิส ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

6 สัปดาห์ มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปตารางประกอบ ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลเบื้องต้นของนักกีฬาเทนนิส

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่า “ที” (t-test) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส ทดสอบระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลเบื้องต้นของนักกีฬาเทนนิส

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลเบื้องต้นของนักกีฬาเทนนิส

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	อายุ (ปี)		ส่วนสูง (เซนติเมตร)		น้ำหนัก (กิโลกรัม)	
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
นักกีฬาเทนนิส	12	19.92	1.88	173.25	6.03	69.46	14.05

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักกีฬาเทนนิสมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 19.92 ปี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.88 ปี ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 173.25 เซนติเมตร มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.03 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 69.46 กิโลกรัม และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.05 กิโลกรัม

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่า “ที” (t-test) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส ทดสอบระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า “ที”(t-test) จากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส

รายการ	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t-test.	p-value
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	145.58	20.27	169.0	12.91	4.15*	0.16
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า(มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	25.33	11.37	51.17	14.05	5.04*	0.04
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	40.83	12.67	69.33	14.17	7.02*	0.00

*p < .05

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า 25.33 และ 51.17 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีค่า 145.58 และ 169.00 ครั้ง/นาที และค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่า 40.83 และ 69.33 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬานักกีฬาเทนนิส

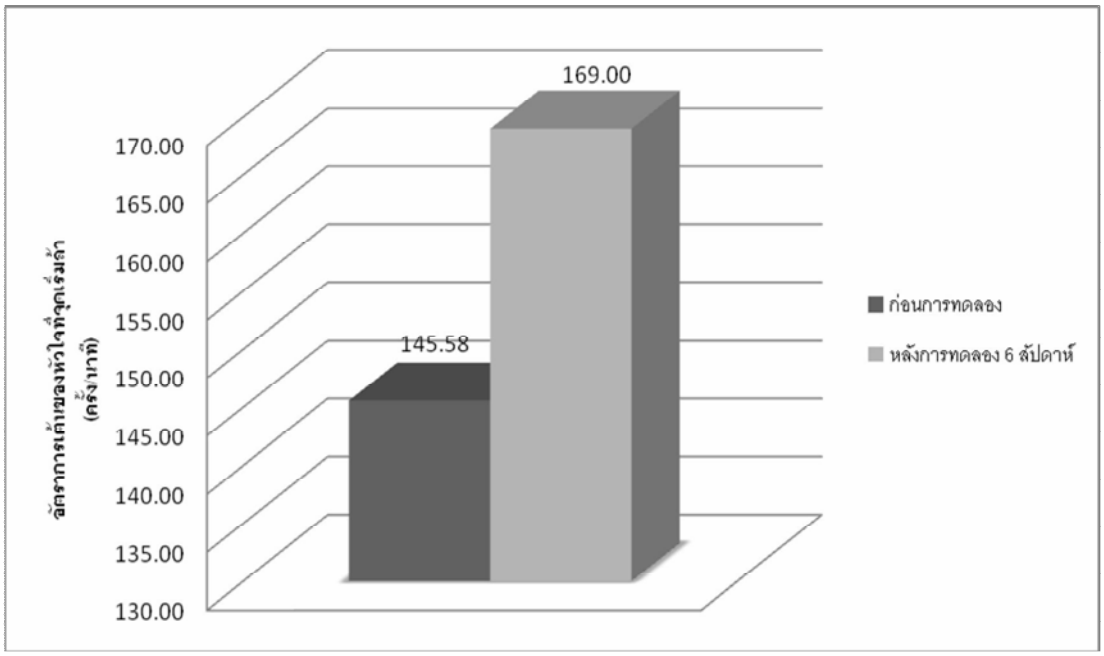
รายการ	ก่อนการทดลอง $\overline{X}$	หลังการทดลอง $\overline{X}$	% การเปลี่ยนแปลง
อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า (ครั้ง/นาที)	145.58	169.00	+16.09%
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า(มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	25.33	51.17	+102.01%
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม)	40.83	69.33	+69.80%

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ คิดเป็น +16.09%

ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ คิดเป็น +102.01%

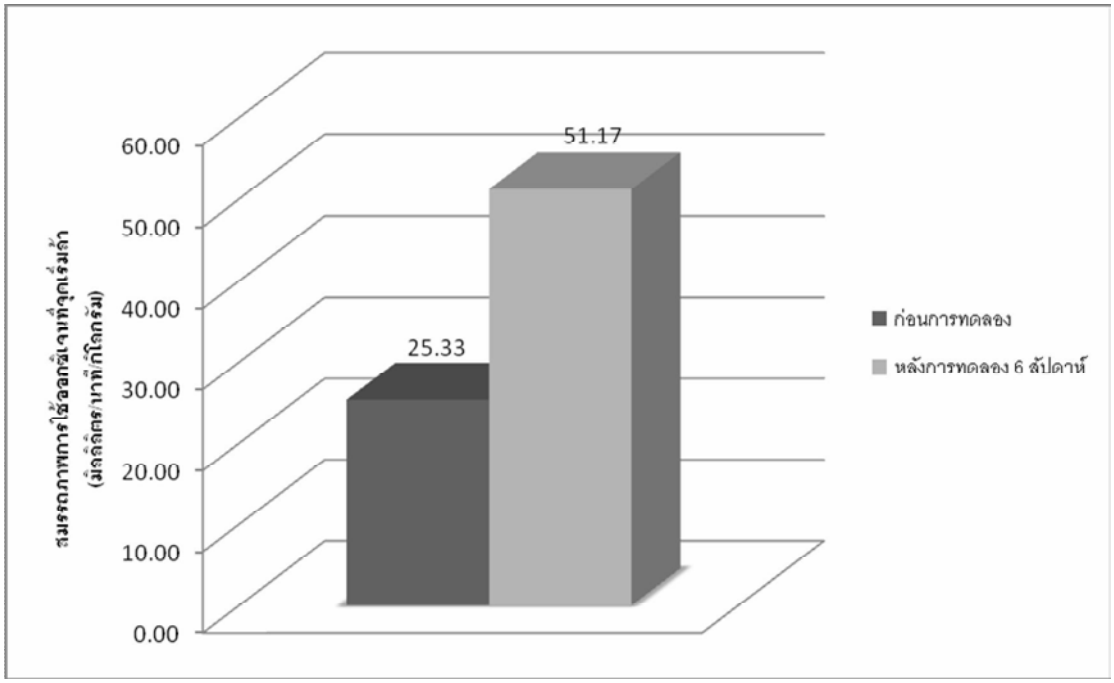
ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ คิดเป็น +69.80%

