การวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจและกรดแลคติกในเลือดระหว่างการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน

นายณธร พงษ์วิชชุลดา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HEART RATE AND BLOOD LACTIC ACID ANALYSIS OF JUNIOR BADMINTON PLAYERS DURING SINGLE BADMINTON COMPETITION

Mr. Nathorn Pongwichulada

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจและกรดแลคติกในเลือดระหว่างการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน
โดย	นายณธร พงษ์วิชชุลดา
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณธร พงษ์วิชชุลดา : การวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจและกรดแลคติกในเลือดระหว่างการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน. (HEART RATE AND BLOOD LACTIC ACID ANALYSIS OF JUNIOR BADMINTON PLAYERS DURING SINGLE BADMINTON COMPETITION) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ , 112 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจ การใช้พลังงาน ปริมาณกรดแลคติกในเลือด โครงสร้างและลักษณะการเคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาที่เข้าร่วมเก็บตัวกับทางสมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เพื่อทำการฝึกซ้อมสำหรับเตรียมการแข่งขันเยาวชนโอลิมปิคปี 2010 ที่ประเทศสิงคโปร์ เป็นเพศชาย 8 คนและเพศหญิง 2 คน อายุ 17 - 19 ปี ทำการเลือกแบบเจาะจง และด้วยความสมัครใจ บันทึกอัตราการเต้นหัวใจ ปริมาณการใช้พลังงาน กรดแลคติก และโครงสร้างของเกม โดยเก็บข้อมูลจากรายการ SCG แบดมินตันชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทยและรายการวิคเตอร์กรุงเทพ-เชียงใหม่โอเพ่นปี 2010 จำนวนคนละรอบการแข่งขัน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบด้วยสถิติที วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า

1. อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยในเพศชายของรอบการแข่งขันแรก ในเซตที่ 1 และ 2 เท่ากับ 169 และ 179.6 ครั้งต่อนาที รอบการแข่งขันที่สอง ในเซตที่ 1 และ 2 เท่ากับ 171.5 และ 179.1 ครั้งต่อนาที การใช้พลังงานเฉลี่ยในเพศชายของรอบการแข่งขันแรก ในเซตที่ 1 และ 2 เท่ากับ 111.8 และ 124.9 กิโลแคลอรี่ รอบการแข่งขันที่สองในเซตที่ 1 และ 2 เท่ากับ 119.6 และ146 กิโลแคลอรี่ กรดแลคติกเฉลี่ยในเพศชายขณะอบอุ่นร่างกาย ภายหลังการแข่งขันเซตที่ 2 ทันที และในนาทีที่ 5 เท่ากับ 2.5 3.5 และ 3.3 มิลลิโมลตามลำดับ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจ พลังงานที่ใช้ และกรดแลคติกในเลือดระหว่างการแข่งขันทั้งสองรอบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยทั้ง 4 เซต ของการแข่งขันทั้งสองรอบในเพศชาย พบว่านักกีฬาคนที่ 6 ต่ำกว่าคนที่ 2, 3, 5, 7และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. จากโครงสร้างของเกมการแข่งขันพบว่า จำนวนครั้งที่ตีโต้ในหนึ่งแต้มเท่ากับ 7.3 ครั้ง ระยะเวลาเฉลี่ยในแต่ละเซตเท่ากับ 14 นาที แบ่งเป็นระยะเวลาที่เคลื่อนที่และหยุดพัก เท่ากับ 5.6 และ 8.5 นาที และมีลักษณะการเคลื่อนที่ไปตีลูกที่ตำแหน่งกลางซ้ายมากที่สุด เท่ากับ 32.1 เปอร์เซ็นต์

ผู้ฝึกสอนสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวมาพัฒนาโปรแกรมการฝึกซ้อม และการวางแผนทางด้านโภชนาการให้เหมาะสมกับการแข่งขัน เพื่อความสำเร็จในอนาคตต่อไป

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

5278803139 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS : SINGLE BADMINTON COMPETITION / ENERGY EXPENDITURE / HEART RATE / BLOOD LACTIC ACID

NATHORN PONGWICHULADA : HEART RATE AND BLOOD LACTIC ACID ANALYSIS OF JUNIOR BADMINTON PLAYERS DURING SINGLE BADMINTON COMPETITION. ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR THENOMWONG KRITPET, PH.D., 112 pp.

The purpose of this research was to analyze heart rate, energy expenditure, blood lactic acid, temporal structure and movements in junior badminton players during single badminton competition. Eight males and two females (aged 17 – 19 years) who were training with the Badminton Association of Thailand under the Royal Patronage for Youth Olympic Games in 2010 in Singapore, were purposively selected and volunteered to be subjects. The obtained data were collected in SCG All Thailand Badminton Championships 2010 and Victor Bangkok–Chiangmai Badminton Tournament 2010 and analyzed to determine means, standard deviations, independent t-test and ANOVA with repeated measures. The statistical difference at .05 significant level was determined.

The results were as follow :

1. The average heart rate for male in the first round of set 1 and 2 were 169 and 179.6 beats/min and the second round of set 1 and 2 were 171.5 and 179.1 beats/min while the average energy expenditure for male in the first round of set 1 and 2 were 111.8 and 124.9 Kcal and the second round of set 1 and 2 were 119.6 and 146 Kcal and the average blood lactic acid for male during the warm up, immediately after competition finish and 5 minutes after competition were 2.5, 3.5 and 3.3 millimole respectively. The comparisons of average heart rate, energy expenditure and blood lactic acid between the first round and the second round with paired t-test were not statistically different.

2. The comparisons between average heart rates among four sets of two competitions were found that the average heart rate of subject no. 6 was statistically lower than the others. at 0.05 level.

3. From the temporal structure, an average number of rallies was 7.3 per one point. The average duration of one set was 14 minutes consisting of 5.6 minutes performance time and 8.5 minutes rest time. The middle left side of the court was the most likely area that players hit the shuttlecock (32.1%).

Badminton coaches can take an advantage of these findings to develop better training program and nutrition for the success of junior badminton players in the future.

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

Academic Year : 2010 Advisor's Signature T. Kritpet

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตากรุณายิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักซึ่งกรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ในการศึกษาครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ และ อาจารย์ บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิด คำแนะนำและตรวจแก้ไข ปรับปรุง ข้อบกพร่องต่างๆ อันส่งผลให้วิทยานิพนธ์นี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาอบรมสั่งสอน และให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ศึกษาอยู่ที่นี่ ซึ่งผู้วิจัยได้นำความรู้และคำสอนเหล่านั้นมาก่อประโยชน์ในการทำวิทยานพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม และบริษัทมาราธอน (ประเทศไทย) จำกัด. ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านเครื่องมือ อาจารย์ไพฑูรย์ กฤษณ์เพ็ชร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด ซึ่งกรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ใช้ในการวิจัยให้ผ่านพ้นไปด้วยดีตลอดมา อีกทั้ง บัณฑิตวิทยาลัยที่มอบทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นายเทศนา พันธ์วิศวาส ผู้ฝึกสอนประจำทีมแบดมินตันเครือซีเมนต์ไทย (SCG Badminton Academy) และนักกีฬาแบดมินตันผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่าน ที่เข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างและให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี อันส่งผลให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณกิตติศักดิ์ ร่มเกษ คุณวิญญ์ทัญญ บุญทัน คุณนิภาพร เหล่าชา คุณสรไกร พงษ์วิชชุลดา ที่ช่วยเหลือผู้วิจัยในการจัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลนักกีฬา และให้ความช่วยเหลือกับผู้วิจัยอย่างดีมาโดยตลอด

ท้ายสุดนี้ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา สุคนธทรัพย์ นางพัชราวิไล พงษ์วิชชุลดา ที่ได้ให้การสนับสนุน ในเรื่องการศึกษาตลอดมา ทั้งทางด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ ทำให้ผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆในระหว่างการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์ ส่งผลให้ประสบความสำเร็จในชีวิตการเรียนในครั้งนี้ และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้อุปการะคุณทุกท่านของผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญภาพ		ญ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	ข้อตกลงเบื้องต้น	4
	คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	4
	ประโยชน์ที่ได้รับ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	กีฬาแบดมินตัน	7
	สมรรถภาพทางกายนักกีฬาแบดมินตัน	8
	ระบบไหลเวียนโลหิตกับการออกกำลังกาย	11
	การใช้พลังงาน	17
	กรดแลคติกกับการออกกำลังกาย	24
	งานวิจัยภายในประเทศ	31
	งานวิจัยภายต่างประเทศ	33
	กรอบแนวคิดการวิจัย	38
3	วิธีดำเนินการวิจัย	39
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	39

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

3 เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 39
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 40
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล 40
การวิเคราะห์ข้อมูล 44

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 45

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 69
สรุปผลการวิจัย 69
อภิปรายผลการวิจัย 71
ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย 77

รายการอ้างอิง 79

ภาคผนวก 84
ภาคผนวก ก (ใบรับรองโครงการวิจัย) 85
ภาคผนวก ข (หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย) 87
ภาคผนวก ค (ข้อมูลสำหรับสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย) 90
ภาคผนวก ง (สถานที่ทำการเก็บข้อมูล) 93
ภาคผนวก จ (เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย) 95
ภาคผนวก ฉ (กติการการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวและขนาดสนาม)..... 98
ภาคผนวก ช (สายการแข่งขัน) 101
ภาคผนวก ซ (ข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจ พลังงานและกรดแลคติกนักกีฬาหญิง)... 110

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 112

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความหนักและต้นตอของพลังงาน.....	23
2	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของ อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง และดัชนีมวลกาย ของนักกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยวระดับเยาวชน...	46
3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดของอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยขณะแข่งขันในแต่ละเซต และเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดของนักกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยวระดับเยาวชน	47
4	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นหัวใจของนักกีฬาชาย....	48
5	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดของปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะอบอุ่นร่างกาย ภายหลังการแข่งขันทันที และภายหลังการแข่งขันนาทีที่ 5 ของนักกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยวระดับเยาวชน	49
6	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของปริมาณการใช้พลังงานขณะแข่งขันในแต่ละเซต ของนักกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยวระดับเยาวชน	50
7	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ของโครงสร้างเกมการแข่งขัน	51
8	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของความถี่ในการเคลื่อนที่ไปตีลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ ในสนามแบดมินตัน	52
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นหัวใจทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว	53
10	เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน แบบรายคู่ ด้วยวิธีของ ตูกี	54
11	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจระหว่างการแข่งขันครั้งที่ 1 และ 2 ของแต่ละเซต ด้วยการทดสอบสถิติที	55
12	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังงานระหว่างการแข่งขันครั้งที่ 1 และ 2 ของแต่ละเซต ด้วยการทดสอบสถิติที	56
13	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกขณะอบอุ่นร่างกาย หลังเกมการแข่งขัน และหลังเกมการแข่งขันทันทีนาทีที่ 5 ด้วยการทดสอบสถิติที.....	57

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระดับความหนักของการออกกำลังกายกับระบบพลังงาน.....	13
2	ความหนักของการออกกำลังกายกับแหล่งพลังงาน.....	23
3	แสดงการเปรียบเทียบต้นตอของการใช้พลังงานระหว่างการวิ่งและการเดิน.....	23
4	แสดงการใช้ออกซิเจนในขณะพัก.....	25
5	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาชายคนที่ 1.....	58
6	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาชายคนที่ 2.....	59
7	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาชายคนที่ 3.....	59
8	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาชายคนที่ 4.....	60
9	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาชายคนที่ 5.....	60
10	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาชายคนที่ 6.....	61
11	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาชายคนที่ 7.....	61
12	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาชายคนที่ 8.....	62
13	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาหญิงคนที่ 1.....	62
14	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต ของนักกีฬาหญิงคนที่ 2.....	63
15	ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 1	63

ภาพที่		หน้า
16	ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 2	64
17	ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 3	64
18	ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 4	65
19	ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 5	65
20	ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 6	66
21	ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 7	66
22	ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 8	67
23	ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาหญิงคนที่ 1	67
24	ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาหญิงคนที่ 2	68
25	สรุปภาพรวมตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว ของนักกีฬา 10 คน	68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาแบดมินตันเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมจากทุกเพศ ทุกวัย ประชาชนจำนวนมากนิยมเล่นเพื่อออกกำลังกาย และอีกจำนวนมากเล่นเพื่อการแข่งขันชิงเงินรางวัล ปัจจุบันเกมการแข่งขันแบดมินตันที่สมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์รับรองนั้น ได้มีการจัดการแข่งขันภายในประเทศขึ้นในแต่ละปีไม่น้อยกว่า 20 รายการ และต่างประเทศหลายรายการ (ฝ่ายเทคนิคการแข่งขัน สมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2552) มีนักกีฬาของประเทศไทยที่มีความสามารถติดอันดับโลก เช่น ในประเภทชายเดี่ยว บุญศักดิ์ พลสนะ ได้รับการจัดลำดับให้อยู่ในอันดับที่ 7 ของโลก ในประเภทหญิงคู่ที่มี ดวงอนงค์ อรุณเกษร และ กุลชลา วรวิจิตรชัยกุล ได้รับการจัดลำดับให้อยู่ในอันดับที่ 4 ของโลก และในประเภทคู่ผสมที่มี สุดเขต ประภากมล และสลารีย์ ทุ่งทองคำ ได้รับการจัดลำดับให้อยู่ในอันดับที่ 2 ของโลก (The Badminton World Federation, 2011) จากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงศักยภาพ และความสามารถของนักกีฬาแบดมินตันไทย ที่สามารถก้าวขึ้นสู่อันดับต้นๆของโลกได้เฉกเช่นเดียวกับประเทศในแถบภูมิภาคเดียวกันที่ประสบความสำเร็จ อาทิเช่น จีน เกาหลีใต้ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย และในต่างประเทศอีกหลายรายการ ซึ่งนักกีฬาจะประสบความสำเร็จในเกมการแข่งขันได้นั้น ต้องอาศัยปัจจัยหลัก 2 อย่างคือ ความสามารถในการแสดงออกทางด้านทักษะ และความพร้อมของสมรรถภาพทางกาย (Bompa, 1999)

คาร์โวเนน และ โวรีมา (Karvonen and Vourimaa, 1988) ได้กล่าวว่า อัตราการเต้นหัวใจเป็นตัวแปรทางสรีรวิทยาที่สำคัญในการชี้ถึงระดับสมรรถภาพทางกาย และการออกกำลังกายที่ต่ำกว่าระดับความหนัก 50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดจะไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ระดับความหนักของการออกกำลังกายกับอัตราการเต้นหัวใจจึงมีความสัมพันธ์กัน โดยที่อัตราการเต้นหัวใจจะชี้ถึงระดับความหนักของการออกกำลังกาย อีกทั้งอัตราการเต้นหัวใจยังมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับระดับปริมาณการใช้ออกซิเจนของร่างกายด้วย (Edmund, 1998) และขณะที่ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนเป็นหลักนั้น อัตราการเต้นหัวใจจะเพิ่มขึ้นจะแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วของงานหรือความหนักของกิจกรรมที่ทำ และเมื่อเพิ่มความเร็วถึงระดับหนึ่ง จะเกิดการสะสมของกรดแลคติก (Lactic Acid) ในกล้ามเนื้อมากขึ้นเกินกว่าที่ร่างกายสลายได้ทัน จึงทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้าอย่างรวดเร็ว และต้องหยุดการออกกำลังกายในที่สุด จะเรียกจุดนี้ว่าเป็น “จุดเริ่มล้า” เมื่อมีการล้าของกล้ามเนื้อแล้ว นักกีฬาจะไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้ดีขณะเริ่มการแข่งขัน ซึ่งแสดงถึงมีโอกาสที่จะพ่ายแพ้ในเกม

การแข่งขันต่อนักกีฬาผู้ที่มีความล้าต่อกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นช้ากว่า (เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ และบุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์, 2547)

ดังนั้น ถ้ามีการวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขันจริง และปริมาณกรดแลคติกในเลือด จะเป็นประโยชน์ต่อการวางรูปแบบโปรแกรมการฝึกซ้อม เพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาเป็นอย่างมาก และอัตราการเต้นหัวใจยังสามารถบอกการใช้พลังงานซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อความสามารถของนักกีฬาในขณะทำการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน ดังนั้นการทราบถึงการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬาจึงเป็นสิ่งสำคัญพื้นฐานอย่างหนึ่งที่ทำให้นักกีฬาสามารถเตรียมความพร้อมของร่างกายในด้านการใช้พลังงานให้เหมาะสมต่อการแข่งขัน ซึ่งจะช่วยให้ศักยภาพของการแข่งขันสูงขึ้น

ในการวัดพลังงานขณะแข่งขัน ด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สที่สามารถพกพาติดตัวได้นั้น บางครั้งเครื่องมืออาจจะกีดขวางการเล่น ทำให้นักกีฬาไม่สามารถทำการแข่งขันได้อย่างเต็มที่ และไม่คล้ายคลึงกับสถานการณ์จริง ดังนั้นการใช้อัตราการเต้นของหัวใจจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการวัดพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขัน (Astrand and Rodahl, 1987) ซึ่งการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสามารถนำมาประเมินค่าการใช้พลังงานแบบทางอ้อมได้ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโพลาร์โปรเทรนเนอร์ 5 (Polar Protrainer 5) ซึ่งโปรแกรมอาศัยข้อมูลพื้นฐานได้แก่ เพศ น้ำหนักตัว อัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายและระยะเวลาในการออกกำลังกาย (U.S. Department of Health and Human Services, 1996)

งานวิจัยที่ผ่านมา มีการทำการวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจ กรดแลคติกในเลือด การใช้พลังงานและโครงสร้างในเกมการแข่งขันกีฬาเช่น เทนนิสและสคอวซ เพื่อดูการใช้พลังงานการเปลี่ยนแปลงทางระบบสรีรวิทยา และการเคลื่อนไหวในเกมการแข่งขัน เพื่อใช้ในการออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อม แต่ในกีฬาแบดมินตันนั้นยังมีน้อยมาก เช่น งานวิจัยของ ชินและคณะ (Chin et al., 1995) จะเน้นไปทางด้านการทดสอบสมรรถภาพ งานวิจัยของ โครเนอร์และคณะ (Kroner et al., 1990) ทางด้านการบาดจ็บ งานวิจัยของ เซียง (Xiang, H., 2005) ทางด้านจิตวิทยา ความวิตกกังวล งานวิจัยของ แมนริค และ กอนซาเลซ บาดิลโล (Manrique and González-Badillo , 2003) ทางด้านการวิเคราะห์เกมการแข่งขัน และงานวิจัยของ กัญจน์ จันทร์ศรีสุคต (2551) ทางด้านการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา อีกทั้งปัจจุบันเกมกีฬาแบดมินตันนั้นมีการเปลี่ยนกติกาการนับคะแนนใหม่จากระบบคะแนน 15 แต้ม ฝ่ายเสริฟเป็นฝ่ายทำคะแนน เป็นระบบนับคะแนน 21 แต้ม (Rally Point 21 x 3) นับคะแนนทุกลูก ตัดสินกันที่ 2 ใน 3 เกม สหพันธ์แบดมินตันนานาชาติ (IBF) ได้กำหนดให้ทดลองใช้ระบบการนับคะแนนการแข่งขันกีฬาแบดมินตันใหม่ ในระบบ 21 x 3 คะแนน ตั้งแต่ วันที่ 1 มกราคม 2549 (ค.ศ. 2006)

เป็นต้นไป (ฝ่ายเทคนิคการแข่งขัน สมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2007) จากกติกาการแข่งขันที่เปลี่ยนไปนี้ทำให้รูปแบบการแข่งขันก็เปลี่ยนไปด้วย นักกีฬาต้องเล่นด้วยความรอบคอบมากขึ้น ระยะเวลาในการเล่นแต่ละเซตจะลดลง ทำให้การศึกษาอัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขัน ปริมาณกรดแลคติกในเลือด การใช้พลังงาน และโครงสร้างของเกมการแข่งขันในกติกาแบบใหม่นี้ยังมีน้อยมาก

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิด และความสนใจที่จะมุ่งศึกษาข้อมูลทางสรีรวิทยา และวิเคราะห์โครงสร้างของเกมการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว ซึ่งจะทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในเกมการแข่งขันแบดมินตันในรูปแบบปัจจุบัน เพื่อนำไปสู่โปรแกรมการฝึกซ้อม และเตรียมความพร้อมของนักกีฬา ในด้านการใช้พลังงาน ให้สอดคล้อง เพียงพอกับรูปแบบเกมการแข่งขันในปัจจุบันต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราการเต้นหัวใจ และการใช้พลังงานในเกมการแข่งขันกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยว
2. เพื่อศึกษาปริมาณกรดแลคติกในเลือดก่อนและหลังเกมการแข่งขัน
3. เพื่อศึกษาโครงสร้างในเกมและลักษณะการเคลื่อนที่ ในเกมการแข่งขันกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยว

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาอัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขัน การใช้พลังงานขณะแข่งขัน ระดับกรดแลคติกในเลือด ก่อนและหลังเกมการแข่งขัน และโครงสร้างของเกมการแข่งขันแบดมินตัน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชน จำนวน 10 คน อายุระหว่าง 17-20 ปี โดยข้อมูลทั้งหมดเก็บจากสองรายการแข่งขัน ได้แก่ รายการแบดมินตันชิงแชมป์ประเทศไทย 2010 และรายการ วิคเตอร์ กรุงเทพ- เชียงใหม่โอเพ่น 2010 ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลนักกีฬาแต่ละคน คนละ 2 เกมการแข่งขัน รวมคนละ 4 เซต โดยจะเก็บในรอบแรก และรอบสองของการแข่งขัน เพราะในการแข่งขันรอบที่ลึกขึ้นจะต้องลดตัวแปรปัจจัยภายนอกที่อาจก่อให้เกิดผลกับการแข่งขันให้มากที่สุด

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวนั้น ผู้วิจัยจะใช้อัตราการเต้นหัวใจในเซต 1 และ เซต 2 มาคำนวณเท่านั้น ไม่นำเซตที่ 3 มาวิเคราะห์ เพราะส่วนใหญ่ตัดสินรู้ผลแพ้ชนะตั้งแต่เซตที่ 2 และข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยที่นำมาคำนวณ จะนำเฉพาะค่าอัตราการเต้นหัวใจที่สูงกว่า 100 ครั้งต่อนาทีมา

คำนวณ เพราะช่วงที่ต่ำกว่านั้นจะถือว่าสภาพร่างกายนักกีฬายังไม่เข้าสู่ช่วงของการออกกำลังจะทำให้ค่าเฉลี่ยที่ได้ออกมาไม่ใกล้เคียงกับสถานการณ์การแข่งขันจริง

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครที่เต็มใจเข้าร่วมการวิจัย และไม่มีการบาดเจ็บใดๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมงานวิจัย

2. กลุ่มตัวอย่างได้รับการชี้แจงอย่างละเอียดถึงขั้นตอนต่างๆ ของการดำเนินการวิจัย และปฏิบัติตามเงื่อนไขในการวิจัย พร้อมลงชื่อในใบยินยอมของกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมการวิจัย

3. เก็บข้อมูลจากการแข่งขันจริง และผู้วิจัยเป็นผู้ดูแลการเก็บข้อมูลด้วยตนเองทุกครั้ง

4. ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจกับนักกีฬา ว่าต้องแข่งขันอย่างเต็มความสามารถ และสามารถถอดสายวัดอัตราการเต้นหัวใจออกได้ในกรณีที่รู้สึกอึดอัด ส่งผลต่อเกมการแข่งขัน

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวัด มีความแม่นตรง สามารถเชื่อถือได้

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

อัตราการเต้นหัวใจ (Heart Rate) หมายถึงความสามารถของหัวใจในการออกแรงบีบตัวและคลายตัวซ้ำๆกันในช่วงระยะเวลา 1 นาที ในงานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจ รุ่น โพลาร์ทีมในการเก็บข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจ ซึ่งจะทำการบันทึกค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 5 วินาที

กรดแลคติก (Lactic Acid) กรดแลคติก เป็นกรดอินทรีย์ เกิดจากการเผาผลาญในระบบกรดแลคติกจากการแตกสลายตัวไม่สมบูรณ์ของกลูโคส กรดแลคติกจะแยกตัวอย่างเร็วเป็นไฮโดรเจนอิออนและแลคเตทอิออน การมีกรดแลคติกมากเกินไปจะทำให้กล้ามเนื้อเมื่อยล้าและเจ็บระบม ในงานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์วัดค่ากรดแลคติก ยี่ห้อแอคคูเทรน พลัส ในการเก็บข้อมูล ซึ่งจะทำการวัดภายหลังเกมการแข่งขันทันที และ ภายหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5

โครงสร้างของเกมการแข่งขัน (Temporal Structure) หมายถึง องค์ประกอบของเกมการแข่งขันที่ได้จากการดูวิดีโอการแข่งขัน ประกอบด้วย ระยะเวลาที่ใช้ในเกมการแข่งขัน (Total Time) , จำนวนครั้งที่ตีโต้กันในหนึ่งแต้ม (Shots per Rally) , ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในแต่ละแต้มและแต่ละเซต (Performance Time in one point and one set) , ระยะเวลาพักในเกมการแข่งขันในแต่ละแต้มและแต่ละเซต (Rest Time in one point and one set)

ลักษณะการเคลื่อนที่ (Movements) หมายถึง ตำแหน่งที่นักกีฬาเคลื่อนที่ไปรับลูกในสนามแบดมินตัน

การใช้พลังงาน (Energy Expenditure) หมายถึง พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันแบดมินตันใน 1 เกมการแข่งขัน มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี่

การนับคะแนนแบบต่อเนื่อง (Rally Point) คือการนับแต้มแบบต่อเนื่องไม่ว่าจะมาจากฝ่ายเสิร์ฟหรือฝ่ายรับ ทำให้เกมมีลักษณะต่อเนื่อง และกระชับขึ้น โดยปัจจุบันเป็นระบบคะแนน 21 คะแนน ตัดสินผล แพ้-ชนะ 2 ใน 3 เซต

การแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว (Single Badminton Competition) คือการแข่งขันแบดมินตันระหว่างผู้เล่นสองฝ่าย โดยแต่ละฝ่ายมีผู้เล่น 1 คน มีการแข่งขันประเภทชายเดี่ยว และหญิงเดี่ยว โดยการแข่งขันประเภทเดี่ยวนี้ผู้เล่นส่วนใหญ่ต้องมีการเคลื่อนที่ในเกมการแข่งขันสูงกว่าประเภทคู่

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทำให้ทราบอัตราการเต้นหัวใจที่ใช้ในเกมแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว
2. ทำให้ทราบปริมาณพลังงานที่ใช้ในเกมการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว
3. ทำให้ทราบปริมาณกรดแลคติกที่เกิดจากเกมการแข่งขัน
4. ทำให้ทราบโครงสร้างของเกมการแข่งขัน และลักษณะในการเคลื่อนที่ในเกมการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว
5. ใช้ข้อมูลทางสรีรวิทยา โครงสร้าง และลักษณะการเคลื่อนที่จากเกมการแข่งขันเป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึก และเตรียมความพร้อมด้านการใช้พลังงานให้สอดคล้องกับลักษณะของเกมการแข่งขันต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพิ่มเติม รวมถึงการทบทวนเอกสาร ตำรา และวรรณกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย มีหัวข้อสำคัญดังต่อไปนี้

ก. เอกสาร วารสาร ตำราที่เกี่ยวข้อง

1. กีฬาแบดมินตัน
    1.1 การปรับสภาพร่างกายก่อนการเล่นแบดมินตัน
    1.2 สาเหตุและผลกระทบของการเปลี่ยนกติกาแบดมินตัน
2. สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาแบดมินตัน
3. ระบบการไหลวียนโลหิตกับการออกกำลังกาย
4. การใช้พลังงานในขณะออกกำลังกาย
    4.1 พลังงานและแหล่งที่มาของพลังงาน
    4.2 การใช้พลังงานของร่างกาย
    4.3 ความหนักของการออกกำลังกาย และต้นตอของพลังงาน
5. กรดแลคติกกับการออกกำลังกาย
    5.1 ผลของกรดแลคติกในการออกกำลังกาย
    5.2 ผลของการมีกรดแลคติกในเซลล์กล้ามเนื้อ
    5.3 ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ
    5.4 การเคลื่อนย้ายกรดแลคติก
    5.5 การฟื้นตัวจากกรดแลคติกหลังการออกกำลังกาย

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. กีฬาแบดมินตัน (Badminton)

1.1 การปรับสภาพร่างกายหลังการแข่งขันแบดมินตัน (นภพร ทัศนัยนา , 2544)

การปรับสภาพร่างกายหลังการแข่งขัน เป็นวิธีขจัดกรดแลคติกในเซลล์ของกล้ามเนื้อลาย ซึ่งเกิดขึ้นจากการออกกำลังกายอย่างหนัก ทำให้ร่างกายเป็นหนี้ออกซิเจนและเกิดกรดดังกล่าวขึ้น เมื่อร่างกายมีกรดแลคติกตกค้างในเซลล์ของกล้ามเนื้อ ร่างกายของเราจะมีอาการเมื่อยล้าและมีผลต่อประสิทธิภาพในการฝึกซ้อมและการแข่งขัน ในอดีตที่ผ่านมาได้มีนักกีฬาและโค้ชหลายคนมีความเข้าใจผิด โดยมักจะใช้เวลาในการปรับสภาพร่างกายไปใช้ในการสร้างความเร็ว พลังและความอดทนแทน และบางคนก็มีความล่าช้าในการปรับสภาพร่างกายทำให้การกำจัดกรดแลคติกไม่ได้ผลเท่าที่ควร

หลักและวิธีการปฏิบัติในการปรับสภาพร่างกาย

1. ให้เริ่มปฏิบัติการปรับสภาพร่างกายโดยเร็วหรือทันทีที่เลิกจากการออกกำลังกายอย่างหนักหรือหลังการแข่งขัน

2. กิจกรรมที่เหมาะสมในการใช้ปรับสภาพร่างกายคือ การวิ่งเหยาะๆประมาณ 5-10 นาที เพราะการวิ่งเบาๆเป็นการกระตุ้นให้หัวใจสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายและนำของเสียหรือสารตกค้างกลับมาขับถ่ายหรือกำจัดออกจากร่างกายโดยอวัยวะต่างๆ เช่น ปอดและไต เป็นต้น ซึ่งการวิ่งเหยาะเบาๆ เช่นนี้จะไม่ก่อให้เกิดการเป็นหนี้ออกซิเจนขึ้นตามเซลล์ของกล้ามเนื้ออย่างที่นักกีฬาและโค้ชบางคนกระทำกัน

3. สิ้นสุดการปรับสภาพร่างกายด้วยกิจกรรมการยืดและเหยียดข้อต่อต่างๆ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะมีผลทำให้นักกีฬาเกิดการผ่อนคลาย เอ็นและพังผืดรอบๆข้อต่อจะมีความยืดหยุ่น มีสปริงที่ดีและเป็นประโยชน์อย่างมากในยามที่ร่างกายต้องเคลื่อนไหวส่วนต่างๆอย่างเต็มที่และในมุมที่กว้างดังเช่นที่นักกีฬายิมนาสติกต้องใช้อยู่เป็นประจำ

1.2 สาเหตุและผลกระทบของการเปลี่ยนกติกาแบดมินตัน

จากการเปลี่ยนแปลงกติกาแบดมินตันมาเป็นระบบ 21 แต้ม นับคะแนนแบบต่อเนื่อง (Rally Point) นั้น ทำให้ระยะเวลาในเกมการแข่งขันแบดมินตันมีความกระชับ ผู้เล่นต้องมีสมาธิกับแต้มทุกแต้มตลอดเวลา เกมมีความเร้าใจ สนุกสนานขึ้น สามารถประมาณระยะเวลาการแข่งขันในการถ่ายทอดสดได้ ทำให้ผู้ชมจำนวนมากสามารถดูเกมแบดมินตันได้ตลอดทั้งเกมการแข่งขันซึ่งตรงข้ามกับกติกาแบดมินตันแบบเก่า (15 แต้ม) ซึ่งไม่สามารถกำหนดระยะเวลาของแต่ละเกมการแข่งขันได้ ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญมากในการประชาสัมพันธ์เกมกีฬาแบดมินตันสู่สายตาของคนทั่วไปและป้องกันการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากระยะเวลาของการแข่งขันที่ใช้เวลามากเกินไปได้ (วัยวุฒิ

ช่วยณรงค์ , 2554) ดังนั้น เมื่อมีการเปลี่ยนกติกาแบดมินตันทำให้ ต้องมีการปรับในเรื่องของเทคนิคการแข่งขัน รวมถึงลักษณะรูปแบบของการฝึกซ้อมเพื่อให้ได้นักกีฬาแบดมินตันที่มีสมรรถภาพทางกายที่เหมาะสม สอดคล้องกับเกมการแข่งขันแบดมินตันในปัจจุบัน

2. สมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาแบดมินตัน

ความหมายของสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการประกอบภารกิจประจำวันได้อย่างกระฉับกระเฉงและมีประสิทธิภาพ และฟื้นตัวกลับคืนสู่สภาพปกติได้อย่างรวดเร็ว และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างราบรื่น มีความสุข ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ

มูเกอร์ (Moeger, 1989)ได้แบ่งสมรรถภาพทางกายออกเป็นสองประเภท คือ สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพหรือสุขสมรรถนะ (Health-Related Physical Fitness) และสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะหรือทักษะสมรรถนะ (Skill-Related Physical Fitness)

สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพ ประกอบด้วย

1. ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด
2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
3. ความอดทนของกล้ามเนื้อ
4. ความอ่อนตัว
5. สัดส่วนของร่างกาย

สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะ ประกอบด้วย

1. ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด
2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
3. ความอดทนของกล้ามเนื้อ
4. ความอ่อนตัว
5. สัดส่วนของร่างกาย
6. ความคล่องแคล่วว่องไว
7. พลังกล้ามเนื้อ
8. ความสมดุลของร่างกาย
9. การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ
10. ปฏิกิริยาตอบสนอง
11. ความเร็ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะกีฬาแบดมินตัน

ความอดทน (Endurance) หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้ระยะเวลานาน ระยะทางที่ยาวนาน เช่น ในการแข่งขันแบดมินตัน ผู้เล่นจะต้องมีการเคลื่อนที่ในหลายทิศทาง ไม่ว่าจะเป็นการกระโดด การก้าวขาไปรับลูกที่ตำแหน่งต่างๆทั่วสนาม นักกีฬาจำเป็นต้องเคลื่อนที่ซ้ำๆกันภายในระยะเวลาการแข่งขันที่ยาวนาน ความอดทนนี้เป็นทั้งความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ (Cardiovascular Endurance) การฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้เกิดการพัฒนาความอดทนของทั้งสองระบบ ในส่วนของระบบกล้ามเนื้อ จะทำให้เกิดการพัฒนาให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้นและแข็งแรงขึ้นด้วย กล้ามเนื้อมีความสามารถในการเก็บสะสมพลังงานไว้ได้มากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อสามารถทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและยาวนาน จำนวนเส้นเลือดฝอยที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อมีมากขึ้น ทั้งยังช่วยลดการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากกล้ามเนื้อได้อีกด้วย นอกจากนั้น ในส่วนของระบบไหลเวียนเลือดและหัวใจ จะพัฒนาขนาดของหัวใจและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจขึ้น ปริมาณเลือดที่หัวใจฉีดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและส่วนต่างๆมีเพิ่มขึ้น จำนวนด่างสำรองในกระแสเลือดมีมากขึ้น ช่วยทำให้ร่างกายทนต่อการทำงานและทำงานได้นานขึ้น ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเล่นกีฬาแบดมินตัน การฝึกความอดทนจะได้ผลดีนั้น จำเป็นต้องแยกฝึกเป็นสองส่วน คือ การฝึกความอดทนทั่วไป (General Endurance) และการฝึกความอดทนเฉพาะ (Specific Endurance) (MacDougall et al., 1991)

ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อให้ทำงานได้อย่างเต็มที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นพื้นฐานที่สำคัญของทุกชนิดกีฬาในการที่ทำการฝึกซ้อมหรือแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความแข็งแรงจัดเป็นสมรรถภาพที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้การพัฒนาสมรรถภาพด้านอื่นๆ และทักษะเทคนิคของนักกีฬาสามารถปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้กีฬาบางประเภท การประสบความสำเร็จจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับความแข็งแรง แต่การมีความแข็งแรงที่ดี ก็จะช่วยสนับสนุนการเคลื่อนไหวของร่างกายให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดโอกาสที่นักกีฬาจะเกิดการบาดเจ็บ (Wrigley and Strauss, 2000)

พลัง (Power) หมายถึง ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อทำงานอย่างรวดเร็ว การเคลื่อนไหวทางการกีฬาส่วนใหญ่จะมีลักษณะการทำงานที่ต้องเอาชนะแรงต้านทานทั้งภายในและภายนอกร่างกายด้วยอัตราความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด

ซึ่งการกระทำเช่นนั้น กล้ามเนื้อไม่เพียงต้องการความแข็งแรงสูงสุด แต่กล้ามเนื้อยังต้องการพลังเป็นสำคัญ (Mayhew et al., 1994)

ความเร็ว (Speed) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้โดยใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด ความเร็วต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อ นักกีฬาแบดมินตันต้องใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ทั้งในขณะเป็นฝ่ายรุกและรับได้เป็นอย่างดี (Todd and Mahoney, 1995)

ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว การเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทิศทางอย่างรวดเร็ว โดยไม่เสียการทรงตัว ดังนั้นความคล่องแคล่วว่องไวจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในกีฬาแบดมินตัน การเข้าถึงลูกได้เร็วย่อมทำให้ได้เปรียบคู่ต่อสู้ ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายบุก เพื่อชิงทำเกมหรือหลอกล่อคู่ต่อสู้ ในทางกลับกัน การเคลื่อนที่เข้าหาลูกไม่ทัน เพราะขาดความว่องไว หรือการเคลื่อนที่เข้าหาลูกช้าไปเพียงจังหวะเดียว ไม่เพียงจะทำให้เสียโอกาสในการชิงเป็นฝ่ายทำเกม แต่ยังต้องเป็นฝ่ายแก้เกมอีกด้วย (Groppel and Roetert, 1992)

ความอ่อนตัวและความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการยืดออกและหดเข้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่มุมหรือข้อต่อในส่วนต่างๆของร่างกายสามารถที่จะเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความยืดหยุ่นนี้สามารถพัฒนาได้จากการฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั่นเอง ในขณะที่เล่นหรือทำการแข่งขันแบดมินตันนั้น จะมีจังหวะย่อตัว การเอี้ยวตัวตีลูก รวมถึงการเหยียดแขน ขา และลำตัว ในการเคลื่อนที่เข้ารับลูกอีกด้วย (MacDougall et al., 1991)

ความสมดุลของร่างกาย (Body Balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาความสมดุลของร่างกายในขณะที่อยู่กับที่และในขณะที่เคลื่อนไหวอยู่โดยไม่เสียหลัก โซเซ หรือวิ่งไม่ตรงทิศทาง ซึ่งเป็นความสามารถในการทำงานประสานกันในขณะที่เดิน หรือวิ่งอยู่ ความสมดุลของร่างกายเป็นหนึ่งในส่วนประกอบที่สำคัญในหลายๆ ส่วนของความสามารถที่นักกีฬาแบดมินตันพึงจะต้องมี ทั้งการทำงานประสานกับความคล่องแคล่วว่องไว การเปลี่ยนทิศทางโดยไม่เสียการทรงตัว (Groppel and Roetert, 1992)

การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Coordination) คือ ความสัมพันธ์ของสัมผัสประสาทและกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถในการทำงานประสานสัมพันธ์กันระหว่างประสาทรับความรู้สึกกับการรับสั่งงานให้กล้ามเนื้อทำงาน (Reilly et al., 1990)

3. **ระบบไหลเวียนโลหิตกับการออกกำลังกาย** (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ , 2546)

อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate)

เป็นจำนวนครั้งที่หัวใจห้องล่างด้านซ้ายบีบตัวในช่วงเวลา 1 นาที โดยตรวจนับที่บริเวณหัวใจ ซึ่งอาขใช้การตรวจนับอัตราชีพจรแทนได้ โดยตรวจนับที่บริเวณข้อพับ เช่น ข้อมือ ใต้คาง และบริเวณขมับ

ตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจมีดังนี้

อายุ อัตราการเต้นของหัวใจของเด็กแรกเกิดประมาณ 130 ครั้งต่อนาทีและจะเริ่มลดลงเมื่ออายุเข้าใกล้วัยรุ่น อัตราการเต้นของหัวใจจะคงที่ในผู้ใหญ่ ชายในวัยผู้ใหญ่จะมีอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 78 ครั้ง/นาที ในท่ายืน เมื่ออายุมากขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลง

เพศ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของหญิงในวัยผู้ใหญ่ โดยเฉลี่ยจะเต้นเร็วกว่าผู้ชายในวัยเดียวกันประมาณ 5 – 10 ครั้ง/นาที

ท่าทาง ลักษณะท่าทางต่างๆ มีผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ จากท่านอนเปลี่ยนเป็นท่ายืนอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่ม 10 – 12 ครั้ง/นาที จากลักษณะท่าทางที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ ทำให้เกิดมีการทดสอบสมรรถภาพทางกายโดยการนำเอาการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจมาเป็นเกณฑ์

การย่อยอาหาร อัตราการเต้นของหัวใจจะสูงขึ้นหลังรับประทานอาหาร ดังนั้นหลังรับประทานอาหารเสร็จใหม่ๆ การออกกำลังกายทันทีจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นสูงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น จึงไม่ควรกระทำ

อารมณ์ อารมณ์กลัว ความโกรธ และความกังวล มีผลต่อระบบการออกกำลังกายเช่นกัน ดังนั้น นักกีฬาที่มีความกังวลสูงอัตราการเต้นของหัวใจก็จะสูง สวัน (Swan,1975) ค้นพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจของเด็กวัยรุ่นเพิ่มขึ้นสูงถึง 19 ครั้ง/นาที ในขณะที่รอการเข้าตรวจในห้องทดลอง ดังนั้นขณะออกกำลังกายถ้ามีอารมณ์ตื่นเต้นอยู่แล้วผลที่ตามมาคือ ความเหนื่อยที่ถึงจุดก่อนที่ควรจะเป็นและจะมีผลต่อการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจอีกด้วย

ความเครียด การกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเธติค ทำให้หัวใจทำงานหนักขึ้น ความเครียดจะทำให้เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจและแรงบีบตัวของหัวใจ

ผลจากบุหรี่ การสูบบุหรี่ไม่ว่าจะอยู่ในสภาพนั่งหรือยืนเพียง 1 มวน มีผลทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น

การหายใจ การหายใจเข้าแรงๆ ติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น การหายใจลึกๆ ติดต่อกันทำให้หัวใจเต้นช้าลง

ปฏิกิริยาจากเอออร์ติก (Aortic) และคาโรติก ไซนัส (Carotid Sinus) เมื่อมีโลหิตผ่านในเซลล์รับความรู้สึกทั้งสองน้อยลงหัวใจจะเต้นเร็วขึ้น แต่ถ้าโลหิตในเซลล์รับความรู้สึกนี้มากขึ้น หัวใจเต้นช้าลง

Bainbridge reflex เมื่อโลหิตดำไหลกลับหัวใจมากขึ้น หัวใจเต้นเร็วขึ้น

การขาดออกซิเจน หรือคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น ทำให้หัวใจเต้นเร็ว

อุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้หัวใจเต็นเร็วขึ้น เพราะมีผลโดยตรงต่อปุ่ม เอส – เอ

ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ ได้แก่ แอร์มาลิจากต่อมหมวกไตและฮอร์โมนธัยรอกซินนจากท่อธัยรอยด์จะกระตุ้นหัวใจให้แข็งแรงขึ้น เช่น พวกเป็นโรคคอพอกหัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ

การออกกำลังกาย ทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น เพื่อส่งออกซิเจนออกไปยังเซลล์กล้ามเนื้อทันตามความต้องการ

อัตราการเต้นของหัวใจระหว่างการออกกำลังกายและหลังออกกำลังกาย

เมื่อเราออกกำลังกายอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้าเป็นการออกกำลังกายอย่างเบาๆ ถึงปานกลาง อัตราการเต้นของหัวใจจะเต้นถึงจุดที่ไม่เปลี่ยนแปลง (Plateau) เป็นเวลา 30 – 60 นาที อัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นสัดส่วนกับงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย ถ้างานที่ทำหนักอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มจนกว่าจะเหนื่อย หลังออกกำลังกายแล้ว 2 – 3 นาที อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงอย่างรวดเร็วเหมือนตอนเริ่มออกกำลังกาย หลังจากนั้นอัตราการเต้นของหัวใจจะค่อยๆ ลดลงตามลำดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนักของงานและระยะเวลาของการออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นระหว่างออกกำลังกาย เพราะต้องการออกซิเจนและสารอาหารเพิ่มขึ้น

ความหนัก (Intensity) ในการออกกำลังกาย ความหนักคิดเป็น ฟุต-ปอนด์ ของงานต่อนาทีที่ใช้ในการออกกำลังกาย เมื่องานเท่ากับ กำลัง x ระยะทาง ในการออกกำลังกายอย่างง่ายๆ เช่น การก้าวขึ้นลงบนกล่อง ความหนักของงานสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยเพิ่มความสูงของกล่องหรือเพิ่มความเร็วของการก้าวขึ้นลงก็ได้ หรือเพิ่มทั้งสองอย่าง ซึ่งการทำงานที่ทำได้ตามหลักชีวกลศาสตร์ สำหรับการคำนาณหาความหนักของงานจากอัตราการเต้นของหัวใจหรืออัตราชีพจรคำนวณได้ดังนี้

อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด = 220 – อายุ

อัตราการเต้นหัวใจเป้าหมาย (Karvonen method) = (อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด – อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก) x เปอร์เซ็นต์ความหนักของงาน + อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก

การใช้ระดับความหนักโดยยึดอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดมาฝึกเพื่อพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิตนั้น เหมาะสมกับแต่ละบุคคล และลดปัจจัยเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ระดับความหนักนั้นแบ่งออกเป็น 3 ระดับความหนัก โดยใช้เกณฑ์อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และอัตราการแลกเปลี่ยนระบบทางเดินหายใจ (RER-Respiratory Exchange Ratio) มาเป็นตัวบ่งชี้ระบบพลังงาน (Energy System) และพลังงานต้นตอ (Energy Source) ได้ (Clark et al., 2008)

Respiratory Exchange Ratio (RER) and Heart Rate Zones

Heart Rate Zone	RER	Heart Rate Percentage	Energy System	Energy Source	Activity
Zone one	0.80–0.90	65–75%	Aerobic	Muscle glycogen and fatty acids	Walking or jogging
Zone two	0.95–1.0	80–85%	Aerobic/anaerobic	Muscle glycogen and lactic acid	Group exercise classes
Zone three	1.1	86–90%	Anaerobic	ATP/CP and muscle glycogen	Sprinting

ATP, adenosine triphosphate; CP, creatine phosphate.

ภาพที่ 1 แสดงระดับเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นหัวใจกับระบบพลังงาน

แหล่งที่มา : ระดับความหนักของการออกกำลังกายกับระบบพลังงาน (Clark et al., 2008)

ความหนักระดับที่ 1 (Zone One) เป็นช่วงระดับความหนักของการออกกำลังกายอยู่ที่ 65 – 75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด หรือเรียกช่วงนี้ว่าเป็นช่วงการฟื้นตัวของร่างกาย (Recovery Zone) เป็นช่วงระดับความหนักที่เหมาะสำหรับผู้ที่เริ่มต้นการออกกำลังกาย เพิ่มความสามารถของโลหิตในการนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย ระบบพลังงานที่ใช้คือระบบแอโรบิก กิจกรรมที่ใช้พลังงานระบบนี้ เช่น การเดินหรือวิ่งเหยาะๆ

ความหนักระดับที่ 2 (Zone Two) เป็นช่วงระดับความหนักของการออกกำลังกายอยู่ที่ 80 – 85% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ช่วงนี้จะใกล้กับจุดเริ่มล้า (Anaerobic Threshold) ซึ่งก็คือจุดที่ร่างกายได้มีการทำงานเพิ่มมากขึ้นจนเกิดการสะสมของกรดแลคติก (Lactic Acid) ในกล้ามเนื้อสูง และมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 4 มิลลิโมลต่อเลือด 1 ลิตร ณ จุดนี้ร่างกายจะเริ่มเปลี่ยนการใช้พลังงานจากขบวนการเผาผลาญแบบใช้ออกซิเจนเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic

Metabolism) มากขึ้น ซึ่งจะใช้น้ำตาล (Glucose) เป็นแหล่งพลังงานหลัก และเหลือประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพียงร้อยละ 5 ของพลังงานทั้งหมด จึงทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้าอย่างรวดเร็ว และต้องหยุดการออกกำลังกายในที่สุด ระบบพลังงานที่ใช้คือ ระบบแอโรบิก / แอนแอโรบิก กิจกรรมที่ใช้พลังงานระบบนี้ เช่น คลาสการออกกำลังกายต่างๆ (Group Exercise Classes)

ความหนักระดับที่ 3 (Zone Three) เป็นช่วงระดับความหนักของการออกกำลังกายอยู่ที่ 86 – 90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เป็นช่วงที่มีความหนักของการออกกำลังสูงมาก (High Intensity) ระยะเวลาที่ควรออกกำลังอยู่ในช่วงนี้อยู่ที่ประมาณ 10 – 60 วินาที และควรออกกำลังที่ระดับความหนักที่ 1 และ 2 ร่วมด้วย ระบบพลังงานที่ใช้คือ ระบบ แอนแอโรบิก กิจกรรมที่ใช้พลังงานระบบนี้ เช่น การวิ่งสปีด (Sprinting)

ระบบการไหลเวียนโลหิตกับการออกกำลังกาย

1. อัตราการเต้นของหัวใจขณะและหลังออกกำลังกาย

เมื่อออกกำลังกายปริมาตรของโลหิตที่หัวใจสูบฉีดออกมา แต่ละนาทีเป็นดัชนีชี้วัดความสามารถในการเต้นของหัวใจ มักนิยมใช้วัดอัตราการเต้นของหัวใจเพราะทำได้ง่ายกว่า และการเปลี่ยนแปลงเห็นชัดเจนกว่า “Stroke Volume” เช่น อัตราการเต้นของหัวใจเป็นสัดส่วนตรงกับความหนักของงาน

สำหรับงานระดับปานกลาง ถ้ามีอัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่า แสดงว่ามีสมรรถภาพทางกายดี เพราะ

1. สมรรถภาพการจับออกซิเจนของหัวใจมากขึ้นเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจมากขึ้น
2. เมื่อต้องทำงานเร็วระยะพักของหัวใจสั้นลง

2. การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย

เมื่อออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาอัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มมากขึ้นซึ่งขึ้นอยู่กับความหนักเบาของงาน ถ้างานหนัก หมายถึงงานที่ต้องใช้กระบวนการเผาผลาญอาหารมากเป็น 10 เท่าของขณะปกติ อัตราการเต้นของหัวใจจะสูงถึงขีดสูงสุด หรืองานเบาถึงปานกลาง อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมีระดับคงที่ได้และเมื่อหยุดออกกำลังกาย อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงอย่างรวดเร็ว ต่อจากนั้นจะลดลงช้าๆ จนถึงระดับปกติเป็นการฟื้นตัวของผู้ออกกำลังกายจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความหนักเบาของงานและระยะเวลาในกรออกกำลังกาย

3. การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจต่อการออกกำลังกายแบบต่าง ๆ

3.1 ชนิดการออกกำลังกายแบบเกร็งกล้ามเนื้อ (Isometric or Static Exercise) เช่น การยก ดึง ดัน บีบแบบเกร็งไว้อัตราการเต้นของหัวใจขึ้นเพียงเล็กน้อยมีสาเหตุจากโลหิตดำไหลกลับสู่หัวใจลดลงในขณะออกกำลังกายและความหนักที่เพิ่มขึ้นไม่เพียงพอ

3.2 การออกกำลังกายแบบเคลื่อนที่ (Isometric or Dynamic Exercise) เป็นการออกกำลังกายทุกส่วนของร่างกายใช้กล้ามเนื้อลายหลายๆ ส่วน เป็นการยกน้ำหนักท่าต่างๆ การวิ่ง ขี่จักรยาน จะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น มีสาเหตุจากโลหิตดำไหลกลับจำนวนมากเนื่องจากการสูบฉีดของกล้ามเนื้อ (Muscle Pump Action)

3.3 ความหนักเบาของงาน (Intensity) ปริมาณความหนักหรือความเข้มข้นของงานหาได้หลายวิธี เช่น แรง x ระยะทางมีหน่วยฟุต – ปอนด์ต่อนาที การกำหนดชีพจรสูงสุดและชีพจรเป้าหมาย หรือใช้ปริมาณสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดหรือป่านกลางหรือเบา เป็นต้น