แผนภูมิที่ 2 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส



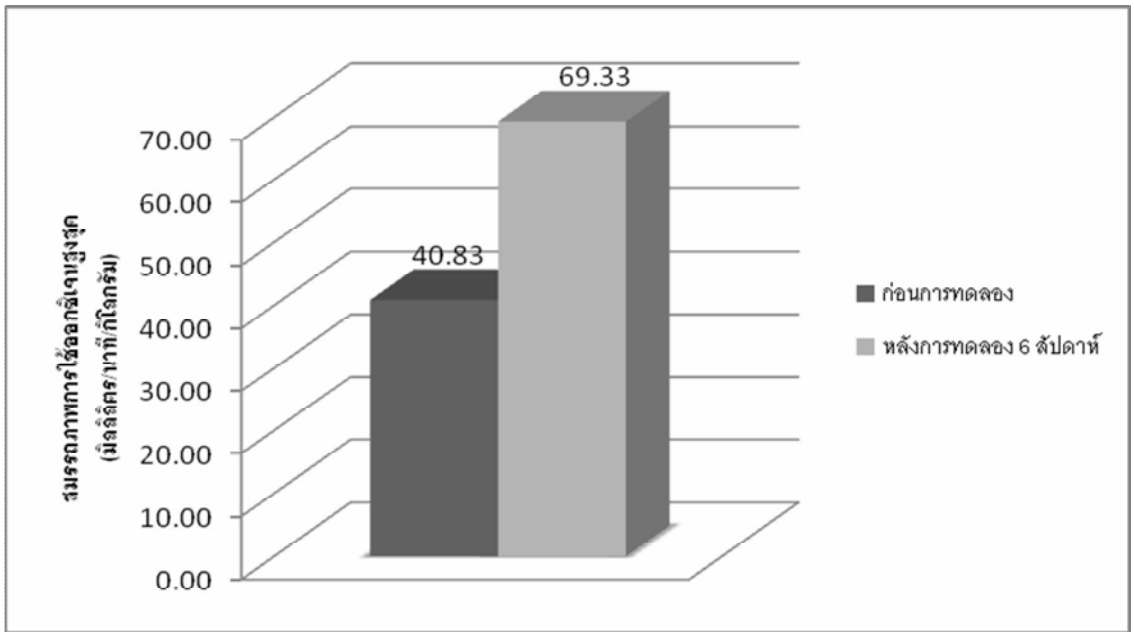
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 3 ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส



* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 4 ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของนักกีฬาเทนนิส



* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้า ด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเทนนิสระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 12 คน อายุระหว่าง 18 – 24 ปี การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลา 6 สัปดาห์ โดยใช้การฝึก ทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ สัปดาห์ ละ 2 วัน โดยโปรแกรมการฝึกที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกที่มีความหนัก 75 – 95% ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุกเริ่มล้า ในส่วนของการทดสอบนั้นได้มีการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง คือ ก่อนการทดลอง (Pre – test) และหลังการทดลอง (Post – test) โดยข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมนั้นประกอบด้วย อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที (t-test) และหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง ทดสอบระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

1. อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย 145.58 ครั้ง/นาที หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ย 169.00 ครั้ง/นาที มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 16.09% และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย 25.33 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ย 51.17 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 102.01% และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย 41.89 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเฉลี่ย 44.42 มิลลิลิตร/นาที/กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 69.80% และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนและหลังการทดลอง พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นวิธีการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) โดยโปรแกรมการฝึกนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากหลักการของการฝึกแบบหนักสลับเบา มีผู้เสนอแนวคิดในการฝึกหนักสลับเบาไว้ดังนี้ สนธยา สีละมาด (2547) ได้เสนอไว้ว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาเป็นรูปแบบที่ช่วยให้นักกีฬามีการทำงานหนักเพิ่มขึ้น โดยสลับช่วงของการทำงานด้วยช่วงของการฟื้นสภาพในระหว่างช่วงของการทำงานร่างกายจะเข้าสู่ภาวะเป็นหนี้ออกซิเจน และผลิตกรดแลคติกเพิ่มขึ้นขณะที่ช่วงของการฟื้นสภาพร่างกายจะมีการทำงานสูงในการใช้หนี้ออกซิเจน และการสำรองออกซิเจนเพื่อใช้ในการเผาผลาญกรดแลคติกและสังเคราะห์พลังงานขึ้นกลับคืนส่งผลให้ร่างกายมีการพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนและปรับปรุงการควบคุมกรดด่าง และเป็นการฝึกที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของแมคอาร์เดิล, โคทช์และเคทช์ (McArdle, Kotch, and Katch, 2000) ที่กล่าวว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นการฝึกที่มีช่วงของความหนักสูงสลับกับการทำงานที่ใช้พลังงานปานกลางจนถึงน้อย และไม่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้ามากเกินไป จัดเป็นการฝึกที่กระตุ้นให้ร่างกายมีการใช้พลังงานในการออกกำลังกายที่หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยซึ่งได้แก่ ความหนักของการฝึก ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน ระยะเวลาที่ใช้ในการฟื้นสภาพ และจำนวนครั้งของการทำงานสลับกับการฟื้นสภาพ โดยรูปแบบของการฝึกแบบหนักสลับเบาจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับกีฬาหลายประเภท อาทิเช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล เป็นต้น และเมื่อพิจารณาจากการวิจัยของ คริสแมสและคณะ (Christmass et al.,1998) ที่กล่าวว่า การเพิ่มขึ้นของระดับกรดแลกติกเป็นผลมาจากการออกกำลังกายแบบสลับช่วงพักที่มีความหนักเป็นเวลานาน ซึ่งพบได้ในการแข่งขันเทนนิส โดยเฉพาะนักกีฬาที่ต้องวิ่งตีมาก ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า เทนนิสเป็นกีฬาที่ไม่ต่อเนื่องและมีความหนักสูงซึ่งรูปแบบในการฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนของระบบพลังงานที่ใช้ในการเล่นที่เหมาะสม และมีความจำเพาะเจาะจง (Specificity) ต่อกีฬาเทนนิสก็คือ การฝึกแบบหนักสลับเบา