3.4 ระยะเวลา ถ้าออกกำลังกายในระดับเบาถึงปานกลางชั่วขณะเวลาหนึ่งอัตราการเต้นของหัวใจค่อยสูงขึ้น และคงตัวในเวลาต่อมาจะสูงขึ้นอีกเพราะเกิดความเหนื่อยล้าของกล้ามเนื้อและหน่วยประสาทกลไก และมีการเผาผลาญอาหารมากขึ้น ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น

3.5 การทำงานไม่ต่อเนื่องกัน เช่น การออกกำลังกายหนักสลับเบา เช่น การฝึกว่ายน้ำ วิ่ง ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น และลดลงสลับกันไป

4. ผลของการออกกำลังกายต่อหัวใจ

อัตราการเต้นของหัวใจ การออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อมสม่ำเสมอตามกำหนดความหนัก ความนาน และความถี่แล้ว อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลง คนที่มีสมรรถภาพทางกายดีจะออกกำลังกายได้นานกว่า และ/หรือทำงานได้หนักกว่าคนที่ไม่ได้ฝึกซ้อม

ปริมาตรโลหิตที่หัวใจสูบฉีดใน 1 ครั้ง ผู้ฝึกซ้อมสม่ำเสมอหัวใจจะมี ความสามารถสูบฉีดโลหิตครั้งหนึ่งๆ ได้ โลหิตปริมาตรมากกว่าคนที่ไม่ได้ฝึกซ้อมเพราะการฝึกทำให้กล้ามเนื้อหัวใจหดตัวได้ดี หัวใจห้องล่าง จะหดตัวบีบโลหิตได้จำนวนมาก

ขนาดหัวใจ ผลการออกกำลังกายแบบเป็นเวลานานต่อเนื่องกัน ทำให้หัวใจมีขนาดโตขึ้นกล้ามเนื้อหัวใจมีขนาดใหญ่และแข็งแรงขึ้น และพบว่าระยะคลายตัวของหัวใจนานขึ้นมีเวลารับโลหิตได้มาก หัวใจนักกีฬาจึงมีขนาดใหญ่ขึ้น

5. ความสามารถสำรองของหัวใจ

การออกกำลังกายสม่ำเสมอมีผลต่อหัวใจต้องปรับตัวให้ทัน เพื่อส่งออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อ เนื่องจากมีการเผาผลาญอาหารสูงขึ้น ความสามารถในการเก็บกักหรือสำรองของหัวใจ (Cardiac Reserve) จะสูงขึ้นตาม

อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Reserve of Heart Rate) โดยเพิ่มจากอัตราการเต้นของหัวใจจากปกติ 70 – 80 ครั้งต่อนาที เพิ่มเป็น 170 – 180 ครั้งต่อนาที แต่ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจเต้นเกิน 180 ครั้งต่อนาที ปริมาตรสูบฉีดโลหิต ใน 1 นาที ไม่เพิ่มขึ้นเพราะปริมาตรสูบฉีดโลหิต 1 ครั้ง (Stroke Volume) ลดลงเพราะเวลาในการคลายตัวสั้นลง ปริมาตรสำรองในการสูบฉีดโลหิต 1 ครั้ง (Stroke Volume Reserve) มีประโยชน์ต่อการออกกำลังกายหนักๆ หัวใจเพิ่มปริมาตรสูบฉีดโลหิตโดยลดปริมาตรโลหิตในช่วงท้ายระยะหดตัว

ถ้ามีความสามารถสำรองของหัวใจจะช่วยเพิ่มสมรรถภาพการใช้ หรือจับออกซิเจนของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อได้เมื่อออกกำลังกายหนักกล้ามเนื้อต้องใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น16 –17 มิลลิลิตรต่อโลหิต 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ความสามารถนี้เรียกว่า สมรรถภาพการจับหรือให้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ

6. ความดันโลหิตขณะออกกำลังกาย

ความดันโลหิตขณะออกกำลังกายเปลี่ยนแปลงเพราะโลหิตไหลมากขึ้น ปริมาตรสูบฉีดโลหิตของหัวใจมากขึ้น แต่ความต้านทานภายในหลอดโลหิตน้อยลง เพราะเส้นโลหิตฝอยขยายตัว ความเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับชนิดและความหนักเบาของงาน การออกกำลังกายเป็นจังหวะตั้งแต่ระดับปานกลาง หนักเต็มที่ทำให้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวสูงขึ้น และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยถ้าเป็นการออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก ทำให้กล้ามเนื้อเกร็งตัวการหายใจชะงัก ความดันในทรวงอก (Intrathoracic Pressure) เพิ่มจาก 80 เป็น 200 มิลลิเมตรปรอท จึงไปมีผลต่อผนังบางๆ ของโลหิตดำ ทำให้โลหิตดำกลับสู่หัวใจน้อยลง (Venous Return) ผลคือ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวสูงขึ้นเป็นเวลาหลายวินาที ทำให้ความดันชีพจรลดลง เมื่อหยุดออกกำลังกาย ความดันโลหิตเฉลี่ย ความดันชีพจรเพิ่มขึ้นทำให้โลหิตดำกลับสู่หัวใจมากขึ้น เรียกว่า “Valsalva Effect”

7. อัตราการเต้นของหัวใจในการฟื้นตัว (Heart Rate Recovery)

ช่วงเวลาอัตราการเต้นของหัวใจในการฟื้นตัวกลับสู่สภาพ ขณะพักจะใช้เวลาระยะหนึ่งแล้วจึงค่อยๆ ลดลง ถ้าช่วงเวลานี้ของนักกีฬาหรือบุคคลทั่วไปสั้นกว่าคนอื่นจะเป็นตัวบ่งชี้

สมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตหรือเป็นบุคคลที่สมรรถภาพของหัวใจดีกว่าคนอื่นๆ ได้ โดยปกติจะใช้ช่วงเวลา 5 – 10 นาที ซึ่ง ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และเฉลิม ชัยวัชวราภรณ์ (2544) ได้ทำวิจัยเรื่อง “ผลการใช้พลาสเตอร์ช่วยหายใจที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดและอัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัว” เพื่อปรึกษาและเปรียบเทียบผลการใช้พลาสเตอร์ช่วยหายใจที่มีผลต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัวและเวลาที่ใช้ในการกลับคืนสู่ภาวะปกติ

ผลการวิจัยพบว่า : ค่าสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจในขณะฟื้นตัว และเวลาที่ใช้ในการกลับคืนสู่ภาวะปกติหลังจากการออกกำลังกายของกลุ่มที่ใช้พลาสเตอร์ช่วยหายใจและใช้พลาสเตอร์ธรรมดาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. การใช้พลังงาน (Energy Expenditure)

4.1 พลังงานและแหล่งที่มาของพลังงาน

พลังงาน (Energy) หมายถึง ความสามารถในการทำงานหรือทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ พลังงานโดยทั่วไปมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบสามารถทำให้เกิดพลังงานความร้อน (Heat) ได้ ดังนั้นการวัดพลังงานจึงมีหน่วยเป็นแคลอรี่ (Calorie : Cal) ซึ่งหมายถึง พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส เนื่องจากแคลอรี่เป็นหน่วนที่เล็ก การวัดพลังงานจึงนิยมใช้หน่วยที่ใหญ่ขึ้น คือ กิโลแคลอรี่ (Kilocalorie : Kcal) ซึ่ง 1 kcal = 1,000 cal ซึ่งจำนวนแคลอรี่ที่ร่างกายต้องการขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น กิจกรรมทางกาย ปริมาณกล้ามเนื้อของหัวใจ อัตราเมแทบอลิซึมพื้นฐาน ประสิทธิภาพของการย่อยอาหาร และน้ำหนักของร่างกาย เป็นต้น (ประดิษฐ์ มีสุข, 2546)

เนื่องจากแต่ละเซลล์ภายในร่างกายต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีวิต หากร่างกายทำงานหนักขึ้นก็จะต้องการพลังงานมากขึ้น แม้กระทั่งขณะหลับร่างกายก็ยังคงต้องการพลังงาน โดยพลังงานดังกล่าวได้มากจากอาหารที่รับประทาน นั่นคือ เมื่อรับประทานอาหารโมเลกุลของสารเคมีที่อยู่ภายในอาหารจะถูกย่อยให้เป็นโมเลกุลที่เล็กลง โมเลกุลเหล่านี้จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด และถูกขนส่งไปให้เซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกายก่อนที่จะถูกเผาไหม้โดยกระบวนการต่างๆ เพื่อให้พลังงานแก่ร่างกาย

แหล่งที่มาของพลังงาน (สนธยา สีละมาด, 2551)

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดของร่างกาย เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานแหล่งแรกที่จะถูกนำมาใช้ในขณะทำกิจกรรมต่างๆหรือการออกกำลังกาย นอกจากนี้ คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานเพียงชนิดเดียวของสมองและระบบประสาท และมีบทบาทอย่างมากต่อการทำงานของระบบต่างๆ ภายในร่างกาย

ร่างกายไม่สามารถเก็บสะสมคาร์โบไฮเดรตในรูปกลูโคสได้ ดังนั้น กลูโคสที่เหลือใช้จะรวมตัวกันเป็นแขนงโพลีเมอร์ของคาร์โบไฮเดรต เรียกว่า ไกลโคเจน (Glycogen) ซึ่งจะถูกเก็บสะสมไว้ภายในตับและในกล้ามเนื้อ เมื่อใดก็ตามที่ร่างกายต้องการพลังงาน ไกลโคเจนเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นกลูโคสอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะสามารถนำไปใช้ได้ คาร์โบไฮเดรตให้พลังงานไม่มากเมื่อเทียบกับไขมัน โดยคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 4 กิโลแคลอรี่ และร่างกายสามารถเก็บสะสมพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตประมาณ 2,000 กิโลแคอลรี่ ซึ่งสามารถใช้ในการออกกำลังกายได้ต่อเนื่องประมาณ 90 นาที ที่ระดับความหนัก 60%-80% VO_2max (Sherman, W.M. 1995) คาร์โบไฮเดรตจะถูกเผาผลาญในขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง และเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับสารอาหารชนิดอื่นๆ

ไขมัน (Lipid)

ไขมันที่อยู่ในร่างกายและในอาหารที่รับประทาน โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปไตรกลีเซอร์ไรด์ (Triglyceride) ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมัน (Fatty acid) 3 โมเลกุล รวมตัวกับกลีเซอรอล (Glycerol) 1 โมเลกุล ดังสมการ

Triglyceride = Glycerol + Fatty Acid + Fatty Acid + Fatty Acid

ไตรกลีเซอไรด์เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานมากที่สุด โดยไตรกลีเซอร์ไรด์ 1 กรัม จะให้พลังงานประมาณ 9 กิโลแคลอรี่ หรือให้พลังงานเป็น 2 เท่าของคาร์โบไฮเดรต การเก็บสะสมไตรกลีเซอร์ไรด์ในร่างกายขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ขนาดร่างกาย เพศ เป็นต้น แต่โดยเฉลี่ยแล้วในร่างกายจะเก็บสะสมพลังงานจากไขมันไว้ประมาณ 90,000 – 100,000 กิโลแคลอรี่ หรือประมาณ 70% - 80% ของพลังงานทั้งหมดที่เก็บสะสมในร่างกาย ซึ่งปริมาณดังกล่าวสามารถใช้ในการทำกิจกรรมต่อเนื่องได้ประมาณ 120 ชั่วโมง

โมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่เก็บสะสมในร่างกายมากกว่าร้อยละ 80 จะรวมกันอยู่ในรูปเนื้อเยื่อไขมัน เรียกว่า “Adipose Tissue” ซึ่งสามารถพบได้ที่บริเวณต่างๆ ได้แก่ ชั้นใต้ผิวหนัง (Subcutaneous Fat) ภายในช่องท้องและอวัยวะภายใน (Visceral Fat) และส่วนที่เหลือ ประมาณ

2%-3% จะเก็บสะสมอยู่ภายในเส้นใยกล้ามเนื้อในรูปของหยดไขมัน ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งของการเกิดการเผาผลาญในไมโตคอนเดรียของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะให้พลังงานประมาณ 2,000 – 3,000 กิโลแคลอรี และจะถูกนำมาใช้ในช่วงต้นของการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง

โปรตีน (Protein)

โปรตีนมีหน้าที่สำคัญในการสร้างการเจริญเติบโต และซ่อมแซมเนื้อเยื่อและเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยปกติร่างกายจะไม่นำโปรตีนมาเป็นแหล่งพลังงานยกเว้นในบางสภาวะ เช่น สภาวะอดอาหาร หรือการออกกำลังกายที่ใช้เวลานานๆ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ร่างกายจะได้รับพลังงานจากโปรตีนประมาณ 5% - 10% ในขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางเป็นเวลานาน โดยโปรตีน 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี่ เช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรต

โปรตีนจากสารอาหารที่รับประทาน เช่น เนื้อปลา ถั่ว เมล็ดพืช จะถูกย่อยสลายเป็นกรดอะมิโนและดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต ก่อนจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการเผาผลาญเพื่อให้พลังงาน โดยปกติร่างกายจะไม่สามารถเก็บสะสมโปรตีนไว้ได้ การรับประทานโปรตีนมากเกินไป จะทำให้เกิดอันตรายต่อตับและไต เนื่องจากมีหน้าที่ในการกำจัดโปรตีนที่มีมากเกินความต้องการ

4.2 การใช้พลังงานของร่างกาย

ร่างกายต้องการพลังงานของอาหารเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้ (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2550)

1. พลังงานที่ต้องการขั้นพื้นฐาน (Basal Metabolism) เป็นพลังงานที่ร่างกายต้องการเพื่อการทำงานของอวัยวะต่างๆ ของร่างกายในขณะที่ร่างกายพักผ่อน เพื่อช่วยให้อวัยวะต่างๆในร่างกายทำงานสำหรับการดำรงชีวิตอยู่ได้ ขณะพักร่างกายจะใช้ออกซิเจนประมาณ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ดังนั้นร่างกายจึงต้องใช้พลังงาน 1.20 กิโลแคลอรี่ต่อนาที เพื่อที่จะทำให้ร่างกายมีชีวิตอยู่ได้

2. พลังงานที่ร่างกายต้องการเพื่อประกอบกิจกรรมทางกาย (Physical Activity) ซึ่งมีทั้งกิจกรรมในชีวิตประจำวัน และกิจกรรมอาชีพ เช่น งานเบา งานที่หนักปานกลาง และงานหนัก รวมทั้งกิจกรรมเพิ่มเติมอื่นๆ ได้แก่ การดูแลบ้าน และการออกกำลังกาย เป็นต้น ทำให้ร่างกายจะต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและความหนักของงาน

3. พลังงานที่ใช้เพื่อเปลี่ยนแปลงอาหารภายในร่างกาย (Specific Dynamic Action Food)

4. พลังงานที่ใช้ในการขับของเสียออกจากร่างกาย

ซึ่งการใช้พลังงานในการทำกิจกรรมต่างๆนั้นขึ้นอยู่กับระดับความหนัก (Exercise Intensity) และ ระยะเวลา การใช้พลังงานของร่างกายนั้นขึ้นอยู่กับ น้ำหนักตัว ซึ่งในคนที่มีน้ำหนักตัวมากจะใช้พลังงานมากกว่าคนที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่า ในการทำกิจกรรมที่มีระดับความหนักและระยะเวลาเท่าๆกัน เช่น ในคนที่มีน้ำหนักตัว 60 และ 100 กิโลกรัม ใช้พลังงานในการเดินเร็ว เท่ากับ 5 และ 8 กิโลแคลอรี่ต่อนาที ตามลำดับ (U.S. Department of Health and Human Services, 1996)

ในการประมวลผลการใช้พลังงานของร่างกายด้วยโปรแกรมโพลาร์โปรเทรนเนอร์ 5 นั้น ใช้ข้อมูล เพศ อัตราการเต้นหัวใจ และน้ำหนักตัว ในการคำนวณการใช้พลังงานของร่างกายขณะออกกำลังกาย ดังนั้นโปรแกรมจึงจะนำเอาเฉพาะอัตราการเต้นหัวใจตั้งแต่ 100 ครั้งต่อนาทีขึ้นไปมาคำนวณพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายเท่านั้น เพราะอัตราการเต้นหัวใจที่ต่ำกว่า 100 ครั้งต่อนาที ถือว่าไม่ใช่สภาวะของการออกกำลังกาย

การใช้พลังงานในขณะออกกำลังกาย

หลักของการฝึกซ้อมและออกกำลังกาย ต้องอาศัยพื้นฐานความเข้าใจในเรื่องของการสร้างและใช้พลังงาน โปรแกรมการฝึกซ้อมกับการพัฒนาความสามารถทางด้านสมรรถภาพทางกายสามารถที่จัดรูปแบบ โดยอาศัยหลักการของการใช้พลังงานในความแตกต่างของชนิดของการออกกำลังกาย เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการฝึกที่เฉพาะเจาะลง ในการออกกำลังกายนั้นเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งต้องอาศัยขบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานทางเคมีที่ได้จากอาหารให้เป็น พลังงานเพื่อใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ การใช้พลังงานของร่างกายมีแหล่งของพลังงาน 3 แหล่งด้วยกัน (Jack and David, 2000) คือ

1. แหล่งพลังงานจากระบบ ATP-PC (Adenosine triphosphate-phosphocreatine) ระบบนี้ได้พลังงานมาจาก ATP (Adenosine triphosphate) และ PC (Phosphocreatine) พบได้ในเซลล์ทั่วๆไป อาศัยแหล่งพลังงานที่มีสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ และมีการสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่อย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาสั้นๆ พลังงานระบบนี้ถูกนำมาใช้ในกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วและมีความหนักสูง ในช่วงระยะเวลาไม่เกิน 30 วินาที

2. แหล่งพลังงานจากระบบไกลโคไลติก (Glycolytic system) ระบบนี้ได้พลังงานมาจากการสลายอาหารประเภทไกลโคเจน ซึ่งไม่ใช้ออกซิเจน พลังงานในระบบนี้มีขีดความสามารถในการทำงานที่ระดับความหนักมากๆได้ ในช่วงระยะเวลา 30 – 90 วินาที แต่เนื่องจากเป็นระบบที่ก่อให้เกิดกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อและเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุของความเมื่อยล้า

3. แหล่งพลังงานจากระบบแอโรบิก (Aerobic system) ระบบนี้ได้พลังงานมาจากการออกซิเดชั่นสารอาหาร 3 อย่าง คือ คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน โดยเป็นขบวนการที่ใช้ออกซิเจน พลังงานระบบนี้สร้างเอทีพีได้มาก ให้พลังงานสูงสามารถทำงานได้เป็นระยะเวลานาน

ในการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันกีฬาแต่ละประเภท จะมีความต้องการพลังงานที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลังกาย รูปแบบการแข่งขัน เทคนิคและทักษะกีฬาบางประเภทกีฬาอาจต้องใช้ระบบพลังงานทั้ง 3 ระบบ ตามกิจกรรมการเคลื่อนไหว ซึ่งแบ่งการออกกำลังกายออกเป็น 2 ประเภท คือ การออกกำลังกายที่ต้องทำเต็มที่และสามารถทำได้เพียงระยะสั้น และการออกกำลังกายที่ทำระยะยาวและทำในระดับต่ำกว่าระดับสูงสุด คือ

1. การออกกำลังกายในระยะสั้น การออกกำลังกายประเภทนี้ ได้แก่ การวิ่ง 100 200 และ 400 เมตร การยกน้ำหนัก ทุ่มน้ำหนัก ขว้างจักร กระโดดไกล กระโดดสูง เป็นต้น รวมทั้งการออกกำลังกายอย่างอื่นที่มีความหนักและสามารถกระทำได้ไม่เกิน 2 – 3 นาทีเท่านั้น แหล่งพลังงานสำหรับการออกกำลังกายประเภทนี้ที่สำคัญคือ คาร์โบไฮเดรต รองลงไปคือไขมัน ส่วนโปรตีนนั้นเกี่ยวข้องน้อยมาก จะเห็นได้ว่าระบบพลังงานที่สำคัญ คือ ระบบแอนแอโรบิก ซึ่งมีการขาดออกซิเจนตลอดช่วงของการออกกำลังกาย จากการสลายไกลโคเจนชนิดแอนแอโรบิกนั้น จะทำให้เกิดกรดแลคติกสะสมมาก การหดตัวของกล้ามเนื้อจะถูกยับยั้ง จึงทำให้เกิดอาการเมื่อยล้า

2. การออกกำลังกายระยะยาว หมายถึง การออกกำลังกายที่นานกว่า 5 นาที สารอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานสำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต และไขมัน อย่างไรก็ดี ในระยะแรกของการออกกกำลังกาย พลังงานที่สำคัญได้จากไกลโคเจน แต่ในตอนท้ายของการออกกำลังกาย ร่างกายจะใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงาน ทั้งนี้เนื่องจากไกลโคเจนที่เก็บสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและในตับถูกใช้หมดไปแล้ว ในการออกกำลังกายประเภทนี้ เอทีพี ส่วนใหญ่ได้มากจากระบบแอโรบิก ส่วนระบบแอนแอโรบิกและ เอทีพี พีซี จะเกี่ยวข้องเพียงในระยะต้นเท่านั้น คือ ในระยะก่อนที่ระดับของการใช้ออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่คงที่ หลังจากนั้นสามารถที่จะจ่าย เอทีพี ได้อย่างเพียงพอ ดังนั้นกรดแลคติกจึงไม่สะสมและเพิ่มขึ้นจนถึงระดับสูง

4.3 ความหนักของการออกกำลังกายและต้นตอของพลังงาน

ถ้าหากปริมาณของหน่วยยนต์ (Motor Unit) และ เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle Fibers) ที่ทำงานมีไม่มาก แสดงว่าความเข้มข้นของการทำงานหรือการออกกำลังกายมีน้อย ความจำเป็นที่ต้องใช้ออกซิเจนก็มีน้อยตามไปด้วย แต่หากการหดตัวต้องเป็นไปอย่างรุนแรงแสดงว่าในกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ต้องทำงาน จำเป็นที่ต้องใช้พลังงาน เอทีพี มาก ความจำเป็นที่จะต้องใช้ออกซิเจนก็สูงตามไปด้วย นั่นหมายถึง ระดับความหนักของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับสารอาหารต้น

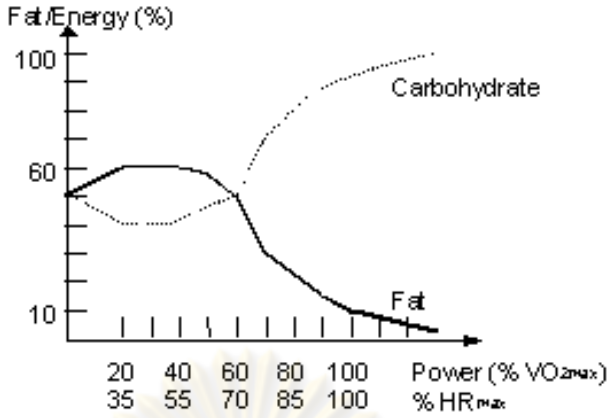
ตอของการสำรองพลังงาน เมื่อความหนักเพิ่มขึ้น การใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นต้นตอของการสำรองพลังงาน เมื่อความหนักเพิ่มขึ้น การใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นต้นตอในการผลิตพลังงานก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งความต้องการใช้คาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นต้นพอของพลังงานในการออกกำลังกายจะเกิดขึ้นที่ระดับความหนักที่แน่นอน คือ การเผาผลาญไขมันส่วนใหญ่ เพื่อสำรองพลังงานสำหรับการออกกำลังกายจะเกิดขึ้นที่ระดับความหนักที่ต่ำกว่า 50% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเป็นต้นตอของพลังงานเพิ่มขึ้นชัดเจนที่ระดับความหนักที่ 75% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด สุดท้ายเมื่อความหนักสูงกว่า 95% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ร่างกายจะเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตมาใช้เป็นพลังงานเป็นส่วนใหญ่

อย่างไรก็ตาม ความหนักและระยะเวลาของการออกกำลังกายจะมีผลกระทบต่อการผลิตพลังงาน กล่าวคือ อะไรก็ตามที่เป็นสัดส่วนของเชื้อเพลิง ที่ใช้เมื่อเริ่มต้นในแต่ละความหนักของการออกกำลังกายจะผันแปรไปตามการเพิ่มขึ้นของเวลาของการออกกำลังกายด้วย ไขมันจะมีความสำคัญเพิ่มขึ้นและจะเป็นต้นตอหลักของการสำรองพลังงาน

ความหนัก (%ชีพจรสูงสุด)	% คาร์โบไฮเดรต	% ไขมัน
65-70	40	60
70-75	50	50
75-80	65	35
80-85	80	20
85-90	90	10
90-95	95	5
100	100	0

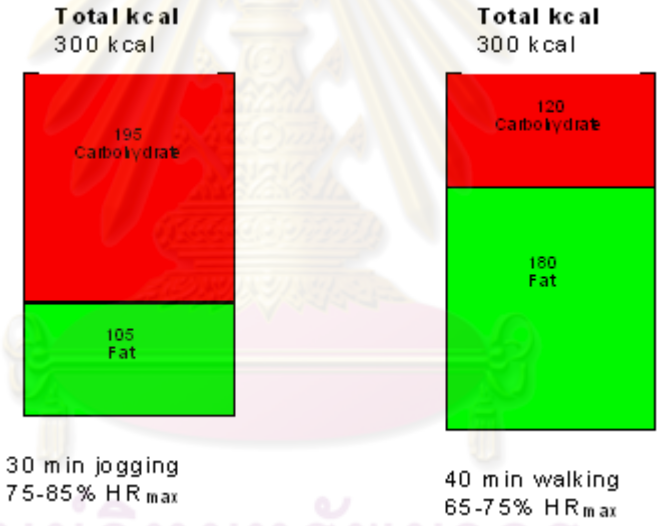
ตารางที่ 1 การแสดงความหนักและต้นตอของพลังงาน (Rushall and Pyke, 1990 อ้างอิงใน สนธยา สีละมาด, 2551)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2 แสดงระดับความหนักของการออกกำลังกายกับแหล่งพลังงาน

แหล่งที่มา : แหล่งพลังงานขณะออกกำลังกาย (U.S. Department of Health and Human Services, 1996)



ภาพที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบต้นตอของการใช้พลังงานระหว่างการวิ่งและการเดิน

แหล่งที่มา : ต้นตอของการใช้พลังงานระหว่างการวิ่งและการเดิน (U.S. Department of Health and Human Services, 1996)

สภาพการฝึกซ้อม (State of Training)

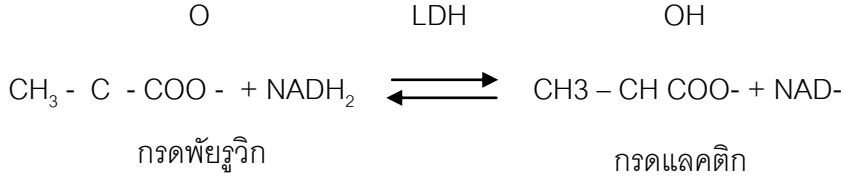
การเพิ่มสมรรถภาพทางการกีฬาที่เฉพาะเจาะจงจะทำให้กระบวนการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตลดลง ดังนั้น การพร่องลงของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจะน้อยลง ในช่วงแรกของการเริ่มเข้าสู่กระบวนการฝึกซ้อม เมื่อเริ่มต้นกิจกรรมการฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง คาร์โบไฮเดรตจะถูกใช้เป็นเชื้อเพลงมากกว่าไขมัน อย่างไรก็ตาม ผลของการฝึกซ้อมจะทำให้ร่างกายมีการพัฒนา เป็นผล

ทำให้ร่างกายเพิ่มการใช้ไขมันเป็นเชื้อเพลิงมากขึ้นก่อนที่จะดึงไกลโคเจนมาใช้เป็นพลังงาน ซึ่งเป็นผลของร่างกายในการเรียนรู้ที่จะใช้ไขมันเป็นเชื้อเพลิงตั้งแต่เริ่มออกกำลังกาย ฟิลลิปและคณะ (Phillips et al.,1996) พบว่า การฝึกซ้อมด้านความอดทนเป็นเวลานาน ร่างกายจะเพิ่มความสามารถในการใช้ไขมันเป็นเพลังงานเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งเป็นผลของการเผาผลาญกรดไขมันอิสระ และการเผาผลาญไทรกลีเซอไรด์ภายในกล้ามเนื้อมากขึ้น เช่นเดียวกับคีน (Keins, 1997) พบว่า ร่างกายจะมีการตอบสนองต่อการฝึกซ้อมด้านความอดทนด้วยการเพิ่มความสามารถในการใช้กรดไขมันเป็นเชื้อเพลิงก่อนที่จะดึงไกลโคเจนมาใช้เป็นพลังงาน เนื่องมาจากการฝึกซ้อมมาเป็นอย่างดี จะมีการเผาผลาญไขมันขาวนานมากขึ้น ซึ่งเป็นผลได้ต่อการประหยัดคาร์โบไฮเดรตไว้ใช้ในช่วงท้ายของการแข่งขัน หรือขณะเร่งความเร็ว นอกจากนี้อัตราการผลิตพลังงานจากกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acids) จะถูกกำหนดโดยเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ ดังนั้น เมื่อระบบไหลเวียนเลือดมีการปรับปรุงจากผลของการฝึกซ้อม ทำให้ร่างกายใช้ไขมันเป็นเชื้อเพลิงได้ดีกว่า เพราะการเพิ่มปริมาณเลือดไปยังกล้ามเนื้อ จะส่งผลให้เซลล์กล้ามเนื้อได้รับกรดไขมันอิสระและออกซิเจนมากขึ้นอีกด้วย

5. กรดแลคติกกับการออกกำลังกาย

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

นิโลบล เนื่องต้นและคณะ(2519)ได้กล่าวถึงปริมาณของกรดแลคติกในขณะออกกำลังกายส่วนใหญ่ดำเนินไปโดยการสลายกลูโคสโดยไม่ใช้ออกซิเจนจากกระบวนการไกลโคไลซิสในช่วงแรก และจะได้พลังงานส่วนใหญ่จากวงจรเครปส์ โดยใช้ออกซิเจนในช่วงหลัง ถ้าร่างกายได้รับออกซิเจนเพียงพอ กรดพัยรูวิกที่เกิดขึ้นในขบวนการไกลโคไลซิสจะถูกสลายต่อไปในวงจรเครปส์ ถึงจะขาดออกซิเจนก็ไม่ทำให้เกิดการคั่งของกรดพัยรูวิก เพราะจะถูกสลายต่อไปเป็น กรดแลคติกโดยเอนไซม์แลคเตทดีฮัยโดรจินิส (LDH) ซึ่งปฏิกิริยานี้สามารถกลับไป – มาได้ ดังนี้



ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536: 165-169) ได้กล่าวถึงรูปแบบในการออกกำลังกายไว้ดังต่อไปนี้

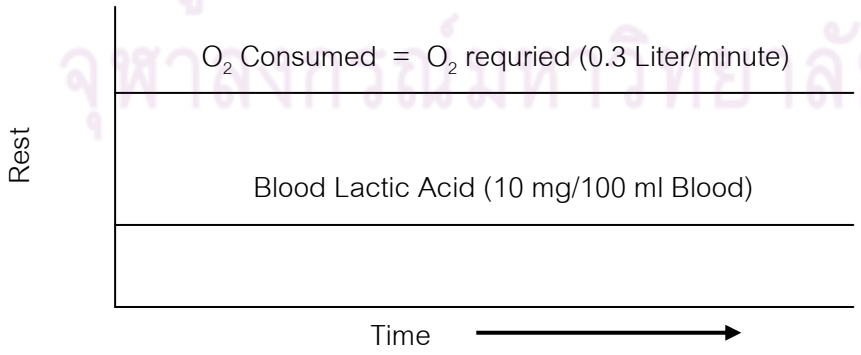
1. ในการออกกำลังกายอย่างเบา ปริมาณกรดแลคติก 2-4 มิลลิโมลต่อลิตร (40 – 49% ของ Max VO_2) กล้ามเนื้อใช้ออกซิเจนที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อเอง รวมถึงออกซิเจนที่ได้รับจากการหายใจ และการไหลเวียนเลือดก็เพียงพอกับความต้องการของกล้ามเนื้อ ภายหลังการออกกำลังกายประเภทนี้จึงไม่พบกรดแลคติกมากกว่าภาวะปกติ อาชีพที่ไม่ได้ใช้แรงงานมากคือ การทำงานธรรมดาประจำวันนั้นเป็นการใช้กำลังกายที่จัดอยู่ในพวกนี้

2. การออกกำลังกายปานกลางนั้น ปริมาณกรดแลคติกในเลือด 4 – 8 มิลลิโมลต่อลิตร (50% - 74% ของ Max VO_2) ในระยะต้นต้องใช้แอนแอโรบิกเมแทบอลิซึมด้วย จนกว่าแอโรบิกเมแทบอลิซึมจะปรับตัวมาทดแทนได้หมด กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะแพร่กระจายเข้าไปในเลือดดำและอาจตรวจพบในเลือดแดงด้วยถ้าจำนวนกรดแลคติกที่เกิดขึ้นมากพอ เมื่อการออกกำลังกายดำเนินต่อไปกรดแลคติกจะลดลงสู่ระดับปกติ และทำให้ทำงานต่อไปได้หลายชั่วโมง

3. ในการออกกำลังกายอย่างหนัก ปริมาณกรดแลคติกในเลือด 8 – 12 มิลลิโมลขึ้นไป (75% - 84% ของ Max VO_2) กรดแลคติกในเลือดมีความเข้มข้นมากกว่า และยังคงอยู่สูงตลอดระยะการทำงานแต่สามารถทำงานได้ถึง 30 นาที หรือนานกว่านั้น

4. ในการออกกำลังกายอย่างหนักมาก ปริมาณกรดแลคติกในเลือด 12 – 20 มิลลิโมลขึ้นไป (มากกว่า 80% ของ Max VO_2) จำนวนออกซิเจนที่ขาดจะขาดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และกรดแลคติกในเลือดก็เพิ่มขึ้นมาก การออกกำลังกายชนิดนี้ไม่สามารถทำต่อไปได้เกิน 2 – 3 นาที

ในขณะพักร่างกายใช้ระบบแอโรบิกเพียงระบบเดียว ในการใช้พลังงานพบว่ามีกรดแลคติกเกิดขึ้นในเลือดเล็กน้อย และจำนวนคงที่คือ 10 มิลลิกรัม ต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ปอดและหัวใจสามารถขนส่งออกซิเจนได้เพียงพอจึงไม่เกิดการคั่งของกรดแลคติก



ภาพที่ 4 แสดงการใช้ออกซิเจนในขณะพัก

ที่มา : ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536:150)

ในขณะพักการใช้ออกซิเจน 0.3 ลิตรต่อนาที ซึ่งเป็นค่าคงที่และเพียงพอในการสังเคราะห์ ATP ทำให้กรดแลคติกในเลือดอยู่ในระดับปกติ คือ 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (10 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร)

5.1 ผลของกรดแลคติกในการออกกำลังกาย

กรดแลคติกเป็นของเสีย (Waste Products) จากขบวนการไกลโคไลซีส (Glycolysis) ในช่วงระหว่างการออกกำลังกายที่ความหนักปานกลางถึงสูงสุด ได้มีผู้วิจัยและศึกษาเกี่ยวกับการเกิดกรดแลคติกในขณะพักและออกกำลังกายพบว่าในขณะพักขบวนการไกลโคไลติค (Glycolytic) จะดำเนินไปอย่างช้าๆระดับของกรดแลคติกในเลือดและกล้ามเนื้อจะมีอยู่เพียงเล็กน้อยดังที่ อำพร ศรียาภัย (2544) กล่าวว่า ในขณะพัก ความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อเป็น 1.1 มิลลิโมลต่อลิตร ขณะออกกำลังกายที่ความหนักของงานระดับเบาถึงปานกลางนั้น พลังงานเกือบทั้งหมดได้มาจากขบวนการที่ใช้ออกซิเจน โดยได้จากออกซิเจนที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อ ซึ่งอยู่ในรูปของไมโอโกลบิน (Myoglobin) รวมทั้งเลือดที่อยู่ในกล้ามเนื้อด้วย เป็นผลให้ไม่มีกรดแลคติกสะสมในร่างกายและความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด ในระยะเริ่มต้นของการออกกำลังกายยังคงมีค่าเท่ากับขณะพัก (Hermansen, 1971) เมื่อออกกำลังกายกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ แคโรลินและลินน์ (Carolyn and Lynn, 1991) ได้กล่าวไว้ว่า การล้าของกล้ามเนื้อที่มีสาเหตุเนื่องมาจากการใช้งานนั้น มีหลายปัจจัยได้แก่ การลดลงของพลังงานที่สะสม การขาดออกซิเจน และที่สำคัญ คือ การที่มีกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อมาก ในการทำงานสูงสุดในช่วงสั้นๆ อัตราของกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้น ยิ่งความหนักของงานเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของกรดแลคติกก็เกิดเร็วขึ้นจนถึงระดับที่ไม่สามารถทำงานได้ต่อไป

5.2 ผลของการมีกรดแลคติกในเซลล์กล้ามเนื้อ

กรดแลคติกเป็นของเสีย (Waste Product) ตัวหนึ่งที่ได้จากการสร้างพลังงานของระบบแอนแอโรบิก เมื่อมีกรดแลคติกเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อ ในเซลล์มีสภาวะเป็นกรดมากขึ้น ทำให้การปล่อยแคลเซียม (Ca++) จากซาร์โคพลาสมิก เรทิคูลัม (Sarcoplasmic Reticulum) ลดลง และยังเป็นการยังยั้งการทำงานของเอนไซม์ ฟอสโฟ ฟรัคโตคิเนส (Phosphor Fructokinase) ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญของกระบวนการแอนแอโรบิก ไกลโคไลซิส (Anaerobic Glycolysis) รบกวนการจับของแคลเซี่ยม (Ca++ Troponin Binding Capacity) ทำให้ขัดขวางการทำงานของกล้ามเนื้อโดยแอคทิน (Actin) กับไมโอซิน (Myosin) จะจับตัวกันได้ยาก กล้ามเนื้อหดตัวได้ช้า

ส่งผลให้เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ (Muscle Sorness) และยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดตะคริวที่กล้ามเนื้อ (ผกาวลี ลีวีรพันธ์, 2537)

การล้าของกล้ามเนื้อ จะทำให้รู้สึกไม่สบายที่กล้ามเนื้อหรือมีอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อร่วมด้วยเมื่อมีการล้าเกิดขึ้นกล้ามเนื้อจะเคลื่อนไหวลำบาก เคลื่อนไหวได้ช้าทำงานได้ไม่เต็มที่ปกติ กรดแลคติกจะเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อก่อน แล้วแพร่กระจายออกมาสู่ในกระแสเลือดภายใระยะเวลาประมาณ 5 นาที หลังจากเกิดแลคติกขึ้น (อำพร ศรียาภัย, 2544) ภาวะปกติในเลือดมีความเข้มข้นของกรดแลคติกประมาณ 10 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร (10%) หากมีกรดแลคติกในเลือดสูงถึง 0.03 – 0.1 กรัมเปอร์เซ็นต์ หรือในกล้ามเนื้อ 0.3 – 0.4 กรัมเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อจะหยุดทำงานระดับกรดแลคติกในเลือดจะเพิ่มสูงขึ้นมากภายใน 5 – 10 นาที ของการออกกำลังกายสูงสุดบนลู่กล ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15 มิลลิโมลต่อลิตรโดยทั่วไป ในคนปกติที่มีสมรรถภาพทางกายดีจะทนต่อการมีกรดแลคติกในเลือดได้ถึง 130 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์ และบางรายอาจสูงถึง 300 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์

5.3 ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ

ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ (Muscle Fatigue) คือ การที่กล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานให้มีสมรรถภาพหรือกำลังที่คาดหมายได้ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) ซึ่งอาจเป็นเหตุจากความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนนอก (Peripheral Fatigue) หรือจากความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง (Central Fatigue) ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความหนักของงานและระยะเวลาที่กำหนดให้ การทำงานที่ระดับความหนักของกล้ามเนื้อใน 10 วินาทีแรกเกิดจากการหดตัวและการคลายตัวอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายไม่สามารถนำเอา เอทีพี ที่สะสมไปใช้ได้ทัน ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อช้าลงและหยุดทำงานในที่สุด(Astrand and Rodahi,1986)สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าคือกรดแลคติก ซึ่งอาการล้าของกล้ามเนื้อเป็นผลจากการฝึกที่หนัก ถ้าอาการล้ายังมีอยู่ จะทำให้มีอาการของการฝึกที่หนักมากเกินไป (Overtraining) ถ้าร่างกายสามารถขจัดหรือเคลื่อนย้ายออกไปจากร่างกายได้เร็ว ก็จะส่งผลให้ร่างกายเกิดการฟื้นคืนสภาพสู่ภาวะปกติได้เร็วด้วย ดังที่ เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) ได้กล่าวไว้ว่า อาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อมาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจำกัดความเร็วหรือทำให้ความเร็วลดลง กีฬาหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นฟุตบอล บาสเกตบอล วอลเลย์บอล ส่วนใหญ่เกือบร้อยละ 80 ของพลังงานที่ถูกนำมาใช้ในการเคลื่อนไหวทั้งหมดได้มาจากการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนทั้งสิ้น ดังนั้นนักกีฬาคนใดที่มีสมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ดี จะสามารถทนต่อความเมื่อยล้าได้ดี และสามารถส่งเสริมการเล่นหรือปฏิบัติทักษะต่างๆ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1. สาเหตุทำให้เกิดการเมื่อยล้า อันจะเป็นสาเหตุทำให้ความสามารถในการทำงานของร่างกายที่ร่างกายมีสารสำหรับสร้างพลังงานลดน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไกลโคเจนหรือผลิตพลังงานได้ไม่พอใช้ เนื่องจากมีแหล่งพลังงานแต่ไม่สามารถผลิตได้ทันความต้องการ ซึ่งเป็นลักษณะของการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก

2. การที่ร่างกายมีความร้อน จากกระบวนการเผาผลาญเพิ่มขึ้นไม่สามารถระบายออกภายนอกได้ทัน (Hyperthemia) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากการออกกำลังกายต้องดำเนินไปในสภาพอากาศที่ร้อนและต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน

3. การที่ร่างกายเริ่มเป็นหนี้ออกซิเจนมากขึ้น

4. การที่ร่างกายมีการผลิตและสะสมคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น

5. การที่ร่างกายเสียน้ำมากเกินไป

6. การที่ร่างกายเสียอิเลคโตรไลท์ เช่น เกลือโปแตสเซียมมากเกินไป

7. ระบบไหลเวียนโลหิตขาดประสิทธิภาพในการทำงานซึ่งสังเกตได้จากการมีอัตราการเต้นของหัวใจที่สูง

8. การที่ร่างกายสะสมกรดแลคติกมากเกินไป และกรดแลคติกอาจเรียกเป็นสารที่ทำให้เมื่อยล้า (Fatigue Substance) ลดลง

ตำแหน่งที่เป็นสาเหตุของอาการล้า (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536)

1. Neuromuscular Junction พบว่า บริเวณรอยต่อของประสาทและกล้ามเนื้อเป็นต้นตอที่ก่อให้เกิดอาการล้า การล้าชนิดนี้พบได้บ่อยในหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ส่วนกลไกนั้นเชื่อว่า เกิดจากสารสื่อประสาท คือ อะเซทิลโคลีน (Acetylcholine) ลดน้อยลง

2. Contractile Mechanism เกิดจากกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อ พบว่าการสะสมของกรดแลคติกทำให้ความตึงตัวสูงสุด (Peak Tension) ลดลง ทำให้เกิดความเป็นกรดภายในเซลล์มากขึ้น จึงทำให้การปล่อยแคลเซียมจากซาร์โคพลาสมิก เรทิคูลัม (Sarcoplasmic Reticulum) ลดน้อยลง รวมถึงการหมดไปของ เอทีพี – ซีพี และ ไกลโคเจนที่สะสมไว้ด้วย

3. ระบบประสาท พบว่าเป็นต้นตออย่างนึงที่ทำให้เกิดอาการล้า สาเหตุมาจากการให้ผลย้อนกลับทางประสาทสัมผัส (Sensory Feed Back) จากกล้ามเนื้อที่หดตัวในเรื่องแรง หรือความตึง ความปวดกลับไปยังสมองหรือไขสันหลังไปยังยั้งมอเตอร์นิวรอนให้ลดการทำงานลง เป็นผลให้ลดการหดตัวของกล้ามเนื้อมัดนั้น

5.4 การเคลื่อนย้ายกรดแลคติก

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536: 161 – 162) ได้กล่าวถึงการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก จะมีกรดแลคติกคั่งอยู่ในกล้ามเนื้อและในเลือด ทำให้มีการเหนื่อยล้า การฟื้นตัวย่อมต้องการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปดังนี้

1. อัตราเร็วของการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดและกล้ามเนื้อ โดยใช้จักรยานวัดงานเป็นเวลา 1 นาที และพัก 5 นาที ทำสลับกัน 5 ชุด และในขณะพักให้ผู้ถูกทดลองนั่งพักโดยไม่ทำอะไรเลย เรียกว่าการฟื้นตัวโดยใช้การพัก (Rest Recovery) สังเกตได้ว่าจะต้องการเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่คั่งอยู่ ซึ่งโดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่า จะต้องการเวลา 25 นาที สำหรับการฟื้นตัว โดยการพักภายหลังการออกกำลังกายอย่างเต็มที่จะเคลื่อนย้ายกรดที่คั่งอยู่ให้ออกไปได้ครึ่งหนึ่ง

2. ผลของการออกกำลังกายในระยะฟื้นตัวต่ออัตราของการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในช่วงระหว่างการออกกำลังกายนั้น ได้มีการพบว่าถ้าให้ผู้ออกกำลังเบาๆ แทนที่จะให้อยู่เฉยๆ จะทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือด และกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้เร็วกว่า ระยะการฟื้นตัวที่มีการออกกำลังกายเบาๆ นี้เรียกว่าการฟื้นตัวโดยการให้ออกกำลัง (Exercise Recovery) โดยทดลองวิ่งระยะ 1 ไมล์ (วันเว้นวัน) และจัดให้มีการฟื้นตัวที่แตกต่างกันคือ ให้นั่งพัก ให้ออกกำลังกายติดต่อกันไปโดยให้วิ่งเหยาะๆ ให้ออกกำลังเป็นพักๆ พบว่าการออกกำลังกายในระยะฟื้นตัว ทำให้อัตราการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ออกจากเลือดได้เร็วที่สุด

5.5 การฟื้นตัวจากกรดแลคติกหลังการออกกำลังกาย

การฟื้นตัวของกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกาย ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายของเสีย คือ กรดแลคติก ไฮโดรเจนอิออน (H^+) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รวมไปถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ในระหว่างการออกกำลังกาย ฟอสและเคทเยียน (Foss and Keteyian, 1998) รายงานว่า จะต้องใช้เวลา 25 นาที สำหรับการฟื้นตัวด้วยการพัก (Rest Recovery) ภายหลังการออกกำลังกายอย่างเต็มที่เพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่สะสมอยู่ออกไปได้ครึ่งหนึ่ง และจะใช้เวลา 1ชั่วโมง 15 นาทีในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่สะสมอยู่ออกประมาณ 95% โดยการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ออกจากเลือด และกล้ามเนื้อจะทำได้เร็วขึ้น ในช่วงระหว่างการออกกำลังกายนั้นพบว่า ถ้ามีการออกกำลังกายเบาๆ แทนที่จะให้พักอยู่เฉย จะทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดและกล้ามเนื้อเกิดได้เร็วขึ้น การออกกำลังกายเบาๆนี้เรียกว่าการฟื้นตัวโดยการออกกำลังกาย (Exercise Recovery) หรือการฟื้นตัวแบบมีกิจกรรมการเคลื่อนไหว (Active Recovery) ซึ่งจะมีวิธีการเหมือนกับการคลายอุ่นร่างกาย (Cool Down) ซึ่งจะช่วยให้กล้ามเนื้อสามารถฟื้นสภาพจาก

อาการเมื่อยล้าได้เร็วขึ้นขณะเดียวกันยังช่วยลดสภาวะที่อาจจะนำไปสู่การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อเอ็นและข้อต่อในระหว่างการฝึกซ้อมหรือออกกำลังกาย โดยความหนักของการออกกำลังกายที่ 30 – 45 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดได้เร็วที่สุด ซึ่งเทียบได้กับอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดที่ 35 – 59 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (American College of Sports Medicine, 2006) แต่ถ้าความหนักของการออกกำลังกายในระยะฟื้นตัวมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะทำให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดได้น้อยกว่าการพักเฉยๆ ในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากเลือดและกล้ามเนื้อ ต้องอาศัยกระบวนการใช้ออกซิเจน ดังนั้นระบบไหลเวียนเลือดจึงมีความสำคัญที่จะช่วยให้กล้ามเนื้อฟื้นตัวได้เร็วขึ้น โดยเลือดทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการนำออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกาย และยังนำของเสียออกจากร่างกาย ในทางสรีรวิทยาของการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก สามารถกำจัดกรดแลคติกได้หลายกระบวนการ ดังนี้

1. ขับถ่ายออกทางปัสสาวะและเหงื่อ ซึ่งเป็นไปได้น้อยมาก

2. การเปลี่ยนไปเป็นกลูโคส หรือไกลโคเจน เนื่องจากกรดแลคติกเป็นผลิตผลจากการสลายคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นจึงสามารถเปลี่ยนไปเป็นไกลโคเจนและกลูโคสในกล้ามเนื้อและตับได้ แต่การสร้างไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและตับนั้นเป็นไปได้ช้ามาก

3. การเปลี่ยนไปเป็นโปรตีน ซึ่งจะเกิดเพียงเล็กน้อยในทันทีของระยะฟื้นตัว

4. การออกซิเดชั่นเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ กรดแลคติกสามาถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เมื่อมีออกซิเจน โดยเปลี่ยนไปเป็นกรดพัยรูวิกก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ในกระบวนการของวัฏจักรเครปส์ (Krebs Cycle) และระบบขนส่งอิเล็คตรอน (Electron Transport) ปฏิกิริยาทางเคมีของการออกซิเดชั่นของกรดแลคติกมีดังต่อไปนี้

$$\underset{\text{พลังงาน}}{C_3H_6O_3} \longrightarrow C_3H_4O_3 + 3O_2 \longrightarrow 3\,CO_2 + 3H_2O$$

(กรดแลคติก) (กรดพัยรูวิก)

$$\text{พลังงาน} + 16\,ADP + 16\,Pi \longrightarrow 16\,ATP$$

กรดแลคติกเป็นดัชนีตัวบ่งชี้ในการวัดความหนักของการทำงาน หรือการออกกำลังกายที่ดีที่สุดสำหรับใช้ในการฝึกนักกีฬาโปรแกรมการฝึกที่ดีจะพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายได้ (Craig et al., 1993) ถ้าใช้ในการวิเคราะห์ศึกษาความสามารถของนักกีฬาก็สามารถวิเคราะห์

ในภาวะระดับความหนักของงานในภาวะเท่ากัน ถ้านักกีฬาคนที่มีความคงที่ของอัตราการเต้นของหัวใจนานจะเป็นผู้ที่มีประสิทธิภาพทางกายดีกว่า ดังนั้นจึงควรใช่แนวคิดดังกล่าวเพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดโปรแกรมการฝึกให้มีประสิทธิภาพที่สุด (Euguelle, et al., 1990) ซึ่งสอดคล้องกับกัลสแตน และคณะ (Gullstand et al., 1994) ที่มีแนวคิดว่า "ผู้ฝึกสอนหลายคนได้ใช้อัตราการเต้นของหัวใจ ในการอ้างอิงถึงกรดแลคติกในร่างกายสำหรับการทดสอบสมรรถภาพและ จัดโปรแกรมในการฝึกนักกีฬาซึ่งอาศัยหลักความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจ กรดแลคติกและความหนักของงาน เมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้น พบว่า อัตราการเต้นหัวใจและกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นด้วย ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถกำหนดความเร็วและความหนักของการทำงานได้"

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

งานวิจัยในประเทศ

ถนอมศักดิ์ เสนาคำ (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้พลังงานในขณะแข่งขันเกมเซปักตะกร้อ ของนักกีฬาหญิงทีมชาติไทย จำนวน 15 คน โดยให้สวมเครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจแบบไร้สาย (Heart Rate Telemetry; Polar Accurex Plus)เพื่อทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขันและหลังจากนั้นทำการทดสอบหาค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย(VO2max) ข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจจากการแข่งขันจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นหัวใจกับการใช้ออกซิเจน (HR - VO2 Regression Line) ที่ได้จากการวัดในห้องทดลอง ได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Regression Line Equation) แต่ละคนแล้วนำไปคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน จากการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขันมีค่าเฉลี่ย 140 ครั้ง/นาที อัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย 22 มล./กก./นาที เทียบได้ 54 % ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO2max) 42 มล./กก./นาที อัตราการใช้พลังงานตลอดเกมการแข่งขันเฉลี่ย 1133 กิโลจูล (271 กิโลแคลอรี) และระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันคือ พลังงานระบบแอนแอโรบิก(Anaerobic System; LA)25%พลังงานระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก (Anaerobic and Aerobic System; LA- O2) 43% และพลังงานระบบแอโรบิก (Aerobic