สำหรับการหาค่าจุดเริ่มล้าสามารถกระทำได้หลายวิธี ทั้งการวิเคราะห์กรดแลคติกในเลือด (Hollman, 1959) วิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ (Wasserman et al., 1973; Beaver et al., 1986) และการหาจุดหักเหชีพจร (Conconi et al., 1982) ทำให้ตัวแปรที่ใช้บ่งบอกจุดเริ่มล้ามีหลายตัวแปร โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทดสอบจุดเริ่มล้าด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวิธีวีสโลป (V – slope method) (Beaver et al., 1986) และมีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจในขณะทดสอบด้วย ดังนั้นตัวแปรที่กำหนดจุดเริ่มล้าในงานวิจัยครั้งนี้คือ อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า ซึ่งมีหลักฐานสนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้น

ของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า จากการวิจัยของบอดเนอร์ และคณะ (Bodner et al., 2002) ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจที่ชุดหักเหชีพจรและอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดหักเหของการระบายอากาศ และพบว่าจุดหักเหชีพจรมีความสัมพันธ์ระดับสูง ($r = 0.72$, $p < 0.001$) กับจุดหักเหการระบายอากาศซึ่งใช้ปริมาณการใช้ออกซิเจนเป็นตัวแปรที่พิจารณา แสดงว่าอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดหักเหชีพจรอาจนำมาใช้เป็นตัวแปรที่วัดระดับความหนักในการฝึก และใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของโกเซนตาสและคณะ (Gocentas et al., 2005) ซึ่งค้นพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน ($r = 0.515$, $p < .002$) แสดงว่า การหาค่าจุดเริ่มล้าสามารถใช้อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าเป็นตัวแปรกำหนดจุดเริ่มล้าได้ แต่เพื่อความสะดวกในการควบคุมความหนักของการฝึกโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า และเป็นประโยชน์ในการประเมินประสิทธิภาพด้านสมรรถภาพทางร่างกายของนักกีฬา โดยเฉพาะในการฝึกซ้อมเพื่อให้นักกีฬาแต่ละบุคคลมีความอดทนต่อกรดแลคติก (ชัยสิทธิ์ ภาวิลาส และคณะ, 2542) จึงได้มีแนวคิดในการนำอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามาใช้ควบคุมความหนักของโปรแกรมการฝึก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของกัลสแตน และคณะ (Gullstand et al., 1994) ที่มีแนวคิดในการใช้อัตราการเต้นของหัวใจในการอ้างอิงถึงกรดแลคติกในร่างกายสำหรับการทดสอบสมรรถภาพและจัดโปรแกรมในการฝึกนักกีฬา โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจ กรดแลคติก และความหนักของงาน เมื่อความหนักของงานเพิ่ม พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจและกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นด้วย ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถกำหนดความเร็วและความหนักของการทำงานได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของโวเบจดาและคณะ (Vobejda et al.,2006) ซึ่งพบว่าความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจกับค่าคงที่ของระดับแลกเตตในเลือดสูงสุดซ้ำ มีความใกล้เคียงกันมาก ($r = 0.897$, $p < 0.001$) และค่าเฉลี่ยของแลตเตตในเลือดระดับ 4.0 มิลลิโมลต่อลิตร มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับระดับแลกเตตในเลือดสูงสุด ($r = 0.899$, $p < 0.001$) เช่นกัน สามารถสรุปได้ว่า การใช้ค่าของอัตราการเต้นของหัวใจและค่าคงที่ของระดับแลกเตตในเลือดสูงสุดมีความเที่ยงตรงในการทำนายจุดเริ่มล้า ดังนั้นการนำอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามาใช้ในการควบคุมความหนักในการฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าจึงมีความเหมาะสม และสามารถนำมาใช้ได้จริง เช่นเดียวกับแนวคิดของเดวิส (Davis, 2000) ที่เสนอว่า การจัดโปรแกรมเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้ามีลักษณะของการฝึกแบบความอดทนแบบมีความหนักสูง (Intensive Endurance) มีความหนักประมาณ 80-93% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ในระยะเวลา 20-45 วินาที โดยมีระยะเวลาพักให้อัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และแนวคิดของสแต็คเกิล (Steckel, 2000) ที่มีแนวคิดสำหรับการฝึกในที่พัฒนาจุดเริ่มล้า 3 ระดับ นั่นคือ ระดับแรก โปรแกรมการฝึกที่ความหนักต่ำกว่าระดับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจลดลง

จากระดับจุดเริ่มล้า 8-10 ครั้ง/นาที ระดับที่สอง โปรแกรมการฝึกที่ความหนักสูงกว่าระดับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นจากระดับจุดเริ่มล้า 5-8 ครั้ง/นาที และระดับที่สาม โปรแกรมการฝึกที่ความหนักใกล้เคียงกับจุดเริ่มล้า มีอัตราการเต้นของหัวใจในระดับจุดเริ่มล้าประมาณบวกลบ 3-4 ครั้ง/นาที

1. อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า

จากแนวคิดและงานวิจัยข้างต้นส่งผลให้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ว่า หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสชาย นักกีฬามีอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าสูงกว่าก่อนเข้ารับการฝึก และเมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของนักกีฬาเทนนิสชายที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผลปรากฏว่า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น +16.09% และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลวิจัยที่เกิดขึ้นพบว่าสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬามีการพัฒนาดีขึ้น เนื่องจากโปรแกรมการฝึกที่มีความหนักที่เหมาะสมสามารถขยายระยะเวลาอัตราการเกิดกรดแลคติกหรือสภาวะเกิดจุดเริ่มล้าได้ ซึ่งการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักระดับจุดเริ่มล้าหรือเหนือกว่าจุดเริ่มล้าเล็กน้อยจะช่วยพัฒนาความสามารถในการกำจัดกรดแลคติค และเพิ่มระดับอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโรม วงศ์ประเสริฐ (2545) ที่ค้นพบว่าโปรแกรมการฝึกที่ระดับสูงกว่าจุดเริ่มล้า (+10%) ทำให้นักกีฬามีระดับอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยที่จุดเริ่มล้าเพิ่มขึ้นถึง +3.17% ส่วนโปรแกรมการฝึกที่ระดับจุดเริ่มล้า และต่ำกว่า (-10%) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า +1.90 และ +1.59 ตามลำดับ จึงได้ข้อสรุปว่า โปรแกรมการฝึกที่มีความหนักของอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าจุดเริ่มล้า 1-10 ครั้ง/นาที สามารถพัฒนาจุดเริ่มล้าได้ดี

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสชายมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าหลังการฝึก 6 สัปดาห์

2. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้า

เมื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าก่อนและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของนักกีฬาเทนนิสชายที่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีค่าสูงขึ้น และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยที่เกิดขึ้นพบว่าสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และหายใจของนักกีฬามีการพัฒนาที่ดีขึ้นเนื่องจากร่างกายสามารถนำออกซิเจนเพื่อผลิตพลังงานได้อย่างเพียงพอกับความต้องการใช้ออกซิเจนของร่างกาย และเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าก่อนการฝึก และ

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้ามีค่าสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าร่างกายของนักกีฬามีความสามารถทำให้อัตราการเกิดกรดแลคติกสะสมในกระแสเลือดเกิดขึ้นช้า ซึ่งหมายถึงการขยายระยะเวลาในการเกิดจุดเริ่มล้านั่นเอง โดยสอดคล้องกับแนวคิดของคราก และคณะ (Craig et al., 1993) ที่ได้เสนอว่า โปรแกรมการฝึกที่ดีพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายได้เพื่อให้ร่างกายสามารถใช้พลังงานแบบออกซิเจนในการแข่งขันให้มากที่สุดซึ่งในภาวะนี้จะทำให้อัตราการเกิดกรดแลคติดช้า เนื่องจากระบบการใช้พลังงานจากออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพช่วยในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกของร่างกาย ดังนั้นโปรแกรมการฝึกความอดทนแก่ร่างกายจะสามารถใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนได้ดีขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตของร่างกาย สอดคล้องกับผลการวิจัยของโกซ, กอสวามีและอาสูจา (Ghosh, Goswami and Ahuja, 1993) ที่พบว่าหลังการฝึกด้วยโปรแกรมแบบจำเพาะเจาะจงในระยะ 3 สัปดาห์ นักกีฬาแบดมินตันเพศหญิงมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และปริมาณการใช้ออกซิเจนที่ระดับจุดกั้นของการระบายอากาศเพิ่มขึ้น จากก่อนฝึกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่าโปรแกรมแบบจำเพาะเจาะจงในระยะ 3 สัปดาห์ มีลักษณะเป็นโปรแกรมที่มีความหนักค่อนข้างสูงโดยมีผลต่อระดับของจุดเปลี่ยนระบบพลังงานแบบแอโรบิกและแอนแอโรบิกและมีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และระดับจุดกั้นของการระบายอากาศถึงแม้เป็นช่วงสั้นๆ ของระยะก่อนการแข่งขัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสชายมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่จุดเริ่มล้าหลังการฝึก 6 สัปดาห์

3.สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ผลการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อน และหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า 6 สัปดาห์ ในนักกีฬาเทนนิสชายที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นผลปรากฏว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยที่เกิดขึ้นพบว่า ตัวแปรของการฝึกซ้อมด้วยโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้ามีวัตถุประสงค์ที่เน้นการพัฒนาจุเริ่มล้าเพื่อให้นักกีฬามีความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้ในการเคลื่อนย้ายของเสียที่เกิดขึ้นจากการเผาผลาญพลังงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำเอาเสื้อเพิ่มน้ำหนักมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อเพิ่มแรงต้านทำให้ร่างกายต้องออกแรงมากขึ้นเพื่อเอาชนะความเฉื่อยของความหนักของร่างกาย ส่งผลร่างกายมีการนำเอาออกซิเจนมาใช้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของฟรานซิสและคณะ (Francis et al., 1986) ที่พบว่าหลังการทดลอง การเปลี่ยนแปลงการใช้ออกซิเจนที่สัมพันธ์กับการเดิน และการวิ่งบนลู่กลขณะถือน้ำหนักในมือ ซึ่งมีผู้เข้าร่วม 10 คน รูปแบบการทดลองมีการเดินและวิ่งที่ความเร็ว 4.8, 5.6 และ 8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีการถือน้ำหนัก ซึ่งแบ่งออกเป็น 1) ไม่มีการถือน้ำหนัก 2) ถือน้ำหนัก 0.91 กิโลกรัม