System; O2) 32% (แอนแอโรบิก 75% และแอโรบิก 25%) ผลการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นแนวทางแนะนำถึงระดับความหนักและชนิดของการใช้ระบบพลังงานที่ควรจะใช้ในโปรแกรมการฝึกของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย

ปรียาภรณ์ กุลศิริรัตน์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้พลังงานในขณะแข่งขันกีฬาเนตบอล ในแต่ละตำแหน่งการเล่น ผลการวิจัยพบว่า นักกีฬาเนตบอลมีอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขันเฉลี่ย 151 ครั้ง/นาที ความสามารถในการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย 22.16 มล./กก./นาที เทียบได้ 65% ของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO2max) 34.32 มล./กก./นาที อัตราการใช้พลังงานตลอดเกมการแข่งขันเฉลี่ย 407 กิโลแคลอรี่

ทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์ (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้พลังงานในขณะแข่งขันกีฬามวยสากลสมัครเล่นของนักกีฬาหญิงทีมชาติไทย จำนวน 10 คน ทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขัน นำข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจจากการแข่งขันมาเปรียบเทียบกับสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับการใช้ออกซิเจนที่ได้จากการวัดในห้องทดลอง ได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงในแต่ละคน และนำไปคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณพลังงานจากสมการข้างต้นที่สัมพันธ์กับค่าการใช้พลังงานด้วยวิธีการวัดพลังงานแบบทางอ้อม ผลการวิจัยพบว่า นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย มีระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแขงขันโดยรวม คือ พลังงานระบบแอนแอโรบิก 37% พลังงานระบบแอนแอโรบิก - แอโรบิก 38% และพลังงานระบบแอโรบิก 25%

กัญจน์ จันทร์ศรีสุคต (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย ของสโมสรธนบุรีจำนวน 30 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 15 คนด้วยการสุ่มแบบง่ายโดยใช้วิธีการจับฉลากเข้ากลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ กลุ่มทดลอง ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาจากการฝึกตามปกติ โดยฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ คือ วันอังคารและวันศุกร์ ใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการวิ่ง 30 จุด พลังแบบแอนแอโรบิก สมรรถวิสัยแบบแอนแอโรบิกและดัชนีความล้า ผลการวิจัยพบว่าการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์มีผลต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชายระดับสโมสรได้จริง

งานวิจัยต่างประเทศ

โคเวย์ (Covey, 1972) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกที่ควบคุมความหนักของงานต่างกันด้วยอัตราการเต้นหัวใจที่มีผลต่อสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและการหายใจ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาชายระดับอุดมศึกษาจำนวน 50 คน แบ่งเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 10 คน กลุ่มที่ 1 – 4 เป็นกลุ่มทดสอบ กลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มแบ่งโดยให้มีสมรรถภาพการทำงานของหัวใจของการหายใจใกล้เคียงกัน กลุ่มทดสอบทั้ง 4 กลุ่ม ให้ฝึกออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนมอเตอร์ ไดรเวน เทรดมิลล์ (Motor Drivan Treadmill) ในระยะทาง 1 ไมล์ ความเร็วของการวิ่งในแต่ละกลุ่มแตกต่างกันไป กลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ใช้ความเร็วในการวิ่งที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายสูงสุดร้อยละ 60 70 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใช้ระยะเวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ๆ ละ 4 วัน ก่อนและหลังสิ้นสุดการฝึก 6 สัปดาห์ ผู้รับการฝึกทุกคนทดสอบสมรรถภาพการทำงานของหัวใจ และการหายใจที่เกี่ยวกับการจับออกซิเจนในปริมาณสูงสุด อัตราการเต้นหัวใจสูงสุดของหัวใจ อัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักและการเปลี่ยนแปลงปริมาณงานของการออกกำลังกาย (Work Load Changes) ผลปรากฏว่า

1. การฝึกออกกำลังกายที่ทำให้อัตราการเต้นหัวใจสูงขึ้นระหว่าง 70 – 90 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ อีกทั้งจะช่วยเพิ่มการจับออกซิเจนในปริมาณสูงสุด และความสามารถที่จะทำงานมากขึ้น

2. การเริ่มฝึกออกกำลังกาย ที่จะทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก อัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ และการใช้ออกซิเจนในปริมาณสูงสุดจะต้องเริ่มฝึกโดยให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์

3. การเริ่มฝึกออกกำลังกายที่จะทำให้มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของงานจะต้องเริ่มฝึกโดยการให้อัตราการเต้นของชีพจรสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์

ชิน , หว่อง , โซ , ซุย , สเตนเจอร์ และ โล (Chin, Wong, So, Siu, Steininger and Lo ,1995) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การทดสอบสมรรถภาพทางกายแบบเฉพาะทางในนักกีฬาแบดมินตันทีมชาติฮ่องกง 12 คน วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการทดสอบแบบเฉพาะทาง กับอันดับผลการแข่งขัน โดยให้นักกีฬาทดสอบสมรรถภาพโดยการวิ่งครึ่งคอร์ดของสนามแบดมินตันจริง โดยวิ่งเป็นลักษณะการเคลื่อนไหวเหมือนในเกมแบดมินตัน โดยติดตั้งอุปกรณ์สัญญาณไว้ 6 จุด คือหน้า 2 จุด กลาง 2 จุด และหลัง 2 จุด รวม 6 จุด แล้วให้นักกีฬาวิ่งให้ทันสัญญาณไฟสัญญาณ ในแต่ละระดับ แล้วนำผลสมรรถภาพทางกายมาจัดอันดับกับผลการแข่งขัน ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบสมรรถภาพทางกายแบบเฉพาะทางนี้ สอดคล้องกับผลของการ

แข่งขัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการทดสอบนี้สอดคล้องกับลักษณะของการเคลื่อนที่ในเกมการแข่งขันแบดมินตัน อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นโปรแกรมการฝึกซ้อมต่อไป

มาจุมดาร์ , คันนา , มาลิค , ซัคเดวา , อริฟ และ แมนดัล (Majumdar, Khanna, Malik, Sachdeva, Arif and Mandal ,1997) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ด้านสรีรวิทยาเพื่อหาปริมาณการฝึกในนักกีฬาแบดมินตัน จุดประสงค์เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการฝึกซ้อมเปรียบเทียบกับการแข่งขัน ในนักกีฬาทีมชาติ 6 คน ที่เก็บตัวอยู่ในการกีฬาแห่งประเทศอินเดีย (Sports Authority of India) อายุเฉลี่ย 24.3 ปี โดยให้นักกีฬาแข่งขันเกม (Game Situation) และวัดอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 5 วินาที (Sport Tester PE3000) โหลดลงในโปรแกรม Polar และภายหลังจบเกมการแข่งขัน 2-3 นาที เจาะเลือดปลายนิ้ว เพื่อวัดค่ากรดแลคติกในเลือดโดยใช้อุปกรณ์วัดกรดแลคติก “Analox Instruments Ltd, UK” ทำทั้งหมด 35 เกม และทำการวัดค่าดังกล่าว ในโปรแกรมการฝึกซ้อม ผลการวิจัยพบว่า จากการเก็บข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจและ Blood Lactate ระหว่าง เกมการแข่งขันจำลอง และ โปรแกรมการฝึกซ้อมนั้น พบว่าระหว่งการฝึกซ้อมนั้นเกิดปริมาณกรดแลคติกมากเกินไปซึ่งควรปรับปรุงรูปแบบการฝึกให้ปริมาณน้อยลง เพราะ การมีกรดแลคติกในเลือด ที่สูงมากเกินไปนั้น มีผลยับยั้ง ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน (Fat Oxidation) เมื่อ พลังงานที่สะสมอยู่ในร่างกาย (Glycogen Reserve) ถูกทำให้หมดไป ซึ่งมีผลต่อความทนทางแบบแอโรบิก (Aerobic Endurance) ดังนั้น รูปแบบโปรแกรมการฝึกควรกำหนดเรื่อง ระยะเวลาการฝึก ไม่ให้นานเกินไป ให้สอดคล้องกับรูปแบบเกมการแข่งขันจริง

ฟอสและเคทเยียน (Foss and Keteyian, 1998) กล่าวว่า การใช้กรดแลคติกเพื่อใช้เป็นพลังงาน มีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกในระยะฟื้นตัวของร่างกาย อวัยวะที่สำคัญในการออกซิไดซ์กรดแลคติก คือ กล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle) และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า จะสามารถออกซิไดซ์กรดแลคติกได้ดีกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว สอดคล้องกับ โบเนน (Bonen,2000) ได้กล่าวว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงที่หดตัวช้าสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาว ที่หดตัวเร็ว 37 – 109% ดังนั้นในระยะของการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อลายที่มีใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงมีความสำคัญกว่ากล้ามเนื้อลายชนิดที่มีใยกล้ามเนื้อสีขาว จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่อธิบายว่าการให้มีการออกกำลังกายเบาๆ ในระยะของการฟื้นตัวจะสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้ดีกว่า

ฮีโลสกอลพี และคณะ (Hiilloskorpi et al., 1998) ได้ทำการศึกษาเรื่องความแม่นยำของการหาค่าการใช้พลังงานขณะออกกำลังกายด้วยการเดิน วิ่งเหยาะ ปั่นจักรยาน ในผู้ใหญ่ 50 คน โดยใช้โปรแกรมคำนวณผลของโพลาร์ (Polar) และเครื่องวิเคราะห์ก๊าซยี่ห้อคอสเมด เค4 (Cosmed K4) ผลการวิจัยพบว่า ในผู้หญิง ขณะปั่นจักรยานและเดิน มีความแตกต่าง 2.5 กิโลแคลอรี่/นาที และในผู้ชาย ขณะปั่นจักรยาน 1.2 กิโลแคลอรี่/นาที ขณะเดิน 1.1 กิโลแคลอรี่/นาที ซึ่งหมายถึงมีความแตกต่างน้อยกว่า 15% ในผู้หญิง 14% ในผู้ชายขณะปั่นจักรยาน 12% ในผู้ชายขณะเดิน

คอลเลท , ดันเนย์ และฮาทิแกน (Colett, Donne and Hartigan, 1999) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การประเมินผลระดับกั้นแลคเตทของแต่ละคนจากการทดสอบแบบคูเปอร์ (Cooper)” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับจุดเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็ว โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 113 คน เป็นเพศชาย 73 คน และเพศหญิง 40 คน ดำเนินการวัดระดับการเกิดกรดแลคติกจากตัวอย่างเลือดที่นิ้วมือโดยใช้เครื่องมือ YSI 1500 Sport Lactate Analyzer อัตราการเต้นของหัวใจใช้เครื่องมือวัดแบบโพลาร์ดำเนินการทดสอบโดยการวิ่ง 12 นาที บันทึกผลการวิจัย แล้วนำข้อมูลของระดับกรดแลคติกและอัตราการเต้นของหัวใจมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วย ANOVA ในระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า ระดับการเกิดกรดแลคติกและระดับการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์ในระดับ 0.88 และการหาระดับจุดเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วสามารถใช้การทดสอบแบบคูเปอร์ได้

คิม , ซุง และ คู (Kim, Sung and Gu , 2002) ได้ทำการศึกษาระดับความหนักของเกมการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว ในนักกีฬาทีมชาติเกาหลี 12 คน โดยเป็นระดับ เยาวชนชาย 4 คน ชาย 4 คน และหญิง 4 คน โดยทำการวัดอัตราการเต้นหัวใจขณะจำลองเกมการแข่งขันจริง เก็บข้อมูล 47 เกมการแข่งขัน (117 เซต) พร้อมบันทึกวิดีโอเพื่อดูระยะเวลาการแข่งขัน พบว่าระยะเวลาเฉลี่ยของเกมการแข่งขัน คือ 939 ± 307.93 วินาที (ชาย 1114 วินาที เยาวชนชาย 984 วินาที หญิง 716 วินาที) เป็นช่วงที่อัตราการเต้นหัวใจอยู่สูงเกินกว่า 170 ครั้ง/นาที 48.4 ± 59.6 วินาที (เยาวชนชาย 21 วินาที ชาย 51 วินาที หญิง 66 วินาที) สรุปได้ว่า ระดับความหนักของนักกีฬาเยาวชนชายน้อยกว่า ชายและหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นการยกระดับสมรรถภาพของนักกีฬาเยาวชนชาย ควรฝึกให้ร่างกายได้สัมผัสระดับความหนักที่สูงขึ้นเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อม ส่วนนักกีฬาชายและหญิงควรฝึกในระดับที่สูงกว่าระดับการแข่งขัน

แมนริค และ บาดิลโล (Manrique and Badillo , 2003) ทำการวิจัยเรื่องคุณลักษณะในเกมการแข่งขันแบดมินตัน จุดประสงค์เพื่ออธิบายระบบพลังงาน โครงสร้างของเกม เพื่อใช้ในการออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อม โดยได้วิเคราะห์คุณลักษณะในเกมการแข่งขันแบดมินตัน (กติกาแบบเก่า) ในนักกีฬา แบดมินตันทีมชาติ 11 คน มาจาก 4 ประเทศ (ฝรั่งเศส , อิตาลี , สเปน , โปรตุเกส) โดยมีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 21.8 ปี โดย 2 คนที่มาจากสเปนเก็บวิดีโอข้อมูลมา 14 เกม และอีก 7 คน เก็บวิดีโอข้อมูลมา 10 เกม โดยเก็บข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขัน ปริมาณกรดแลคติกในเลือด และโครงสร้างของเกมการแข่งขัน ผลการวิจัยพบว่า กีฬาแบดมินตันเป็นกีฬาที่ต้องการพลังงานสูง อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด คือ 190.5 ครั้ง/นาที อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ย คือ 173.5 ครั้ง/นาที ระยะเวลาเกมการแข่งขัน คือ 28 นาที แบ่งเป็นช่วงเคลื่อนไหวในเกม 6.4 วินาที และช่วงพัก 12.9 วินาที จากค่าตัวแปรต่างๆทำให้สรุปได้ว่า ลักษณะของเกมแบดมินตัน คือ การเคลื่อนไหวที่เร็ว ระบบพลังงานแบบ ไม่ใช้ออกซิเจนโดยไม่เกิดกรดแลคติก (Alactic Anaerobic System) และระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยเกิดกรดแลคติก (Lactic Anaerobic System) และโค้ชควรฝึกนักกีฬาในรูปแบบที่มีการเคลื่อนไหวคล้ายเกมการแข่งขันแล้วมีลักษณะต่อเนื่อง (Specific Endurance) โดยฝึกในระดับที่ค่อนข้างสูงแต่ระยะเวลาสั้น

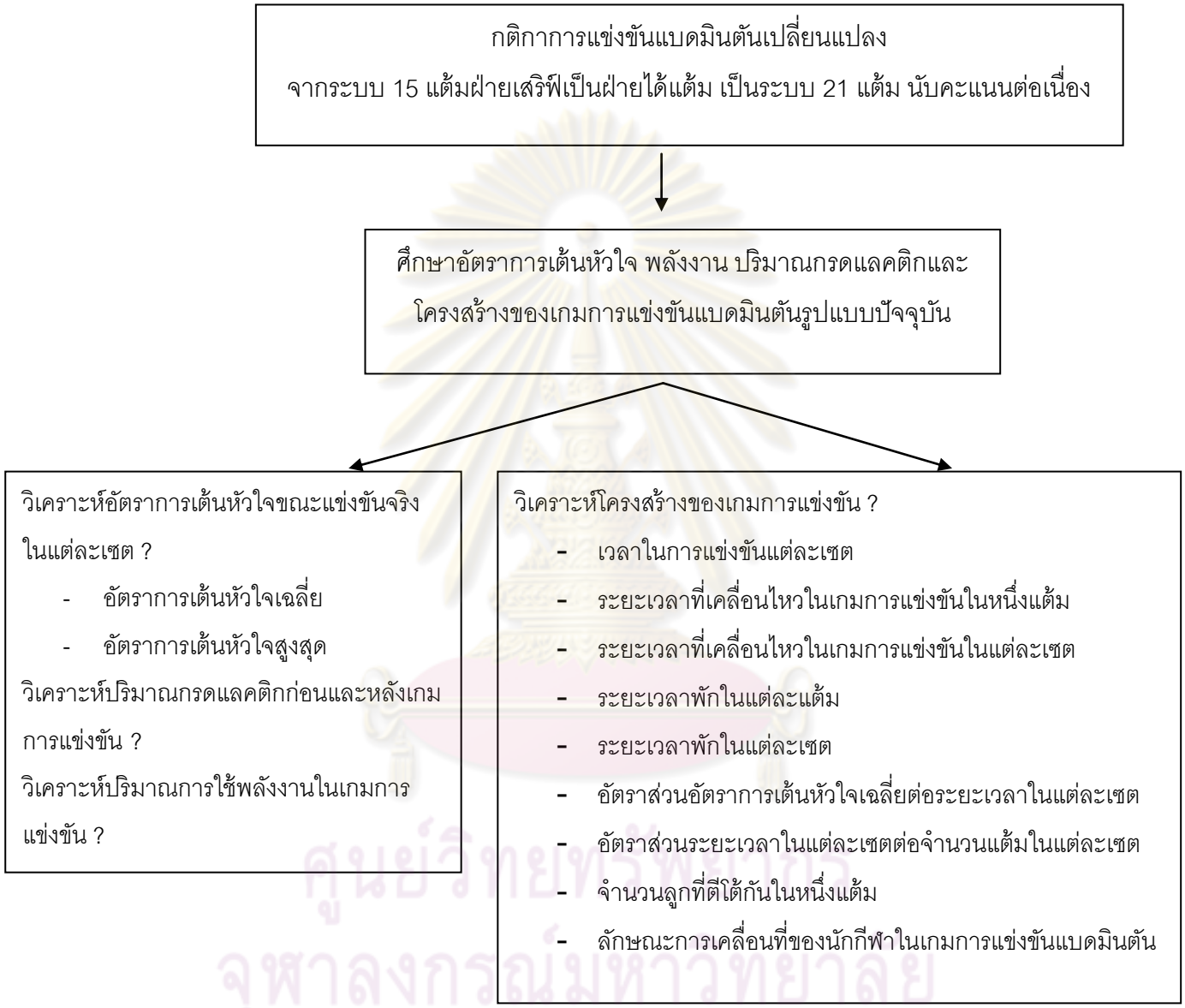
โบเลย์ , โจยินี , จีมาดา , เนฟซี , แอบดาลาห์ และ แทบคา (Bouhel ,Jouini , Gmada , Nefzi , Abdallah , Tabka , 2006) ได้ทำการศึกษาเรื่องอัตราการเต้นหัวใจ ปริมาณกรดแลคติกขณะฝึกซ้อม และจำลองเกมการแข่งขัน ในนักกีฬาเทควันโดชาย 8 คน วัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นหัวใจ กรดแลคติกขณะแข่งขันเปรียบเทียบกับขณะฝึกซ้อม ผลการวิจัยพบว่าอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดขณะแข่งขันมีความสัมพันธ์กับโปรแกรมการซ้อมเตะหน้าต่อเนื่อง 10 วินาที และ 3 นาที และปริมาณกรดแลคติกขณะแข่งขันมีความสัมพันธ์กับโปรแกรมการซ้อมเตะหน้าต่อเนื่อง 10 วินาที 1 นาที และ 3 นาที ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถชี้ให้ผู้ฝึกสอนเห็นว่า โปรแกรมการฝึกซ้อมแบบใดที่ข้อมูลทางสรีรวิทยาสอดคล้องกับลักษณะเกมการแข่งขันกีฬา เทควันโด

เซมิน , สตัลเน็กเกอร์ , ฮีแลน , บราวน์ และ ชอน (Semin , Stahlnecker , Heelan , Brown and Shaw , 2008) ได้ทำการศึกษาเรื่องความแตกต่างระหว่างอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดที่ได้จากการฝึกซ้อม การแข่งขัน และ ห้องปฏิบัติการ ในนักวิ่ง 20 คน ชาย 10 คน หญิง 10 คน ของสมพันธ์กรีฑาระดับมหาวิทยาลัยแห่งชาติ (NCAA) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ หาค่าอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดจากการฝึกหรือแข่งขันเทียบกับผลจากห้องปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า อัตราการ

เต้นหัวใจสูงสุดที่ได้จากการแข่งขันคือ 207 ± 5 ครั้ง/นาที การฝึกซ้อม 206 ± 4 ครั้ง/นาที ห้องปฏิบัติการ 194 ± 2 ครั้ง/นาที ดังนั้นการฝึกที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการพัฒนาสมรรถภาพไม่ควรนำค่าอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดจากห้องปฏิบัติการ ควรนำค่าที่ได้จากการฝึกหรือแข่งขันมากกว่า เพราะขณะแข่งขันจะมีปัจจัยในด้าน สิ่งแวดล้อมภายนอกมาเกี่ยวข้องเพิ่มเติม เช่น อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ความชื้น ความตื่นตัว ความตื่นเต้น ความกดดัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชนที่เข้าร่วมในการเก็บตัวกับทางสมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เพื่อทำการฝึกซ้อมสำหรับการเตรียมการแข่งขันเยาวชนโอลิมปิคปี 2010 (พ.ศ. 2553) จำนวน 16 คน เป็นเพศชาย 8 คน และเพศหญิง 8 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชน ซึ่งเป็นตัวแทนของประเทศไทยเข้าร่วมในการเก็บตัวกับทางสมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เพื่อทำการฝึกซ้อมสำหรับการเตรียมการแข่งขันเยาวชนโอลิมปิคที่จัดขึ้นเป็นครั้งแรกของโลก ในปี 2010 (พ.ศ. 2553) ที่ประเทศสิงคโปร์ เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Seleceted) และกลุ่มตัวอย่างสมัครใจในการใส่อุปกรณ์โพลาร์ทีม ขณะทำการแข่งขัน และเจาะเลือดก่อน-หลังเกมการแข่งขัน (Volunteer) ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย 8 คน และเพศหญิง 2 คน มีอายุตั้งแต่ 17 ถึง 19 ปี จำนวน 10 คน

โดยมีการชี้แจงกลุ่มตัวอย่างในเรื่องเอกสารก่อนการเข้าร่วมโครงการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. นำเสนอโครงร่างวิจัยให้ผู้ฝึกสอน ผู้บริหารสมาคม ผู้ปกครองและนักกีฬาทราบ
2. มีการนำเสนอขั้นตอนการวิจัยให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเข้าใจก่อน
3. มีการลงนามในเอกสารใบยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย ถือว่าเป็นผู้ที่เต็มใจสมัครเข้าร่วมในการเป็นกลุ่มตัวอย่างของโครงการวิจัย

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์ในการคัดเข้า (Inclusion Criteria)

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นนักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชนที่เป็นตัวแทนของประเทศไทยเข้าร่วมในการเก็บตัวกับทางสมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์เพื่อทำการฝึกซ้อมสำหรับการเตรียมการแข่งขันกีฬาเยาวชนโอลิมปิคเกมส์ ในปีพ.ศ. 2553 ที่ประเทศสิงคโปร์
2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยสมัครใจใส่อุปกรณ์ โพลาร์ทีม ขณะทำการแข่งขัน และสมัครใจเจาะเลือดที่ปลายนิ้วเพื่อวัดปริมาณกรดแลคติกก่อนและหลังเกมการแข่งขัน (Volunteer)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกณฑ์ในการคัดออก (Exclusion Criteria)

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถใส่อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจ โพลาร์ ทีม (Polar Team) ขณะทำการแข่งขันหรือไม่ยินยอมในการเจาะเลือดเพื่อวัดปริมาณกรดแลคติก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือสำหรับการบันทึกข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจและคำนวณการใช้พลังงานขณะแข่งขัน

1.1 โพลาร์ทีม (Polar Team) ผลิตจากประเทศฟินแลนด์

1.2 โปรแกรมโพลาร์โปรเทรนเนอร์ 5 (Polar Protrainer 5)

2. เครื่องมือสำหรับวัดค่ากรดแลคติกในเลือด

2.1 อุปกรณ์วัดค่ากรดแลคติก ยี่ห้อแอคคูเทรน พลัส “Accutrend Plus” ผลิตจากประเทศเยอรมันนี

3. เครื่องมือบันทึกภาพและวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนที่ในเกมการแข่งขัน

3.1 กล้องวิดีโอโซนี่ (Sony Handy Cam) ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

3.2 โปรแกรมวิเคราะห์เกมการแข่งขัน (SIMI Scout) ผลิตจากประเทศเยอรมันนี

3.3 นาฬิกาจับเวลายี่ห้อ “Sports” ผลิตจากประเทศจีน

ขั้นตอนการวิจัย

แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1. **การศึกษานำร่อง** (Pilot Study)

ผู้วิจัยได้ให้นักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชนในหลายๆสโมสร ทดลองใส่อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจขณะทำการฝึกซ้อม และขณะแข่งขันจริงเพื่อสร้างความคุ้นเคยในการสวมใส่อุปกรณ์กับตัวนักกีฬา และสร้างความคุ้มเคยระหว่างตัวผู้วิจัยกับนักกีฬา อีกทั้งนำผลข้อมูลที่ได้ภายหลังการฝึกซ้อม หรือภายหลังเกมการแข่งขัน ชี้แจงให้ผู้ฝึกสอนได้ทราบถึงประโยชน์ เพื่อกระตุ้นให้ผู้ฝึกสอนมีความอยากรู้ข้อมูลมากขึ้น และสามารถนำข้อมูลไปพัฒนาโปรแกรมฝึกซ้อมได้เป็นรายบุคคล ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อเป็นการนำร่องงานวิจัยไปแล้ว 4 รายการแข่งขัน

1. รายการ SCG ALL THAILAND BADMINTON CHAMPIONSHIP 2009 ที่ประเทศไทย (3 กันยายน 2552)

2. รายการ TANGKAS ALFAMART JUNIOR INTERNATIONAL CHALLENGE 2009 ที่ประเทศ อินโดนีเซีย (5 – 10 ตุลาคม 2552)

3. รายการ PROTON MALAYSIA INTERNATIONAL CHALLENGE 2009 ที่ประเทศ มาเลเซีย (16 – 20 พฤศจิกายน 2552)

4. รายการ Li-Ning Singapore Youth International 2009 ที่ประเทศ สิงคโปร์ (14 – 19 ธันวาคม 2552)

2. การเตรียมการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ติดต่อทางสโมสรต้นสังกัดของนักกีฬากลุ่มตัวอย่าง ในการขอทำการเก็บข้อมูลขณะแข่งขันรายการแบดมินตันชิงแชมป์ประเทศไทย 2010 (SCG All Thailand Badminton Championships 2010) และรายการ วิคเตอร์ กรุงเทพ- เชียงใหม่โอเพ่น 2010 (VICTOR BANGKOK–CHIANGMAI BADMINTON TOURNAMENT 2010) ระหว่างวันที่ 21 ตุลาคม 2553 ถึง 30 ตุลาคม 2553 ซึ่งทั้งสองรายการได้รับการรับรองจากสมาคมแบดมินตันในพระบรมราชูปถัมภ์

2.2 ตรวจสอบสายการแข่งขันของนักกีฬากลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 คนเพื่อวางแผนการเก็บบันทึกข้อมูล โดยรายการชิงแชมป์ประเทศไทยมีนักกีฬาลงทำการแข่งขัน เป็นชาย 4 คน หญิง 1 คน และรายการวิคเตอร์ กรุงเทพ – เชียงใหม่โอเพ่น มีนักกีฬาลงทำการแข่งขัน เป็นชาย 4 คน หญิง 1 คน โดยจะทำการเก็บข้อมูลนักกีฬาคนละ 2 รอบการแข่งขัน การแข่งขันละ 2 เซต รวมคนละ 4 เซตการแข่งขัน มาใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

2.3 เตรียมอุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจยี่ห้อโพลาร์ รุ่น ทีม(Polar Team) อุปกรณ์วัดปริมาณกรดแลคติกยี่ห้อแอคคิวเทรน พลัส (Accutrend plus) กล้องวิดีโอยี่ห้อโซนี (Sony Handy Cam)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบ่งขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมการ

1.1 ทำจดหมายจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงต้นสังกัดของนักกีฬาเพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

1.2 ติดต่อกับผู้ฝึกสอนเพื่อแจ้งชื่อนักกีฬาและเกมการแข่งขันที่จะทำการเก็บข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ขณะทำการเก็บข้อมูล

2.1 ติดอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจ (Polar Team) ที่ใต้ราวนมของนักกีฬาก่อนลงทำการแข่งขัน

2.2 เจาะเลือดหาปริมาณกรดแลคติกขณะนักกีฬาอบอุ่นร่างกาย ที่ระดับอัตราการเต้นหัวใจ 100 ครั้งต่อนาที

2.3 ถ่ายวิดีโอบันทึกภาพนักกีฬาขณะทำการแข่งขัน

2.4 เจาะเลือดหาปริมาณกรดแลคติกหลังเกมการแข่งขันทันที และหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5

2.5 ดาวน์โหลดข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจจากอุปกรณ์โพลาร์ทีม (Polar Team) เข้าโปรแกรมโพลาร์โปรเทรนเนอร์ 5.0 (Polar Protrainer 5.0)

3. ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มีดังนี้

3.1 อัตราการเต้นหัวใจ (Heart Rate) ของนักกีฬาขณะทำการแข่งขัน หน่วยคือครั้งต่อนาที โดยจะนำเฉพาะค่าอัตราการเต้นหัวใจที่สูงกว่า 100 ครั้งต่อนาทีมาคำนวณ เพราะช่วงที่ต่ำกว่านั้นจะถือว่าสภาพร่างกายนักกีฬายังไม่เข้าสู่ช่วงของการออกกำลัง (Hiilloskorpi and Laukkanen, 1997) จะทำให้ค่าเฉลี่ยที่ได้ออกมาไม่ใกล้เคียงกับสถานการณ์การแข่งขันจริง

3.2 ปริมาณการใช้พลังงาน (Energy Expenditure) ในเกมการแข่งขัน หน่วยคือกิโลแคลอรี

3.3 ปริมาณกรดแลคติก (Blood Lactic Acid) ขณะนักกีฬาอบอุ่นร่างกายก่อนการแข่งขัน หลังเกมการแข่งขันทันที และหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5 หน่วยคือมิลลิโมล

3.4 โครงสร้างของเกมการแข่งขัน

3.4.1 ระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการแข่งขันแต่ละเซต (Total Time) หน่วยคือวินาที

3.4.2 ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในแต่ละแต้ม (Performance time in one point) หน่วยคือวินาที

3.4.3 ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันแต่ละเซต (Performance time in one set) หน่วยคือวินาที

3.4.4 ระยะเวลาพักที่ไม่ได้เล่นเกมการแข่งขันในแต่ละแต้ม (Rest time in one point) หน่วยคือวินาที

3.4.5 ระยะเวลาพักที่ไม่ได้เล่นเกมการแข่งขันในแต่ละเซต (Rest time in one set) หน่วยคือวินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.6 อัตราส่วนของอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยในแต่ละเซตต่อเวลาในแต่ละเซต

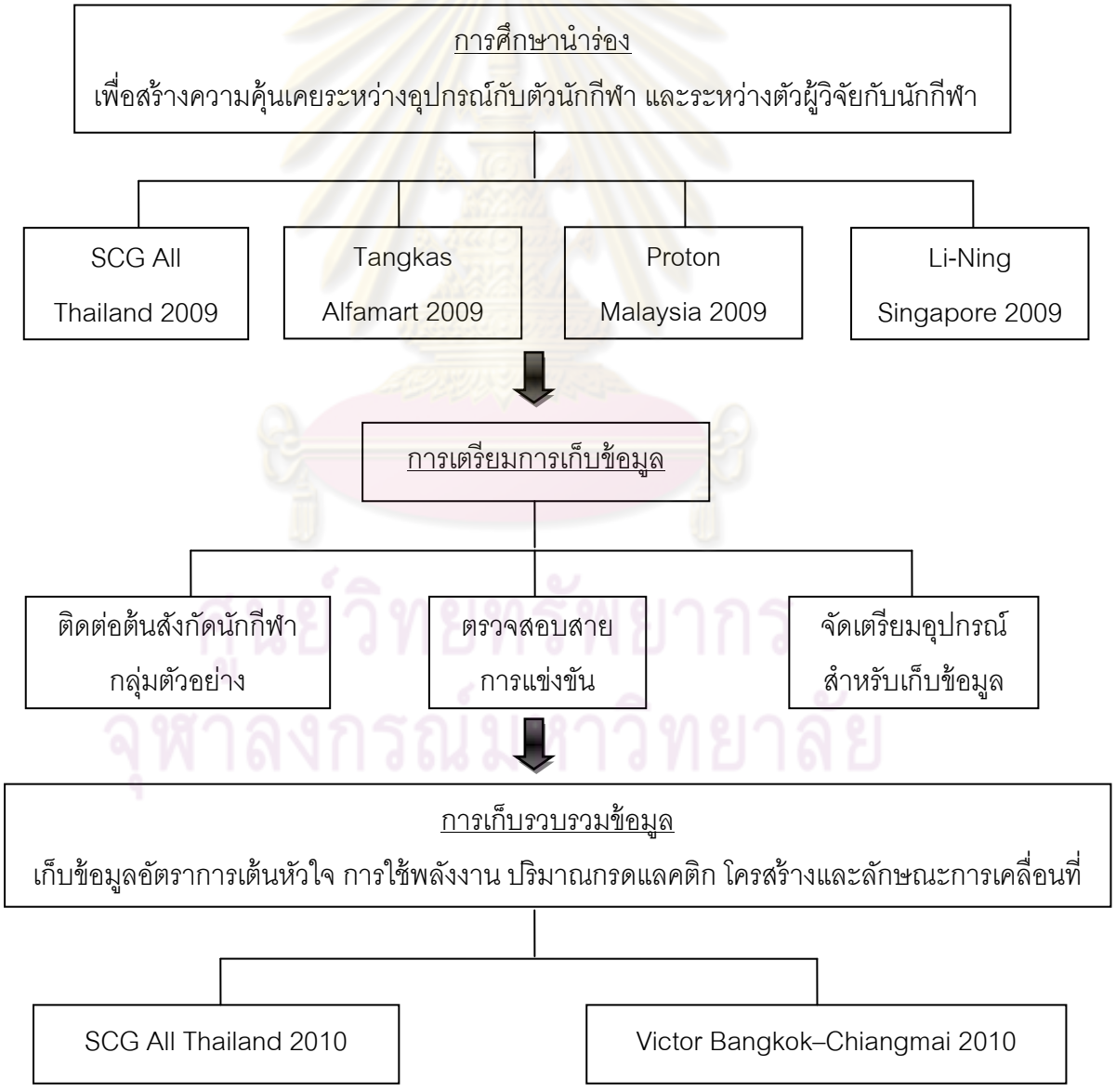
3.4.7 อัตราส่วนระยะเวลาในแต่ละเซตต่อจำนวนแต้มในแต่ละเซต

3.4.8 จำนวนครั้งการตี ไป – กลับ ต่อหนึ่งแต้ม (Shots per Rally) หน่วยคือจำนวนครั้ง

3.4.9 การเคลื่อนที่ไปรับลูกของนักกีฬาในเกมการแข่งขันแบดมินตัน

ในนักกีฬาชายทั้ง 8 คน จากการแข่งขันทั้งสองรายการ ทำการเก็บข้อมูลคนละ 2 เกมการแข่งขัน โดยทุกคนตัดสินผลแพ้ชนะที่เซตที่ 2 ทำให้ได้ข้อมูลนักกีฬาชายคนละ 4 เซต และนักกีฬาหญิงทั้ง 2 คน ตัดสินผลแพ้ชนะที่เซตที่ 3 ทั้งสองเกมการแข่งขัน

กรอบรายละเอียดขั้นตอนการวิจัย



การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าสูงสุด (Max) และค่าต่ำสุด (Min) ของอัตราการเต้นหัวใจ พลังงานที่ใช้ในการแข่งขัน ระยะเวลาในเกมการแข่งขัน ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในแต่ละแต้ม ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในแต่ละเซต ระยะเวลาพักที่ไม่ได้เล่นเกมการแข่งขันในแต่ละแต้ม ระยะเวลาพักที่ไม่ได้เล่นเกมการแข่งขันในแต่ละเซต อัตราส่วนของเกมการแข่งขันระหว่างระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมกับระยะเวลาพักในเกมในแต่ละเซต และอัตราการเต้นหัวใจต่อเวลาที่ใช้ ในแต่ละเซตการแข่งขัน

2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าสูงสุด (Max) และค่าต่ำสุด (Min) ของปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะนักกีฬาอบอุ่นร่างกายก่อนทำการแข่งขัน หลังเกมการแข่งขันทันที และหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5

3. ทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจทั้ง 4 เซตของนักกีฬาชาย 8 คน ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เมื่อพบว่ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของตูกี (Tukey)

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจ การใช้พลังงาน ปริมาณกรดแลคติกในเลือด ระหว่างการแข่งขันเซตที่ 1 ของรอบแรก กับเซตที่ 1 ของรอบสอง และการแข่งขันเซตที่ 2 ของรอบแรกกับเซตที่ 2 ของรอบสอง ของนักกีฬาชาย 8 คน ด้วยการทดสอบสถิติที (Paried-Samples t test)

5. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. วิเคราะห์การเคลื่อนที่ในเกมการแข่งขัน (ความถี่และร้อยละของตำแหน่งลูกที่ตกในเกมการแข่งขันแต่ละเซต)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจ การใช้เพลังงาน ปริมาณกรดแลคติกในเลือดและโครงสร้างเกมการแข่งขัน ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน รายการชิงแชมป์ประเทศไทย และรายการวิคเตอร์ กรุงเทพ – เชียงใหม่โอเพ่น 2010 จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของอายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขัน ปริมาณกรดแลคติกในเลือด พลังงานที่ใช้ในการแข่งขัน และโครงสร้างเกมการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว

ตอนที่ 2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ ตูกี ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ กรดแลคติกในเลือด และพลังงานของการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2 ด้วยสถิติที ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตอนที่ 3 ภาพแสดงอัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขันและรูปแสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูกของนักกีฬาแต่ละคน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของอายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขัน พลังงานที่ใช้ในการแข่งขัน และลักษณะของเกมการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย สวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของ อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง และ ดัชนีมวลกาย (BMI) ของนักกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยวระดับเยาวชน

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)
เพศชาย (8 คน)				
อายุ (ปี)	17.75	0.71	19.00	17.00
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	69.30	9.00	86.30	62.00
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	173.60	7.40	182.00	160.00
BMI (กิโลกรัม/เมตร^2)	23.00	2.30	26.05	19.90
เพศหญิง (2 คน)				
อายุ (ปี)	17.50	0.71	18.00	17.00
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	59.60	4.90	63.00	56.10
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	166.00	1.40	167.00	165.00
BMI (กิโลกรัม/เมตร^2)	21.60	1.40	22.59	20.60

จากตารางที่ 2 พบว่า นักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชนชายและหญิง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุใกล้เคียงกันมาก เท่ากับ 17.75 ± 0.71 ปี และ17.50 ± 0.71 ปี นอกนั้นนักกีฬาชายมีน้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มากกว่านักกีฬาหญิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย สวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดของอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยขณะแข่งขันในแต่ละเซต และเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ของนักกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยวระดับเยาวชน

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)	% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด*
ชาย					
การแข่งขันรอบที่ 1 (n=8)					
อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 1 (ครั้ง/นาที)	169.00	12.65	190.00	146.00	86.66
อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 2 (ครั้ง/นาที)	179.63	12.05	194.00	157.00	88.93
การแข่งขันรอบที่ 2 (n=8)					
อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 1 (ครั้ง/นาที)	171.50	4.31	177.00	163.00	84.90
อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 2 (ครั้ง/นาที)	179.13	5.80	185.00	167.00	88.68
รวมการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2 (n=16)					
อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 1 (ครั้ง/นาที)	170.25	9.22	190.00	146.00	84.28
อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 2 (ครั้ง/นาที)	179.38	9.14	194.00	157.00	88.80

* %อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด = 220 – อายุเฉลี่ย = 220 – 18 = 202

จากตารางที่ 3 พบว่า ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาแบดมินตันชายระดับเยาวชนรอบที่ 1 มีอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยในเซตที่ 1 เท่ากับ 169.00 ± 12.65 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 86.66% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 2 เท่ากับ 179.63 ± 12.05 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 88.93% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด รอบที่ 2 อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 1 เท่ากับ 171.50 ± 4.31 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 84.90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 2 เท่ากับ 179.13 ± 5.80 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 88.68% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เมื่อรวมการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2 อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 1 เท่ากับ 170.25 ± 9.22 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 84.28% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 2 เท่ากับ 179.38 ± 9.14 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 88.80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นหัวใจของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน

นักกีฬา	จำนวน (เซต)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
1	4	170.50	8.58
2	4	179.75	8.96
3	4	179.50	4.93
4	4	172.75	6.80
5	4	183.25	10.87
6	4	158.25	9.14
7	4	176.75	6.95
8	4	177.75	4.50

จากตารางที่ 4 พบว่า ในการแข่งขันประเภทเดี่ยวของการแข่งขันทั้งสองการแข่งขันในนักกีฬาแบดมินตันชายระดับเยาวชนทั้ง 8 คน (คนละ 4 เซต) พบว่า คนที่ 6 มีอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 158.25 ± 9.14 ครั้งต่อนาที และคนที่ 5 มีอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 183.25 ± 10.87 ครั้งต่อนาที นอกนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย สวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะอบอุ่นร่างกาย ภายหลังการแข่งขันทันที และภายหลังการแข่งขันนาทีที่ 5 ของนักกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยวระดับเยาวชน (ชาย 8 คน)

กรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมล)	จำนวน (เซต)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)
ขณะอบอุ่นร่างกาย (มิลลิโมล)					
การแข่งขันรอบที่ 1	8	2.59	0.63	3.80	2.00
การแข่งขันรอบที่ 2	8	2.39	0.29	2.90	2.00
รวมการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2	16	2.49	0.48	3.80	2.00
*ภายหลังเกมการแข่งขันทันที					
การแข่งขันรอบที่ 1	8	3.31	1.41	6.60	2.00
การแข่งขันรอบที่ 2	8	3.61	0.92	5.70	2.60
รวมการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2	16	3.46	1.16	6.60	2.00
*ภายหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5					
การแข่งขันรอบที่ 1	8	3.10	1.24	6.00	2.10
การแข่งขันรอบที่ 2	8	3.44	0.88	5.30	2.60
รวมการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2	16	3.27	1.05	6.00	2.10

* สิ้นสุดการแข่งขันภายในเซตที่ 2

จากตารางที่ 5 พบว่า ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาแบดมินตันชายระดับเยาวชนรอบที่ 1 มีปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะอบอุ่นร่างกาย ภายหลังการแข่งขันทันทีและ ภายหลังการแข่งขันนาทีที่ 5 เท่ากับ 2.59 ± 0.63 มิลลิโมล 3.31 ± 1.41 มิลลิโมล และ 3.10 ± 1.24 มิลลิโมล ตามลำดับ การแข่งขันรอบที่ 2 มีปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะอบอุ่นร่างกาย ภายหลังการแข่งขันทันที และ ภายหลังการแข่งขันนาทีที่ 5 เท่ากับ เท่ากับ 2.39 ± 0.29 มิลลิโมล 3.61 ± 0.92 มิลลิโมล และ 3.44 ± 0.88 มิลลิโมล ตามลำดับ สรุปรวมการแข่งขันทั้งสองรอบ มีปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะอบอุ่นร่างกาย ภายหลังการแข่งขันทันที และภายหลังการแข่งขันนาทีที่ 5 เท่ากับ เท่ากับ 2.49 ± 0.48 มิลลิโมล 3.46 ± 1.16 มิลลิโมล และ 3.27 ± 1.05 มิลลิโมล ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย สวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของปริมาณการใช้พลังงานขณะแข่งขัน (กิโลแคลอรี่) ในแต่ละเซตของนักกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยวระดับเยาวชน (ชาย 8 คน)

ตัวแปร	จำนวน (เซต)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)
การแข่งขันรอบที่ 1					
พลังงานที่ใช้เซตที่ 1 (กิโลแคลอรี่)	8	111.75	39.70	181.00	62.00
พลังงานที่ใช้เซตที่ 2 (กิโลแคลอรี่)	8	124.88	62.17	220.00	60.00
การแข่งขันรอบที่ 2					
พลังงานที่ใช้เซตที่ 1 (กิโลแคลอรี่)	8	119.63	32.17	160.00	67.00
พลังงานที่ใช้เซตที่ 2 (กิโลแคลอรี่)	8	146.00	40.46	201.00	97.00
รวมการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2					
พลังงานที่ใช้เซตที่ 1 (กิโลแคลอรี่)	16	115.69	35.94	181.00	62.00
พลังงานที่ใช้เซตที่ 2 (กิโลแคลอรี่)	16	135.44	51.32	220.00	60.00

จากตารางที่ 6 พบว่า ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาแบดมินตันชายระดับเยาวชนรอบที่ 1 มีการใช้พลังงานเซตที่ 1 เท่ากับ 111.75 ± 39.70 กิโลแคลอรี่ มีการใช้พลังงานเซตที่ 2 เท่ากับ 124.88 ± 62.17 กิโลแคลอรี่ รอบที่ 2 มีการใช้พลังงานเซตที่ 1 เท่ากับ 119.63 ± 32.17 กิโลแคลอรี่ มีการใช้พลังงานเซตที่ 2 เท่ากับ 146.00 ± 40.46 กิโลแคลอรี่ เมื่อเฉลี่ยการใช้พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2 จะพบว่าการใช้พลังงานเซตที่ 2 เท่ากับ 135.44 ± 51.32 มากกว่าเซตที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 115.69 ± 35.94 กิโลแคลอรี่

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย สวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ของโครงสร้างเกมการแข่งขัน ได้แก่ ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในหนึ่งแต้ม ระยะเวลาพักในแต่ละแต้ม จำนวนลูกที่ตีโต้กันในหนึ่งแต้ม ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในแต่ละเซต ระยะเวลาพักในแต่ละเซต เวลาในการแข่งขันแต่ละเซต อัตราส่วนอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยต่อระยะเวลาในแต่ละเซต และระยะเวลาในแต่ละเซตต่อจำนวนแต้มในแต่ละเซต (ชาย 8 คน , หญิง 2 คน)

ตัวแปร (n=44)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)
ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในหนึ่งแต้ม (วินาที)	7.58	1.05	10.00	5.80
ระยะเวลาพักในแต่ละแต้ม (วินาที)	12.93	3.71	21.20	6.50
จำนวนลูกที่ตีโต้กันในหนึ่งแต้ม (ครั้ง)	7.25	3.32	22.70	5.00
ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในแต่ละเซต (วินาที)	338.66	109.39	652.00	176.00
ระยะเวลาพักในแต่ละเซต (วินาที)	509.61	193.07	981.00	277.00
เวลาในการแข่งขันแต่ละเซต (วินาที)	838.82	282.88	1500.00	490.00
อัตราส่วนอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยต่อระยะเวลาในแต่ละเซต (ครั้งต่อนาที/วินาที)	1/4	1/15	1/3	1/8
ระยะเวลาในแต่ละเซตต่อจำนวนแต้มในแต่ละเซต	48.37	19.44	96.30	23.30

จากตารางที่ 7 พบว่า ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชน มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในหนึ่งแต้มเท่ากับ 7.58 ± 1.05 วินาที ระยะเวลาพักในแต่ละแต้มเท่ากับ 12.93 ± 3.71 วินาที จำนวนลูกที่ตีโต้กันในหนึ่งแต้ม 7.25 ± 3.32 ครั้ง ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในแต่ละเซต 338.66 ± 109.39 วินาที (5.64 ± 1.82 นาที) ระยะเวลาพักในแต่ละเซตเท่ากับ 509.61 ± 193.07 วินาที (8.49 ± 3.22 นาที) เวลาในการแข่งขันแต่ละเซตเท่ากับ 838.82 ± 282.88 วินาที (13.98 ± 4.71 นาที) อัตราส่วนอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยต่อระยะเวลาในแต่ละเซตเท่ากับ 1/4 ครั้งต่อนาที/วินาที ระยะเวลาในแต่ละเซตต่อจำนวนแต้มในแต่ละเซตเท่ากับ 48.37 ± 19.44 วินาที/1 แต้ม

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย สวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ของความถี่ในการเคลื่อนที่ไปรับลูกที่ตำแหน่ง หน้าซ้าย หน้าขวา กลางซ้าย กลางขวา หลังซ้ายและหลังขวาบนสนามแบดมินตันใน 1 เซต ของนักกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยว (ชาย 8 คน , หญิง 2 คน) จากจำนวนการแข่งขันทั้งหมด 20 เซต

การตีลูกที่ตำแหน่งต่างๆบนสนามแบดมินตันใน 1 เซต (n=20)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)	เปอร์เซ็นต์ (%)
หน้าซ้าย (ครั้ง)	9.00	5.93	25.00	0.00	8.87
หน้าขวา (ครั้ง)	9.00	5.15	21.00	1.00	8.87
กลางซ้าย (ครั้ง)	32.60	12.05	54.00	13.00	32.13
กลางขวา (ครั้ง)	27.35	12.33	53.00	10.00	26.96
หลังซ้าย (ครั้ง)	12.40	7.61	34.00	0.00	12.22
หลังขวา (ครั้ง)	11.10	8.43	31.00	1.00	10.94

จากตารางที่ 8 พบว่าในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชน มีค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเปอร์เซ็นต์ของการเคลื่อนที่ไปตีลูกที่ตำแหน่งกลางซ้ายมากที่สุด เท่ากับ 32.13 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือตำแหน่งกลางขวา เท่ากับ 26.96 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำแหน่งหลังซ้ายและหลังขวาเท่ากับ 12.22 และ 10.94 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และน้อยที่สุดคือตำแหน่ง หน้าซ้ายและหน้าขวา เท่ากับ 8.87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ ตูกี ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ กรดแลคติกในเลือด และพลังงานของการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2 ด้วยสถิติที ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจทั้ง 4 เซตจากการแข่งขันทั้งสองรอบของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
อัตราการเต้นหัวใจ	ระหว่างกลุ่ม	1708.375	7	244.054	3.946	0.005*
	ภายในกลุ่ม	1484.500	24	61.854		
	รวม	3192.875	31			

* $P \leq .05$

จากตารางที่ 9 พบว่าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจทั้ง 4 เซตจากการแข่งขันทั้งสองรอบ ของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่โดยวิธีของ ตูกี ดังแสดงผลในตารางที่ 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจใจทั้ง 4 เซตจากการแข่งขันทั้งสองรอบของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน แบบรายคู่ด้วยวิธีของ ตูกี (Tukey)

นักกีฬาคนที่		1	2	3	4	5	6	7	8
	ค่าเฉลี่ย	170.50	179.75	179.50	172.75	183.25	158.25	176.75	177.75
1	170.50	-	9.25	9.00	2.25	12.75	12.25	6.25	7.25
2	179.75	-	-	0.25	7.00	3.50	21.50*	3.00	2.00
3	179.50	-	-	-	6.75	3.75	21.25*	2.75	1.75
4	172.75	-	-	-	-	10.50	14.50	4.00	5.00
5	183.25	-	-	-	-	-	25.00*	6.50	5.50
6	158.25	-	-	-	-	-	-	18.5*	19.50*
7	176.75	-	-	-	-	-	-	-	1.00
8	177.75	-	-	-	-	-	-	-	-

* $P \leq .05$

จากตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจในแต่ละเซตของนักกีฬาชายทั้ง 8 คนแบบรายคู่ด้วยวิธีของ ตูกี พบว่า นักกีฬาคนที่ 2 3 5 7 และ 8 มีความแตกต่างกับนักกีฬาคนที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยระหว่างการแข่งขันเซตที่ 1 ในรอบการแข่งขันที่หนึ่งกับรอบการแข่งขันที่สอง และเปรียบเทียบอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยระหว่างการแข่งขันเซตที่ 2 ในรอบการแข่งขันที่หนึ่งกับรอบการแข่งขันที่สอง ของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน ด้วยการทดสอบสถิติที (Paried-Samples t test)

ตัวแปร (n=8)	M ± SD	t	p
อัตราการเต้นหัวใจเซตที่ 1 การแข่งขันรอบที่ 1 และ 2			
อัตราการเต้นหัวใจเซตที่ 1 (รอบที่1)	169.0 ± 12.65		
อัตราการเต้นหัวใจเซตที่ 1 (รอบที่2)	171.50 ± 4.31	-0.67	0.53
อัตราการเต้นหัวใจเซตที่ 2 การแข่งขันรอบที่ 1 และ 2			
อัตราการเต้นหัวใจเซตที่ 2 (รอบที่1)	179.63 ± 12.05		
อัตราการเต้นหัวใจเซตที่ 2 (รอบที่2)	179.13 ± 5.80	0.14	0.89

P > .05

จากตารางที่ 11 ผลของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยระหว่างการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2 ของแต่ละเซต พบว่า อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยในการแข่งขันแบดมินตันประเภทชายเดี่ยวระหว่างเซตที่ 1 กับเซตที่ 1 และ เซตที่ 2 กับเซตที่ 2 ของการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบการใช้พลังงานเฉลี่ยระหว่างการแข่งขันเซตที่ 1 ในรอบการแข่งขันที่หนึ่งกับรอบการแข่งขันที่สอง และเปรียบเทียบการใช้พลังงานเฉลี่ยระหว่างการแข่งขันเซตที่ 2 ในรอบการแข่งขันที่หนึ่งกับรอบการแข่งขันที่สอง ของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน ด้วยการทดสอบสถิติที (Paried-Samples t test)

ตัวแปร (n=8)	M ± SD	t	p
พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันเซตที่ 1 ของการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2			
พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันเซตที่ 1 (รอบที่ 1)	111.75 ± 39.70		
พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันเซตที่ 1 (รอบที่ 2)	119.63 ± 32.17	-0.58	0.58
พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันเซตที่ 2 ของการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2			
พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันเซตที่ 2 (รอบที่ 1)	124.88 ± 62.17		
พลังงานที่ใช้ในการแข่งขันเซตที่ 2 (รอบที่ 2)	146.00 ± 40.46	-1.05	0.33

P > .05

จากตารางที่ 12 ผลของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังงานระหว่างการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2 ของแต่ละเซต พบว่า การใช้พลังงานในการแข่งขันแบดมินตันประเภทชายเดี่ยวระหว่างเซตที่ 1 กับเซตที่ 1 และ เซตที่ 2 กับเซตที่ 2 ของการแข่งขันรอบที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือด ขณะอบอุ่นร่างกาย (อัตราการเต้นหัวใจ 100 ครั้ง/นาที) หลังเกมการแข่งขันทันที และ หลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5 ของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน จากการแข่งขันสองรอบ ด้วยการทดสอบสถิติที (Paried-Samples t test)

กรดแลคติกในเลือด (n=8)	M ± SD	t	p
ขณะอบอุ่นร่างกาย (มิลลิโมล)			
การแข่งขันรอบที่ 1	2.59 ± 0.63		
การแข่งขันรอบที่ 2	2.39 ± 0.29	1.56	0.16
ภายหลังเกมการแข่งขันทันที (มิลลิโมล)			
การแข่งขันรอบที่ 1	3.31 ± 1.41		
การแข่งขันรอบที่ 2	3.61 ± 0.92	-4.9	0.64
ภายหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5 (มิลลิโมล)			
การแข่งขันรอบที่ 1	3.10 ± 1.24		
การแข่งขันรอบที่ 2	3.44 ± 0.88	-0.66	0.53

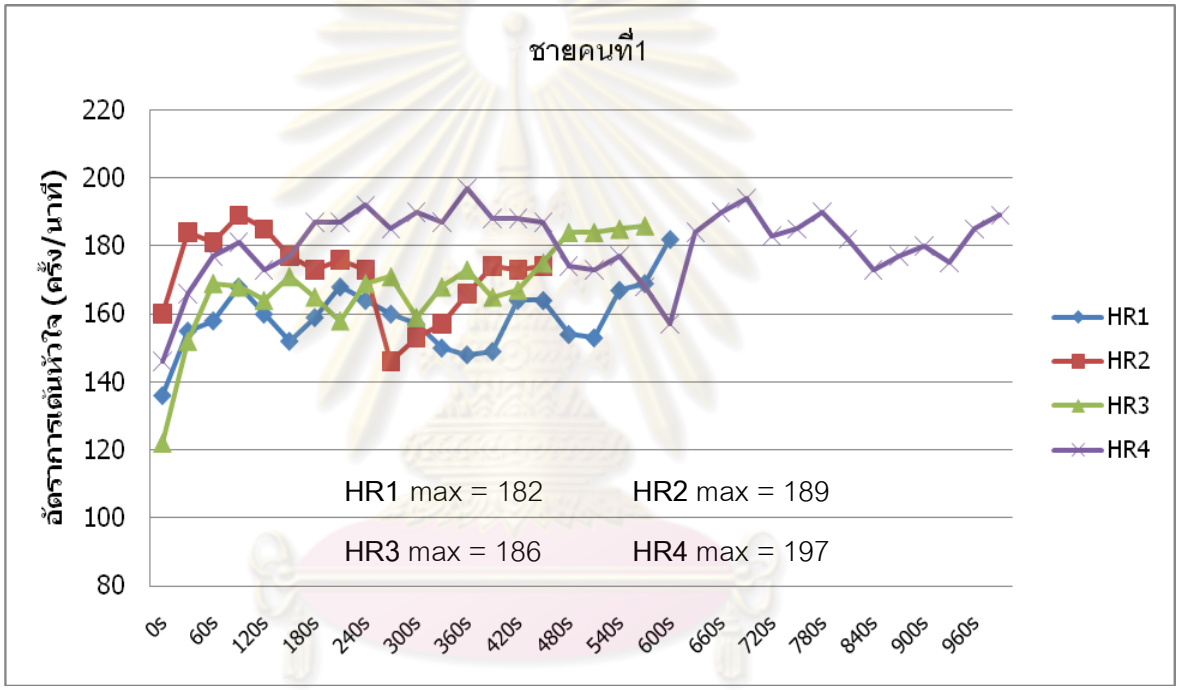
P > .05

จากตารางที่ 13 พบว่า ผลของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดแลคติกในเลือด ขณะอบอุ่นร่างกาย หลังเกมการแข่งขันทันที และหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5 ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทชายเดี่ยว ของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน จากการแข่งขันสองรอบ ด้วยการทดสอบแบบ Paired-Samples t test พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

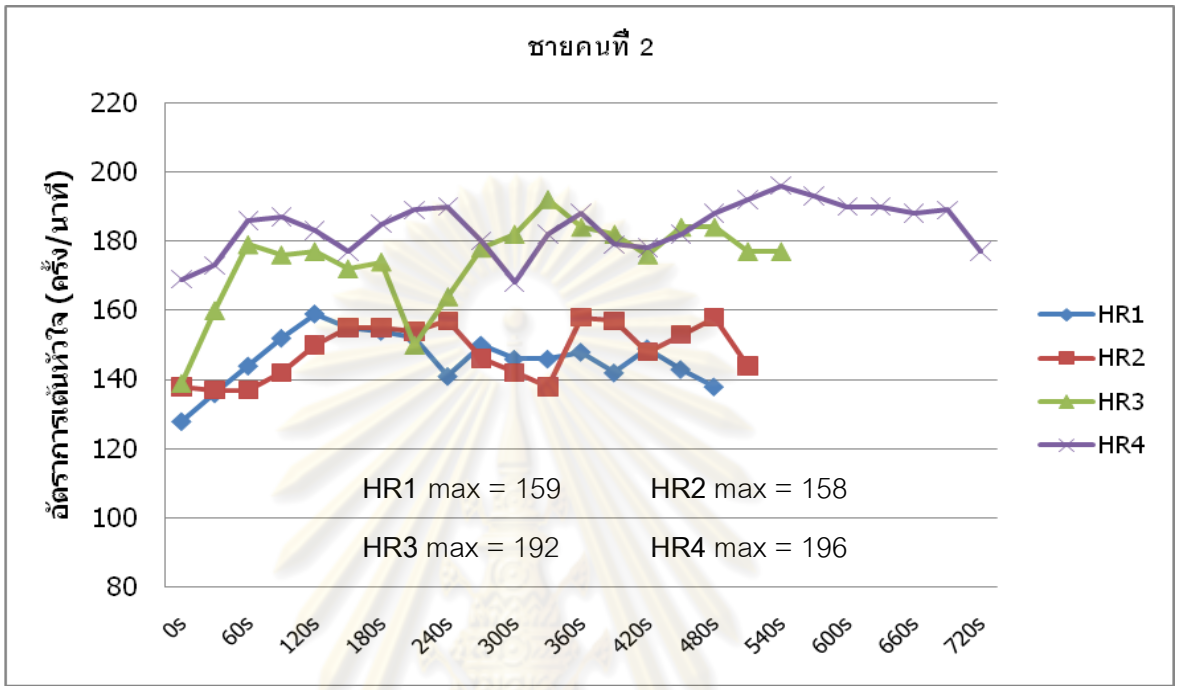
ตอนที่ 3 รูปแสดงอัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขันและรูปแสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูกของนักกีฬาแต่ละคน

ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต (การแข่งขันรอบที่ 1 เซต 1 (HR1) , การแข่งขันรอบที่ 1 เซตที่ 2 (HR2) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 1 (HR3) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 2 (HR4)) ของนักกีฬาชายคนที่ 1

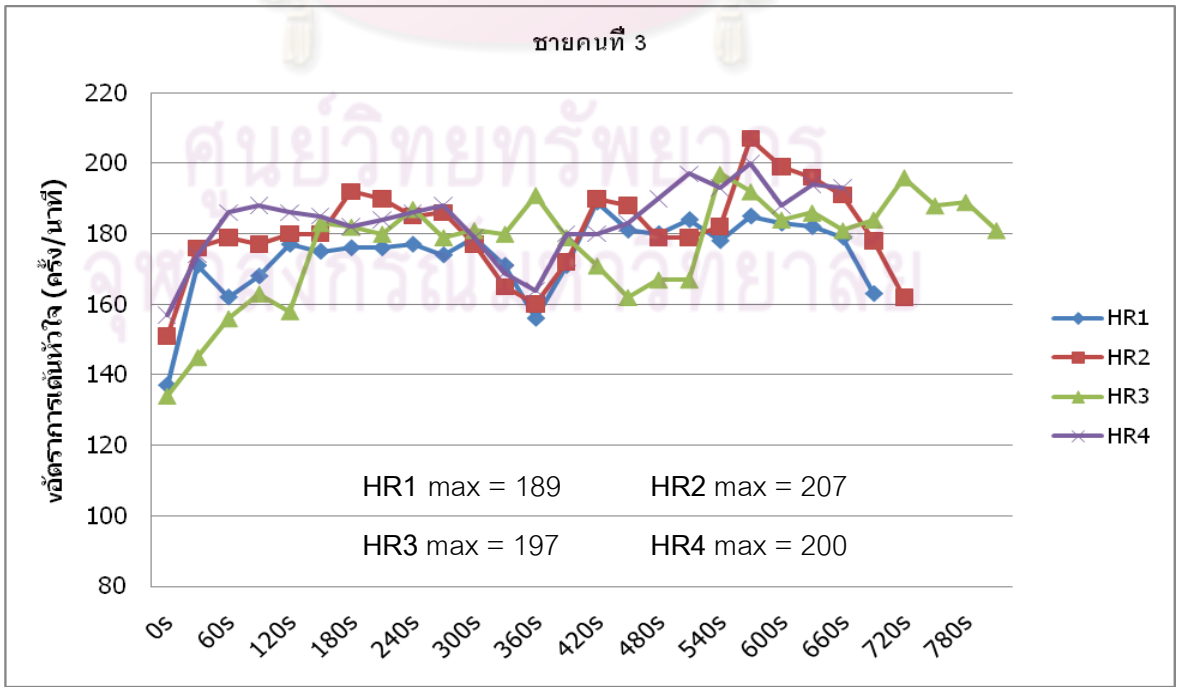


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

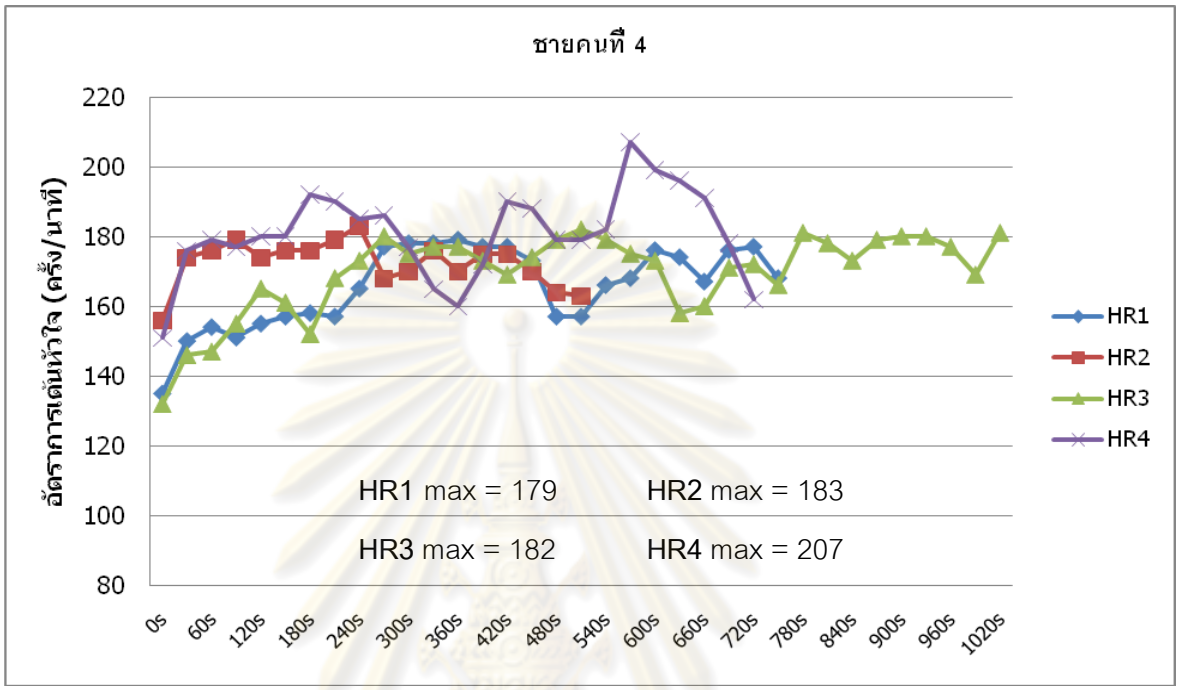
ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต (การแข่งขันรอบที่ 1 เซต 1 (HR1) , การแข่งขันรอบที่ 1 เซตที่ 2 (HR2) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 1 (HR3) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 2 (HR4)) ของนักกีฬาชายคนที่ 2



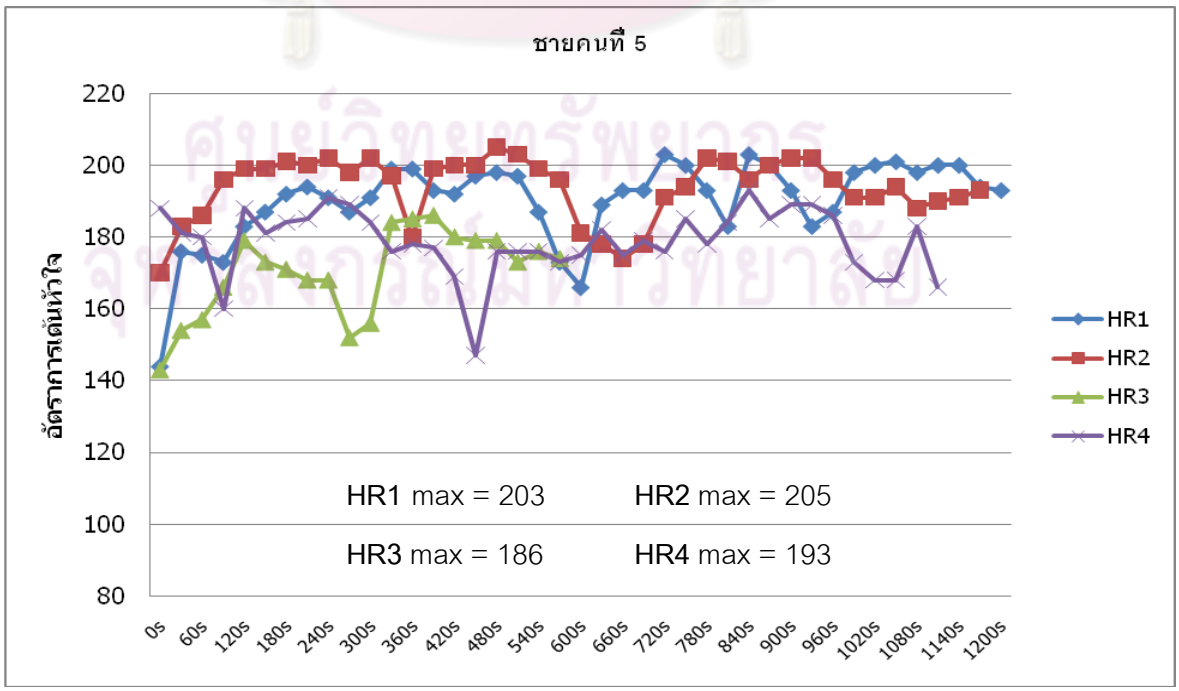
ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต (การแข่งขันรอบที่ 1 เซต 1 (HR1) , การแข่งขันรอบที่ 1 เซตที่ 2 (HR2) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 1 (HR3) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 2 (HR4)) ของนักกีฬาชายคนที่ 3



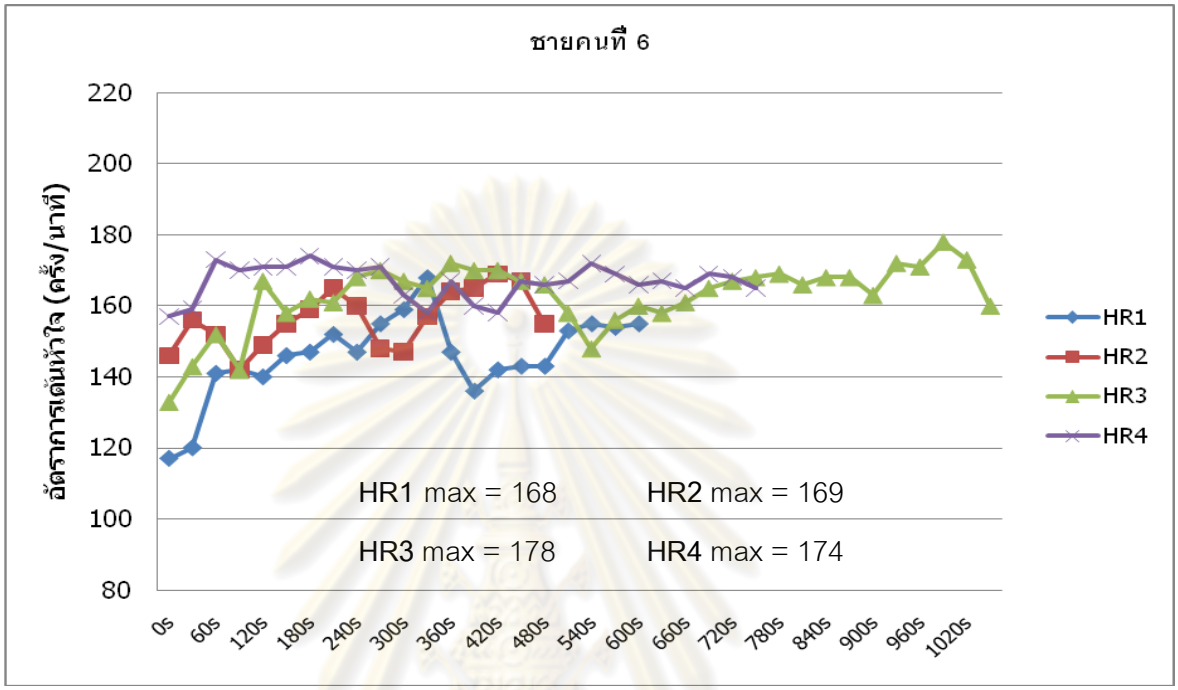
ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต (การแข่งขันรอบที่ 1 เซต 1 (HR1) , การแข่งขันรอบที่ 1 เซตที่ 2 (HR2) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 1 (HR3) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 2 (HR4)) ของนักกีฬาชายคนที่ 4



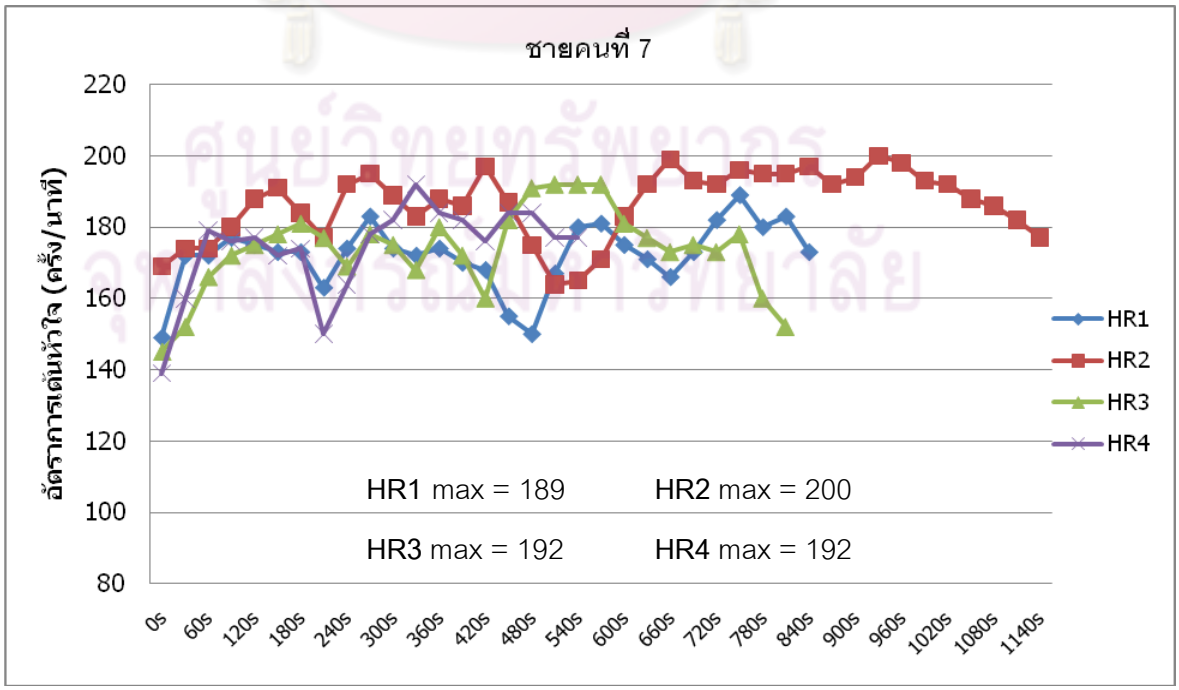
ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวทั้ง 4 เซต (การแข่งขันรอบที่ 1 เซต 1 (HR1) , การแข่งขันรอบที่ 1 เซตที่ 2 (HR2) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 1 (HR3) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 2 (HR4)) ของนักกีฬาชายคนที่ 5



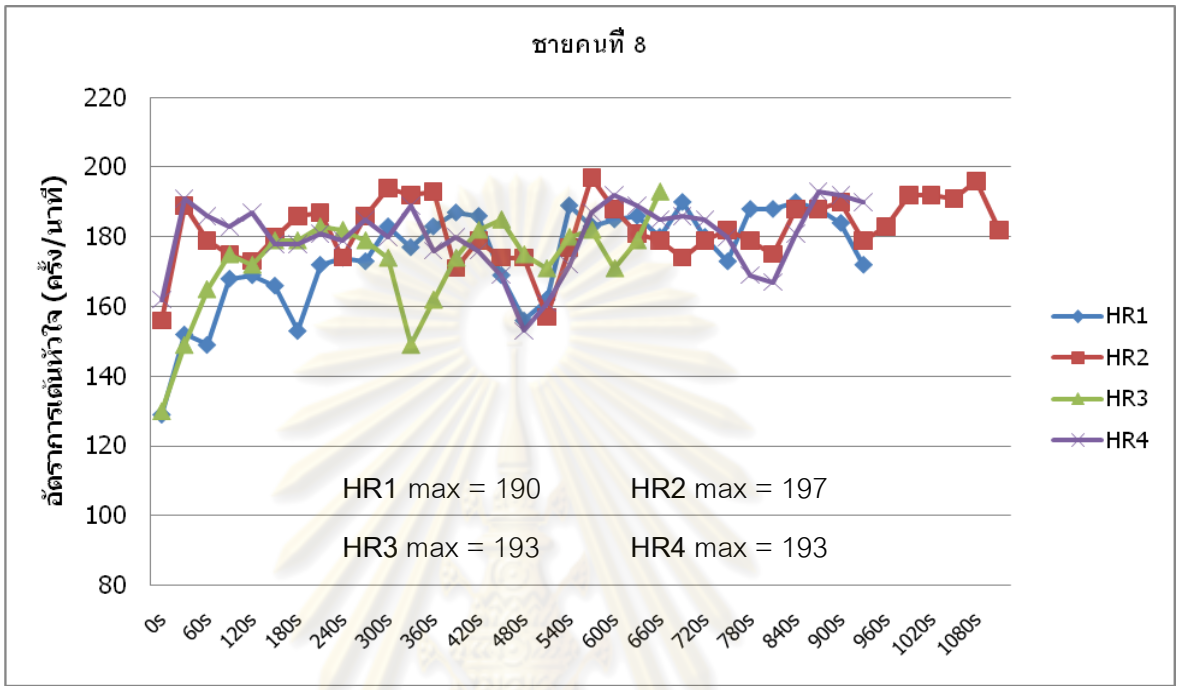
ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว ทั้ง 4 เซต (การแข่งขันรอบที่ 1 เซต 1 (HR1) , การแข่งขันรอบที่ 1 เซตที่ 2 (HR2) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 1 (HR3) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 2 (HR4)) ของนักกีฬาชายคนที่ 6