3) ถือน้ำหนัก 1.81 กิโลกรัม ผลการศึกษาพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในการใช้ออกซิเจน ขณะวิ่งถือน้ำหนัก และไม่ถือน้ำหนัก โดยทางกลับกัน การเดินโดยถือน้ำหนักไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในการใช้ออกซิเจน การวิ่งขณะการถือน้ำหนักด้วยนั้นพบว่า มีการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น 1.8 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ในการถือน้ำหนัก 0.91 กิโลกรัม และการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น 2.7 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ในการถือน้ำหนัก 1.81 กิโลกรัม การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นค่อนข้างน้อย แต่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จึงมีผลต่อการใช้ออกซิเจน และลักษณะโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) ซึ่งเป้าหมายของการฝึกนี้เพื่อพัฒนาระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิค ผลที่ได้จากการฝึกประเภทนี้คือทำให้เกิดการผลิตกรดแลกติคในปริมาณสูงในกล้ามเนื้อ แต่การฝึกแบบมีช่วงพักจะมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิคด้วยการปฏิบัติซ้ำ ๆ กัน จะมีช่วงพักสั้นๆระหว่างการฝึก ผลของการพักเป็นระยะเวลาสั้น ๆ นี้จะช่วยให้นักกีฬาทำการฝึกในระดับของพลังงานแอโรบิค โดยใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการสันดาปและเกิดกรดแลคติกในปริมาณที่ต่ำลง นอกจากนี้การฝึกแบบแอนแอโรบิคก็มีผลต่อความต้องการพลังงานในระดับสูง ความต้องการพลังงานเบื้องต้นในการออกกำลังกายระยะสั้นจะได้รับจากกระบวนการเผาผลาญพลังงาน ดังนั้นการออกกำลังกายที่มีความต่อเนื่องซ้ำ ๆ กัน จะต้องการความสามารถของกล้ามเนื้อในการใช้พลังงานแอโรบิคควบคู่กันไปด้วย ซึ่งส่งผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของบิชอบและคณะ (Bishop et al., 2005) พบว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบามีผลทำให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่าหลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และระดับกั้นแลคเตต คิดเป็น 10-12% และ 8-10% ตามลำดับ เช่นเดียวกับงานวิจัยของลาฟอนเทน (Lafontaine, 1991) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของความหนักและคุณภาพของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อระดับแอโรบิกและแอนแอโรบิก ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการฝึกที่มีต่อระดับสูงกว่าที่สภาวะการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้ก่อนจะเกิดจุดเริ่มล้า 20% พัฒนาสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสชายมีผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

1. ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อการวิจัยครั้งนี้มีผลทำให้นักกีฬามีจุดเริ่มล้าเพิ่มสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะสำหรับผู้ฝึกสอนและนักกีฬาเทนนิสเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของรูปแบบการฝึกซ้อม เพื่อพัฒนาสมรรถภาพความอดทนในการใช้พลังงานของร่างกายและความอดทนต่อกรดแลคติก

2. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้ามาใช้ควบคุมความหนักในการฝึกได้และมีผลต่อการเพิ่มระดับของจุดเริ่มล้าได้จริง จึงเหมาะสมที่ผู้ฝึกสอนสามารถนำเอาหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้ในการฝึกนักกีฬาเทนนิส

3. โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าซึ่งใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการฝึกที่มีความหนักสูงและมีการสะสมของกรดแลคติกเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ จึงทำให้เกิดอาการเจ็บปวดเมื่อยล้าและก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บได้ ดังนั้นนักกีฬาควรมีการอบอุ่นร่างกายและคลายกล้ามเนื้อเป็นอย่างดีทั้งก่อนและหลังการฝึกทุกครั้ง เพื่อลดปริมาณกรดแลคติกที่สะสมในกล้ามเนื้อ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการออกแบบการทดลองเพื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อให้งานวิจัยมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

2. ควรทำการศึกษาผลการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาที่เป็นกลุ่มประชากรที่เป็นนักกีฬาหญิง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบบันทึกผลการทดสอบความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ
ด้วยแบบทดสอบของบรู๊ซ (Brunce Protocol)

ชื่อ……อายุ……..ปี เพศ ( )ชาย ( ) หญิง
ประเภทกีฬา……
วันที่ทดสอบ…….. ภาวการณ์ทดสอบ ( )ก่อนเข้ารับการฝึก ( )หลังเข้ารับการฝึก
น้ำหนักตัว…….กิโลกรัม ส่วนสูง……..เซนติเมตร
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก……ครั้ง/นาที

stage	Time	Speed (km/hr)	%grade	Heart rate (beat/min)	VO2 (ml/min)	RPE
1	0	2.74	10			
2	3	4.02	12			
3	6	5.47	14			
4	9	6.76	16			
5	12	8.05	18			
6	15	8.85	20			
7	18	9.65	22			
8	21	10.46	24			
9	24	11.26	26			
10	27	12.07	28			

ภาคผนวก ข

แบบฝึกและโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า

ในนักกีฬาเทนนิสชาย

แบบฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิสชาย

วัตถุประสงค์ในการฝึก

1. เพื่อฝึกสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต
2. เพื่อฝึกความอดทนที่มีต่อกรดแลคติก
3. เพื่อฝึกทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาเทนนิส

สถานที่ทำการฝึก

สนามกีฬาเทนนิสมหาวิทยาลัยบูรพา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึก

1. นาฬิกาจับเวลา
2. นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจจำนวน 1 เรือนต่อนักกีฬา 1 คน
3. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจพร้อมสายรัดจำนวน 1 เครื่องต่อนักกีฬา 1 คน
4. จานแบนที่ใช้ระบุตำแหน่งจำนวน 9 ใบ

การเตรียมอุปกรณ์และสถานที่

นำจานจำนวน 1 ใบ มาวางไว้ที่จุดกึ่งกลางของสนามเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของนักกีฬา จากนั้นนำจานที่เหลือไปวางไว้ที่ตำแหน่งซึ่งกำหนดไว้จนครบทุกใบดังรูปที่ 1

ขั้นตอนการฝึก

1. ใส่ชุดเพิ่มน้ำหนัก ที่มีความหนัก 10 % ของน้ำหนักตัว

2 เริ่มต้นการฝึกด้วยการเคลื่อนที่ให้ผู้เล่นเข้ามายืนบริเวณจุดเริ่มต้น จากนั้นเริ่มวิ่งไปตามจุดที่กำหนด 8 จุด โดยเริ่มจาก จุดที่ 1 – 8 โดยต้องวิ่งกลับมาจุดเริ่มต้นทุกครั้ง หลังจากวิ่งถึงเป้าหมายแล้ว (รูปที่ 1)