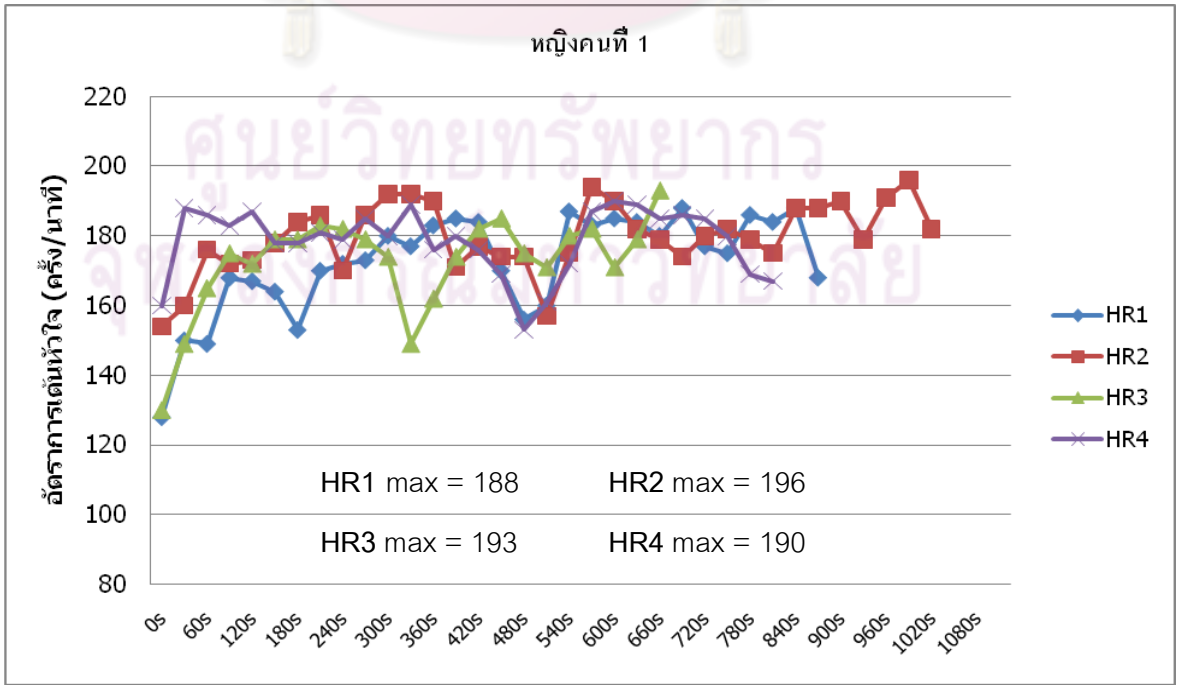
ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว ทั้ง 4 เซต (การแข่งขันรอบที่ 1 เซต 1 (HR1) , การแข่งขันรอบที่ 1 เซตที่ 2 (HR2) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 1 (HR3) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 2 (HR4)) ของนักกีฬาชายคนที่ 7



ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว ทั้ง 4 เซต (การแข่งขันรอบที่ 1 เซต 1 (HR1) , การแข่งขันรอบที่ 1 เซตที่ 2 (HR2) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 1 (HR3) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 2 (HR4)) ของนักกีฬาชายคนที่ 8

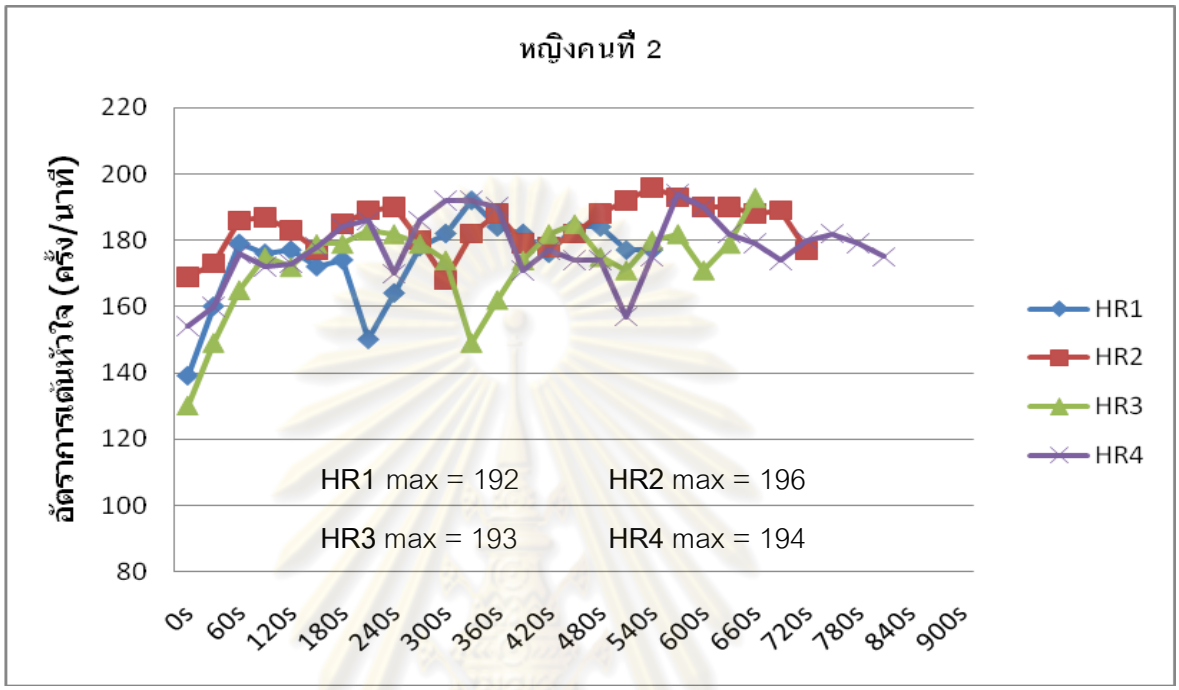


ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว ทั้ง 4 เซต (การแข่งขันรอบที่ 1 เซต 1 (HR1) , การแข่งขันรอบที่ 1 เซตที่ 2 (HR2) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 1 (HR3) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 2 (HR4)) ของนักกีฬาหญิงคนที่ 1

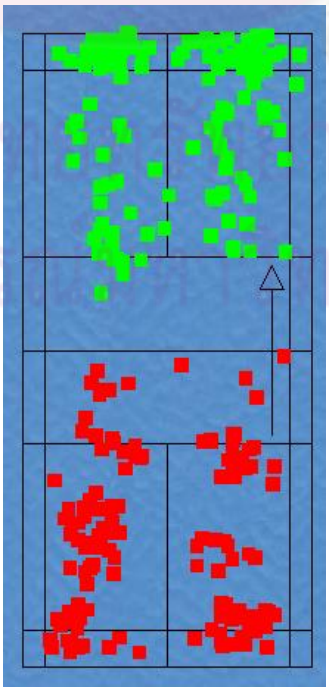


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

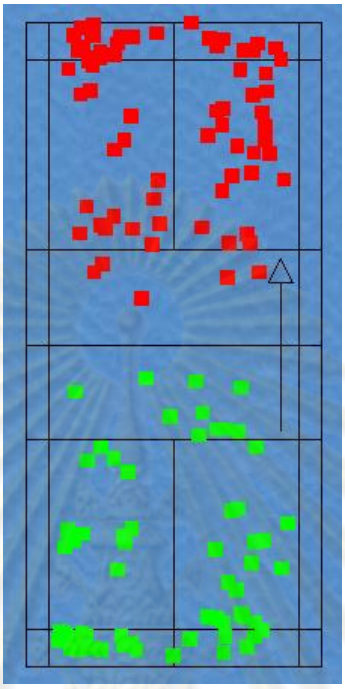
ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจทุกๆ 30 วินาที ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว ทั้ง 4 เซต (การแข่งขันรอบที่ 1 เซต 1 (HR1) , การแข่งขันรอบที่ 1 เซตที่ 2 (HR2) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 1 (HR3) , การแข่งขันรอบที่ 2 เซตที่ 2 (HR4)) ของนักกีฬาหญิงคนที่ 2



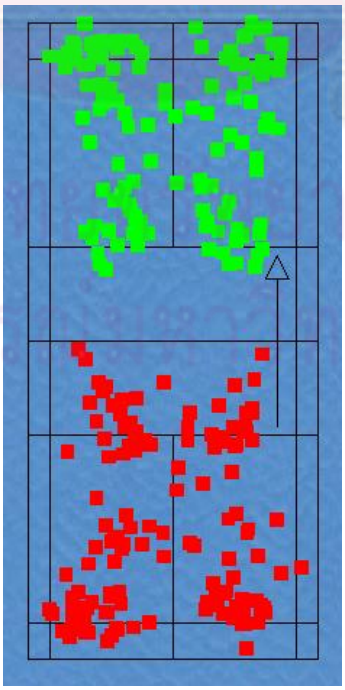
ภาพที่ 15 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 1 คนละ 2เซต(จุดสีแดง=เซตที่1,จุดสีเขียว=เซตที่ 2)



ภาพที่ 16 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 2 คนละ 2เซต(จุดสีแดง=เซตที่1,จุดสีเขียว=เซตที่ 2)

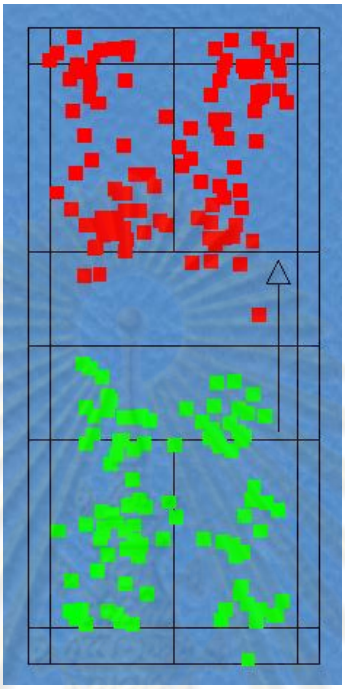


ภาพที่ 17 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 3 คนละ 2เซต(จุดสีแดง=เซตที่1,จุดสีเขียว=เซตที่ 2)

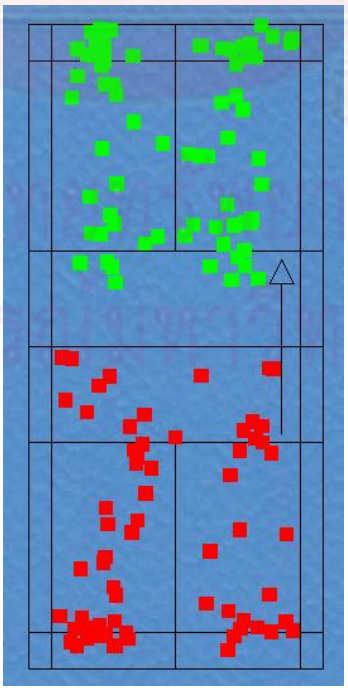


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 18 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 4 คนละ 2เซต(จุดสีแดง=เซตที่1,จุดสีเขียว=เซตที่ 2)

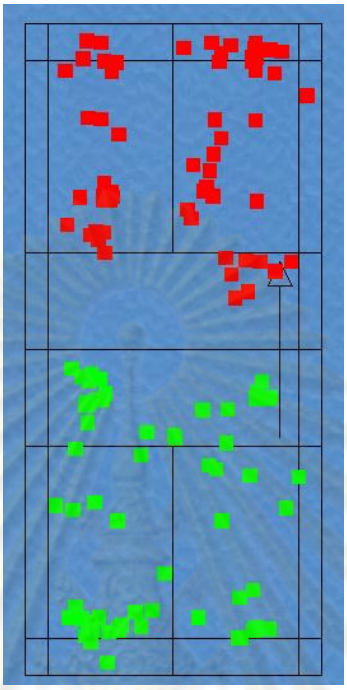


ภาพที่ 19 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 5 คนละ 2เซต(จุดสีแดง=เซตที่1,จุดสีเขียว=เซตที่ 2)

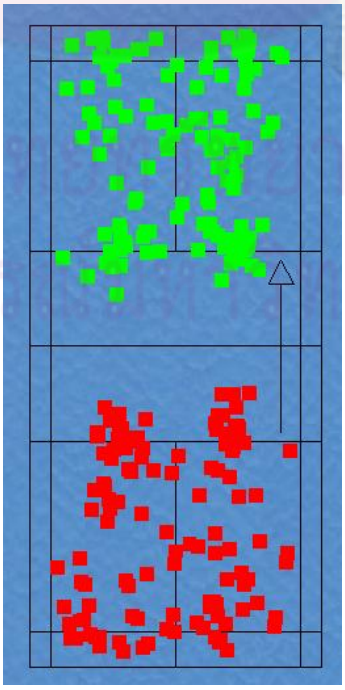


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 20 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 6 คนละ 2เซต(จุดสีแดง=เซตที่1,จุดสีเขียว=เซตที่ 2)

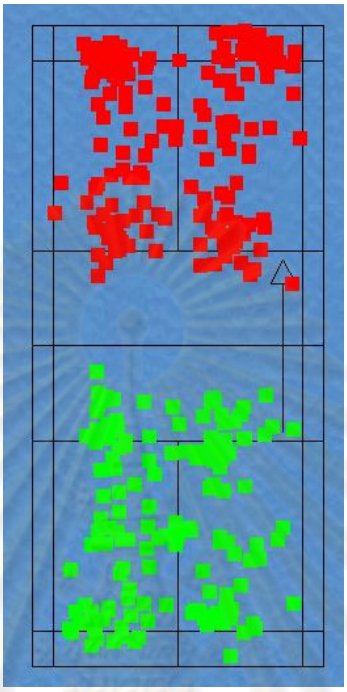


ภาพที่ 21 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 7 คนละ 2เซต(จุดสีแดง=เซตที่1,จุดสีเขียว=เซตที่ 2)

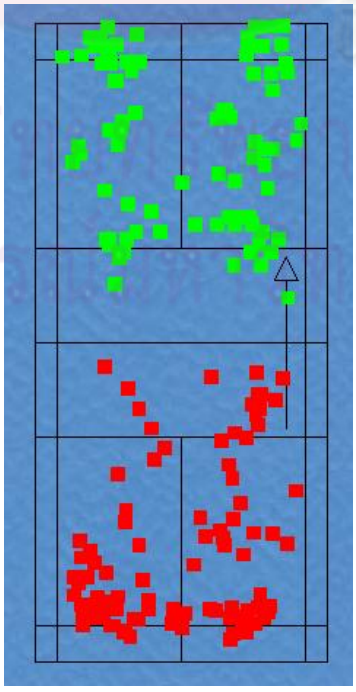


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 22 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาชายคนที่ 8 คนละ 2เซต(จุดสีแดง=เซตที่1,จุดสีเขียว=เซตที่ 2)

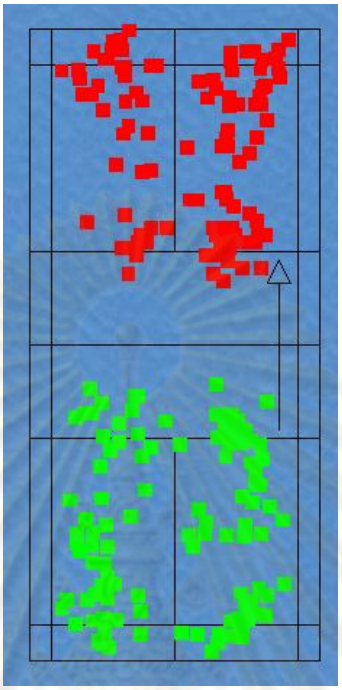


ภาพที่ 23 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาหญิงคนที่1คนละ2เซต(จุดสีแดง=เซตที่1,จุดสีเขียว=เซตที่ 2)

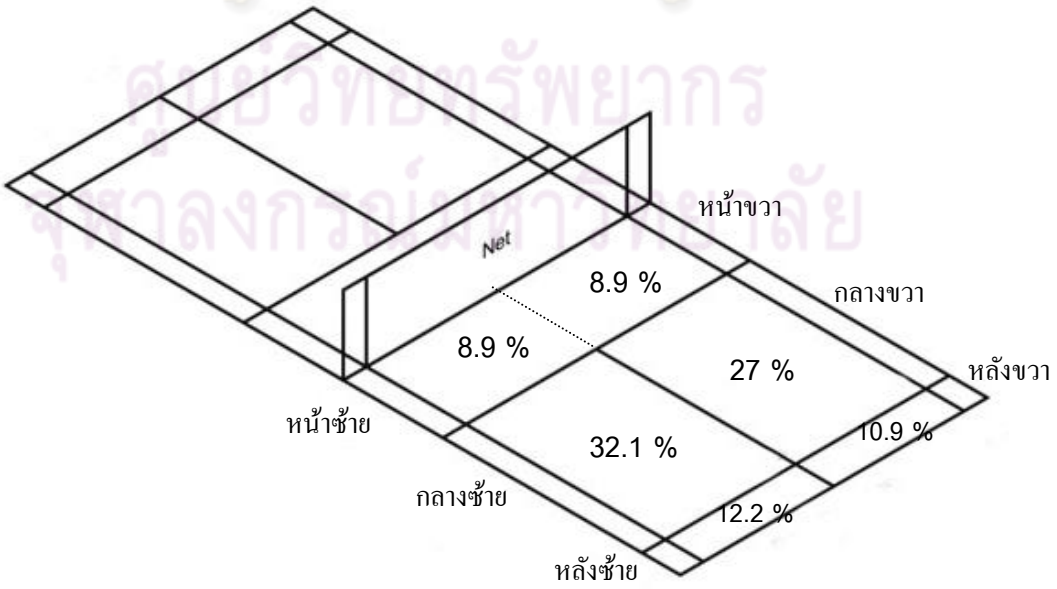


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 24 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาหญิงคนที่2คนละ2เซต(จุดสีแดง=เซตที่1,จุดสีเขียว=เซตที่ 2)



ภาพที่ 25 สรุปภาพรวมตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปรับลูก ณ ตำแหน่งต่างๆ บนสนามแบดมินตันในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว ของนักกีฬา 10 คน (ชาย 8 คน , หญิง 2 คน) คนละ 2 เซต (จุดสีแดง = เซตที่ 1 , จุดสีเขียว = เซตที่ 2)



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการเต้นหัวใจ การใช้พลังงาน กรดแลคติกในเลือด และโครงสร้างของเกมการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน ซึ่งเป็นตัวแทนของประเทศไทย ในการเข้าเก็บตัวกับทางสมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เพื่อทำการฝึกซ้อมสำหรับการเตรียมการแข่งขันเยาวชนโอลิมปิคที่จัดขึ้นเป็นครั้งแรกของโลก ในปี 2010 (พ.ศ. 2553) ที่ประเทศสิงคโปร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย 8 คน และเพศหญิง 2 คน มีอายุตั้งแต่ 18 ปีและไม่เกิน 20 ปี จำนวน 10 คน โดยนักกีฬาทั้งหมดสมัครใจเข้าร่วมการวิจัยด้วยความเต็มใจ โดยมีคุณสมบัติดังนี้ มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ ปราศจากการบาดเจ็บใดๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการวิจัย ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยที่กลุ่มตัวอย่างได้รับการชี้แจงถึงขั้นตอนต่างๆ ของการดำเนินการวิจัยและการปฏิบัติตัวโดยละเอียด พร้อมกับลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย จากนั้นกลุ่มตัวอย่างทุกคนต้องทำการวัดส่วนสูง น้ำหนักตัว เจาะเลือดวัดปริมาณกรดแลคติกขณะทำการอบอุ่นร่างกาย ทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขัน เจาะเลือดวัดปริมาณกรดแลคติกภายหลังเกมการแข่งขันทันทีและภายหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5

นำผลที่ได้ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจ พลังงานขณะแข่งขันในแต่ละเซตของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ ตูกี ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

นำผลอัตราการเต้นหัวใจ การใช้พลังงาน และปริมาณกรดแลคติกในเลือดมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างการแข่งขันครั้งที่ 1 และ 2 ของแต่ละเซต ด้วยการทดสอบสถิติที (Paried-Samples t test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยพบว่า

1. ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน มีอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยในเซตที่ 1 เท่ากับ 170.25 ± 9.22 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 84 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยในเซตที่ 2 เท่ากับ 179.38 ± 9.14 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 89 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และอัตราการเต้นหัวใจในเซตที่ 3 ที่พบในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้หญิงทั้งสองคนพบว่าจากการแข่งขันทั้งหมด 4 การแข่งขัน มีอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเท่ากับ 186.75 ± 4.86 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 92 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด

1.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยทั้ง 4 เซตของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่โดยวิธีของตูกี พบว่า อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยในแต่ละเซตของนักกีฬาคนที่ 2 ($\overline{X}$ = 179.75 ± 8.96 ครั้งต่อนาที) คนที่ 3 ($\overline{X}$ = 179.50 ± 4.93 ครั้งต่อนาที) คนที่ 5 ($\overline{X}$ = 183.25 ± 10.87 ครั้งต่อนาที) คนที่ 7 ($\overline{X}$ = 176.75 ± 6.95 ครั้งต่อนาที) และคนที่ 8 ($\overline{X}$ = 177.75 ± 4.50 ครั้งต่อนาที) แตกต่างกับนักกีฬาคนที่ 6 ($\overline{X}$ = 158.25 ± 9.14 ครั้งต่อนาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเต้นหัวใจระหว่างเซตที่ 1 กับเซตที่ 1 และ เซตที่ 2 กับเซตที่ 2 ของการแข่งขันทั้งสองรอบ ด้วยการทดสอบสถิติที (Paried-Samples t test) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน มีการใช้พลังงานเฉลี่ยในเซตที่ 1 เท่ากับ 115.69 ± 35.94 กิโลแคลอรี่ การใช้พลังงานเฉลี่ยในเซตที่ 2 เท่ากับ 135.44 ± 51.32 กิโลแคลอรี่ รวมการใช้พลังงานทั้ง 2 เซต เท่ากับ 251 กิโลแคลอรี่ และในกรณีที่มีการแข่งขันเซตที่ 3 เกิดขึ้น ก็จะมีการใช้พลังงานที่มากขึ้นไปอีก เช่นในนักกีฬาหญิงทั้งสองคน ที่มีการแข่งขันถึง 3 เซต ทั้ง 4 เกมการแข่งขัน ใช้พลังงานในการแข่งขันเฉลี่ยรวมทั้ง 3 เซตการแข่งขัน เท่ากับ 498 ± 97.2 กิโลแคลอรี่ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการใช้พลังงานระหว่างเซตที่ 1 กับเซตที่ 1 และ เซตที่ 2 กับเซตที่ 2 ของการแข่งครั้งทั้งสองรอบ ด้วยการทดสอบสถิติที (Paried-Samples t test) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชนนั้น มีปริมาณกรดแลคติกขณะอบอุ่นร่างกาย ภายหลังเกมการแข่งขันทันที และ ภายหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5

เฉลี่ยเท่ากับ 2.49 ± 0.48 มิลลิโมล 3.46 ± 1.16 มิลลิโมล และ 3.27 ± 1.05 มิลลิโมล ตามลำดับ และปริมาณกรดแลคติกในเลือด ที่พบในนักกีฬาแบดมินตันหญิงทั้งสองคน ที่ตัดสินผลแพ้ชนะในเซตที่ 3 จากการแข่งขันทั้งหมด 4 การแข่งขัน พบว่า มีปริมาณกรดแลคติกในเลือดภายหลังเกมการแข่งขันทันที และหลังการแข่งขันนาทีที่ 5 เฉลี่ย เท่ากับ 5.1 ± 1.48 มิลลิโมล และ 4.68 ± 1.70 มิลลิโมล ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะอบอุ่นร่างกาย หลังเกมการแข่งขันทันที และหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5 ของนักกีฬาชายทั้ง 8 คน จากการแข่งขันทั้งสองรอบ ด้วยการทดสอบสถิติที (Paried-Samples t test) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชนนั้น มีระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในหนึ่งแต้มเท่ากับ 7.58 ± 1.05 วินาที ระยะเวลาพักในแต่ละแต้มเท่ากับ 12.93 ± 3.71 วินาที จำนวนลูกที่ตีโต้กันในหนึ่งแต้ม 7.25 ± 3.32 ครั้ง ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในแต่ละเซต 338.66 ± 109.39 วินาที (5.64 ± 1.82 นาที) ระยะเวลาพักในแต่ละเซตเท่ากับ 509.61 ± 193.07 วินาที (8.49 ± 3.22 นาที) เวลาในการแข่งขันแต่ละเซตเท่ากับ 838.82 ± 282.88 วินาที (13.98 ± 4.71 นาที) อัตราส่วนอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยต่อระยะเวลาในแต่ละเซตเท่ากับ 1/4 ครั้งต่อนาที/วินาที และระยะเวลาในแต่ละเซตต่อจำนวนแต้มในแต่ละเซตเท่ากับ 48.37 ± 19.44 วินาที/1แต้ม

เมื่อวิเคราะห์ความถี่ และค่าร้อยละในการเคลื่อนที่ไปตีลูกที่ตำแหน่งต่างๆบนสนามแบดมินตัน พบว่ามีการเคลื่อนที่ไปตีลูกที่ตำแหน่งกลางซ้าย 32.60 ± 12.05 ครั้ง คิดเป็น 32.13 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งกลางขวา 27.35 ± 12.33 ครั้ง คิดเป็น 29.69 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งหลังซ้าย 12.40 ± 7.61 ครั้ง คิดเป็น 12.22 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งหลังขวา 11.10 ± 8.43 ครั้ง คิดเป็น 10.94 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งหน้าขวา 9.00 ± 5.15 ครั้ง คิดเป็น 8.87 เปอร์เซ็นต์ และตำแหน่งหน้าซ้าย 9.00 ± 5.93 ครั้ง คิดเป็น 8.87 เปอร์เซ็นต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มุ่งเน้นถึงการศึกษาทางสรีรวิทยาพื้นฐานในเกมการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว โดยทำการศึกษาอัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขัน การใช้พลังงานขณะแข่งขัน ปริมาณกรดแลคติกในเลือดที่เกิดขึ้นภายหลังเกมการแข่งขัน และโครงสร้างของเกมการแข่งขัน ซึ่งข้อมูลทุกอย่างเก็บจากการแข่งขันจริง ในรายการแบดมินตันชิงแชมป์ประเทศไทย (SCG All Thailand Badminton Championships 2010) และรายการ วิคเตอร์ กรุงเทพ-

เชียงใหม่โอเพ่น 2010 (VICTOR BANGKOK–CHIANGMAI BADMINTON TOURNAMENT 2010) โดยจะอภิปรายผลการศึกษาตามหัวข้อต่างๆดังนี้

1. อัตราการเต้นหัวใจและพลังงานขณะแข่งขันของนักกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยว

จากข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขันชี้ให้เห็นว่า ระดับความหนักของเกมการแข่งขัน รูปแบบการเล่นของนักกีฬา และระยะเวลาการแข่งขัน มีผลต่ออัตราการเต้นหัวใจ ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า อัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขันของนักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชนประเภทชายเดี่ยว เซตที่ 1 โดยเฉลี่ยมีค่า 170 ครั้งต่อนาที เซตที่ 2 โดยเฉลี่ยมีค่า 179 ครั้งต่อนาที คิดเป็นร้อยละ 84 และ 89 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของยังชุนคิมและคณะ (Young-Chul Kim et al., 2002) ที่พบว่าอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยขณะแข่งขันแบดมินตันอยู่สูงเกินกว่า 170 ครั้งต่อนาที และสอดคล้องกับ แมนริคและกอนซาเลซ บาดิลโล (Manrique and González-Badillo, 2003) ที่พบว่าอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยขณะแข่งขันแบดมินตัน คือ 173.5 ครั้งต่อนาที และจากข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจของนักกีฬาหญิงทั้งสองคนที่มีการแข่งขันตัดสินในเซตที่ 3 ทั้ง 4 เกมการแข่งขันพบว่าอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ย เท่ากับ 186.80 ± 4.90 ครั้งต่อนาที หรือประมาณ 93 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