หมายเหตุ ตลอดการฝึกในแต่ละเซตผู้เล่นจะต้องเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องกัน และมีการออกแรงในการเคลื่อนที่อย่างเต็มกำลัง สำหรับการพักในแต่ละเซตผู้เล่นพักแบบมีกิจกรรมด้วยการวิ่งซอยเท้าเบาๆอยู่กับ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพของแบบฝึก

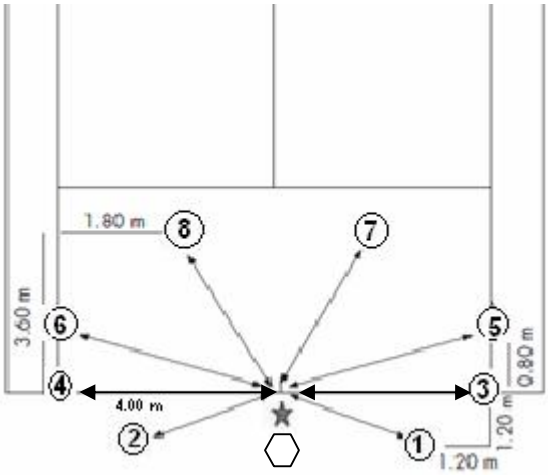
◯ คือ จานแบนที่ใช้ระบุตำแหน่ง

★ คือ ตำแหน่งเริ่มต้น ◄► คือ ทิศทางการเคลื่อนที่

⬡ คือ ตำแหน่งของนักกีฬา

แผนภาพแสดงแบบฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

รูปที่ 1 แบบฝึกจุดเริ่มล้า



โปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้า ซึ่งพัฒนาเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการฝึกติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยโปรแกรมการฝึกถูกแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ตารางที่ 1 โปรแกรมการฝึกในระยะที่ 1

สัปดาห์ที่ฝึก	ความหนักในการฝึก (%ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดAT)	เวลาฝึกในแต่ละเซต (วินาที)	เวลาพักในแต่ละเซต (นาที)	น้ำหนักของเสื้อเพิ่มน้ำหนัก (%ของน้ำหนักร่างกาย)	จำนวนเซต	ระยะเวลาในการฝึก (นาที)
1	75-95%	15	1:30	10%	8	16
2	75-95%	15	1:30	10%	8	16
3	75-95%	15	1:30	10%	10	20

ตารางที่ 2 โปรแกรมการฝึกในระยะที่ 2

สัปดาห์ที่ฝึก	ความหนักในการฝึก (%ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดAT)	เวลาฝึกในแต่ละเซต (วินาที)	เวลาพักในแต่ละเซต (นาที)	น้ำหนักของเสื้อเพิ่มน้ำหนัก (%ของน้ำหนักร่างกาย)	จำนวนเซต	ระยะเวลาในการฝึก (นาที)
4	75-95%	20	1:30	10%	8	16
5	75-95%	20	1:30	10%	8	16
6	75-95%	20	1:30	10%	10	20

การควบคุมความหนักและระยะเวลาของการฝึก ด้วยการให้นักกีฬาสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการฝึกซ้อม และตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจและระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกในแต่ละเซตจากสัญญาณเตือนที่ทำงานจากการตั้งค่าในโปรแกรมของนาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

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

ภาคผนวก ค

แบบเสื้อเพิ่มน้ำหนัก

ด้านหน้า ความกว้างของช่องสี่เหลี่ยมมีขนาด 8 X 9 ตารางเซนติเมตร สามารถใส่แผ่นน้ำหนักขนาด 0.5 กิโลกรัม แต่ละช่องมีที่ปิดด้านบนเพื่อป้องกันแผ่นน้ำหนักหล่น และใช้ก้ามปูเป็นวัสดุในการปรับขนาดของเสื้อเพื่อให้มีความกระชับ ขณะเดินออกกำลังกาย

ด้านข้าง ใช้ก้ามปูเป็นวัสดุในการปรับขนาดของเสื้อเพื่อให้มีความกระชับขณะเดินออกกำลังกาย

ด้านหลัง ช่องใส่แผ่นมีขนาดเท่ากับช่องใส่แผ่นน้ำหนักด้านหน้า

แผ่นน้ำหนัก

แผ่นน้ำหนักที่ใช้เป็นวัสดุที่ทำจากเหล็กหนา มีขนาดดังนี้

1. ขนาด 1.2 X 7 X 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม
2. ขนาด 0.3 X 7 X 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนัก 0.125 กิโลกรัม
3. ขนาด 0.3 X 5.8 X 7.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำหนัก 0.1 กิโลกรัม

หมายเหตุ ในตำแหน่งที่มีช่องเพิ่มน้ำหนัก มีการเย็บฟองน้ำ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่เกิดจากแรงกระแทกของแผ่นน้ำหนัก ที่อาจเกิดขึ้นในขณะเดินออกกำลังกาย

ข้อมูลความหนักของเสื้อเพิ่มน้ำหนักในนักเทนนิสชาย

ลำดับ	น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	น้ำหนักของเสื้อเพิ่มน้ำหนัก (กิโลกรัม) 10% ของน้ำหนักร่างกาย
1	73	7.3
2	65	6.5
3	48	4.8
4	91	9.1
5	69	6.9
6	69	6.9
7	70	7.0
8	85	8.5
9	79	7.9
10	61	6.1
11	58	5.8
12	76	7.6

ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบฝึกจุดเริ่มล้าใน
นักกีฬาเทนนิสชาย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุธนะ ติงศภัทิย์	อาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ วงศ์จตุรภัทร	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
4. อาจารย์เสถียร ปุรณะวิทย์	อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา โทร. ๘๑๐๔๐
ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔(วช)/๑๑๐ **วันที่** ๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๔
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. โปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

ด้วย นายธัชนิติ วีระศิริวัฒน์ นิสิตระดับมหาบัณฑิต ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา โทร. ๘๑๐๔๐
ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔(วช)/๑๑๐ **วันที่** ๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๔
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธนะ ติงศภัทิย์

สิ่งที่สิ่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. โปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

ด้วย นายชัชนิติ วีระศิริวัฒน์ นิสิตระดับมหาบัณฑิต ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๙ ๔๖

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ แขวงวังใหม่ กทม. ๑๐๓๓๐

๓ มีนาคม ๒๕๕๔

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ วงศ์จตุรภัทร

สิ่งที่สิ่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. โปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

ด้วย นายชัชนิติ วีระศิริวัฒน์ นิสิตระดับมหาบัณฑิต ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
คณบดี

หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา
ฝ่ายวิชาการและวิจัย
โทร.๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐
โทรสาร ๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๒๔๖

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ แขวงวังใหม่ กทม. ๑๐๓๓๐

๓ มีนาคม ๒๕๕๔

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์เสถียร ปุรณะวิทย์

สิ่งที่สิ่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. โปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

ด้วย นายชัชนิติ วีระศิริวัฒน์ นิสิตระดับมหาบัณฑิต ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
คณบดี

หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา
ฝ่ายวิชาการและวิจัย
โทร.๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐
โทรสาร ๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐

การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย โดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC: Item-Objective Congruence Index) วิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส"

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างหลักการฝึกจุดเริ่มล้ากับการออกแบบโปรแกรมการฝึกการจุดเริ่มล้าทางกีฬาเทนนิสของผู้วิจัย

หลักการฝึกจุดเริ่มล้า / ข้อควรพิจารณา *	การออกแบบโปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในกีฬาเทนนิสของผู้วิจัย	คะแนนการพิจารณา			ค่า IOC
		+1 (เห็นด้วย)	0 (ไม่แน่ใจ)	-1 (ไม่เห็นด้วย)	
1. การอบอุ่นร่างกาย จะต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนที่จะรับการฝึกเสมอ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ และเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึก	ก่อนและหลังการฝึกทุกครั้ง ผู้ฝึกต้องทำการอบอุ่นร่างกาย ยืดเหยียดกล้ามเนื้อและผ่อนคลายร่างกาย ยืดเหยียดกล้ามเนื้ออย่างเพียงพอ เป็นเวลา 10 นาที	4	0	0	1.0
2. รูปแบบของการฝึก จะต้องเลือกรูปแบบการฝึกให้สัมพันธ์กับการพัฒนาจุดเริ่มล้า	ฝึกแบบหนักสลับพัก	4	0	0	1.0
3. ช่วงเวลาของการฝึก จะต้องจัดเวลาของการฝึกให้สอดคล้องกับการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้า ซึ่งใช้เวลาฝึกแต่ละเที่ยว 15-60 วินาที	เวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละเที่ยว 15 วินาที	4	0	0	1.0
4. ระยะทางรวม การฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าต้องใช้ระยะทาง 300-1,200 เมตร	ใช้ระยะทางรวม 512 เมตร	3	1	0	0.75
5. ความถี่ของการฝึกควรทำการฝึก 2-3 วันต่อสัปดาห์	ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์	3	1	0	0.75

6. ความหนักของการฝึก การฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าจะใช้ความหนัก 95-100% ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า	ใช้ความหนัก 75 – 95% ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า	4	0	0	1.0
7. เวลาพัก การฝึกแบบหนักสลับพักเพื่อพัฒนาระบบพลังงานแอนแอโรบิกนั้น ช่วงพักต้องไม่ยาวนานจนทำให้การฟื้นฟู ATP-CP นั้นสมบูรณ์	ใช้อัตราการพักแบบ 1:6 โดยใช้เวลาพัก และพักระหว่างเซต 1:30 วินาที	2	2	0	0.5
8. ระยะเวลาของการฝึก โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาจะเริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 6-8	ใช้ระยะเวลาในการฝึก 6 สัปดาห์	4	0	0	1.0

ความเหมาะสมด้านกีฬาเทนนิส / ข้อควรพิจารณา *	**คะแนนการพิจารณา**			**ค่า IOC**
	+1 (เห็นด้วย)	**0 (ไม่แน่ใจ)**	**-1 (ไม่เห็นด้วย)**	
1. โปรแกรมการฝึกการเคลื่อนที่ทางกีฬาเทนนิสมีความน่าสนใจ	4	0	0	1.0
2. ทักษะการเคลื่อนที่แบบตัวเปล่าของกีฬาเทนนิสที่นำมาใช้มีความครอบคลุมและเหมาะสม	4	0	0	1.0
3. การเคลื่อนที่คล้ายกับการแข่งขันจริง	2	2	0	0.5
4. การจัดเรียงรูปแบบของการเคลื่อนที่ ที่ใช้ในการฝึกมีความเหมาะสม	3	1	0	0.75
5. โปรแกรมการฝึกการเคลื่อนที่ทางกีฬาเทนนิสไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับกลุ่มตัวอย่าง	3	1	0	0.75
ค่าเฉลี่ย				0.84

จากตาราง แสดงผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เกี่ยวกับความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของหลักการฝึกจุดเริ่มล้ากับการออกแบบโปรแกรมการฝึกพัฒนาจุดเริ่มล้าในกีฬาเทนนิสพบว่าไม่มีข้อรายการใดที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.5 (Cox and Vargas, 1996) แสดงว่าทุกข้อรายการมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นโปรแกรมการฝึกพัฒนาจุดเริ่มล้าในกีฬาเทนนิส โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.84

ภาคผนวก จ

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. 116/2553

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 087.1/53 : ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

ผู้วิจัยหลัก : นายธัชนิติ วีระศิริวัฒน์

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

ลงนาม.....**ลงนาม**.....
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
ประธาน กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 19 พฤศจิกายน 2553 **วันหมดอายุ** : 18 พฤศจิกายน 2554

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 087.1/53
วันที่รับรอง 19 พย 2553
วันหมดอายุ 18 พย 2554

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ 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

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

เรื่อง ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

ชื่อผู้วิจัย นายธัชนิติ วีระศิริวัฒน์

ที่อยู่ที่ติดต่อ 52/607 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 96/1 อาคารพระรามหกแมนชั่นเอ ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงบางอ้อ เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700

โทรศัพท์ 081-0292552

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

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกที่ผู้วิจัยได้กำหนด คือ แบบฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้า ฝึกเป็นระยะเวลา 30 นาที เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ฝึก 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ คือ วันพุธและวันศุกร์

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น (ระบุเป็นต้นว่า ได้รับการรักษาพยาบาลเช่นเดิม)

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าจะได้รับค่าเดินทางในการไปทดสอบจุดเริ่มล้าเป็นจำนวนเงิน 300 บาทต่อครั้ง

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

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส
ชื่อผู้วิจัย นายธัชนิติ วีระศิริวัฒน ตำแหน่ง นิสิตระดับมหาบัณฑิต
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
(ที่บ้าน) 52/607 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 96/1 อาคารพระรามหกแมนชั่นเอ
ถนนจรัญสนิทวงศ์
แขวงบางอ้อ เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
โทรศัพท์มือถือ 081-0292552 E-mail : hana_deka3@hotmail.com

1.ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

2.โครงการนี้เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งจะศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาเทนนิส โดยจะหาแบบฝึกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาเทนนิส

3.วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาโปรแกรมการฝึกที่มีต่อจุดเริ่มล้าด้วยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังเข้ารับการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกจุดเริ่มล้าในนักกีฬาเทนนิส

4.กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาเทนนิสในระดับมหาวิทยาลัย จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 12 คน และมีประสบการณ์ในการเล่นเทนนิสอย่างน้อย 5 ปี โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

5.กระบวนการวิจัยนี้ นายธัชนิติ วีระศิริวัฒน์ จะเป็นผู้ดำเนินการวิจัย โดยมีขั้นตอนในการวิจัยดังนี้

5.1 ก่อนและหลังการฝึก ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีการอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น

5.*2* ทำการทดสอบจุดเริ่มล้าของนักกีฬาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 3 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวีสโลป (V – Slope Method) โดยใช้บรู๊ซโปรโตคอล (Bruce Protocol) ในการทดสอบ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที

5.3 นักกีฬาดำเนินการฝึกตามแบบฝึกพัฒนาจุดเริ่มล้า เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน คือ วันพุธและวันศุกร์ เวลา 18.00 – 21.00 น. โดยโปรแกรมการฝึกจะใช้เวลา 30 นาที ดังนี้

ฝึกด้วยแบบฝึกแอนแอโรบิก จำนวน 12 คน จะฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) ด้วยความหนัก 75 – 95% ของอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้า การพักในแต่ละเซต ช่วงการฟื้นสภาพ (Recovery) ใช้การพักแบบมีกิจกรรม (Active Rest) ด้วยการวิ่งเหยาะๆ โดยให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ 60 – 70 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ซึ่งแบบฝึกเพื่อพัฒนาจุดเริ่มล้าจะใช้เสื้อเพิ่มน้ำหนักเข้ามาเป็นอุปกรณ์ในการฝึกด้วย

5.4 การควบคุมความหนักและระยะเวลาของการฝึก ด้วยการให้นักกีฬาสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจตลอดการฝึกซ้อม และตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจและระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละเซตจากสัญญาณเตือนที่ทำงานจากการตั้งค่าในโปรแกรมของนาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

5.5 สถานที่ในการทำวิจัย คือ มหาวิทยาลัยบูรพา

6.นักกีฬาเทนนิส ที่เข้าร่วมการวิจัย หากมีข้อสงสัยสามารถสอบถามเพิ่มเติมได้ โดยสามารถติดต่อกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทราบอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อหรือไม่

7.ผู้วิจัยจะมีการแจ้งให้ผู้ฝึกสอนตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายให้ได้ทราบถึงข้อมูลของการวิจัย เพื่อทราบถึงสมรรถภาพของนักกีฬาแต่ละคน เพื่อนำไปจัดเตรียมเป็นโปรแกรมในการพัฒนานักกีฬาแต่ละคนนำการฝึกนี้ไปพัฒนาจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอลให้ดียิ่งขึ้น

8.ทางผู้วิจัยจะจ่ายค่าพาหนะให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ในการเดินทางไปทดสอบจุดเริ่มล้า คนละ 300 บาทต่อครั้ง

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 และผ่อนคลายร่างกาย

ก่อนและหลังการฝึก เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งขณะทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายและทำการฝึก จะมีทีมวิจัยดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดลอง หากพบว่าขณะทำการฝึกหรือทดสอบ มีอาการเจ็บหน้าอก แน่นหน้าอก หายใจติดขัด หายใจลำบาก หน้ามืดคล้ายเป็นลม เจ็บปวดข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพกอย่างต่อเนื่องเกิดขึ้น ให้หยุดพักการทดสอบ และส่งต่อให้แพทย์ทำการวินิจฉัยและรักษาต่อไป โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในการรักษาพยาบาลที่เกิดขึ้นจากการฝึกและทดสอบดังกล่าว

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัย และชี้แจงให้ทราบว่าการตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลต่อกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งการขอออกจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลงโดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่มีผลอย่างใดต่อกลุ่มตัวอย่างและครอบครัว และเมื่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลส่วนตัว และข้อมูลอื่นๆ ที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิด ยกเว้นว่าได้รับคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา

ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

นายธัชนิติ วีระศิริวัฒน์

ภาคผนวก ฉ

รูปที่ 2 การสวมใส่นาฬิกาวัดอัตราการเต้นหัวใจ

รูปที่ 3 นาฬิกาวัดอัตราการเต้นหัวใจ

รูปที่8 อุปกรณ์ประมวลผลการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ

รูปที่ 9 ชุดเพิ่มน้ำหนักและแผ่นน้ำหนัก

รูปที่ 10 การสวมใส่ชุดเพิ่มน้ำหนัก

รูปที่ 11 ท่ายืนเตรียมพร้อมในการวิ่ง

รูปที่ 12 การเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายที่กำหนด

รูปที่ 13 การวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซ

รูปที่ 14 ค่าRPE

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธัชนิติ วีระศิริวัฒน์ เกิดวันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2529 ภูมิลำเนา อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2551 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโทแขนงสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย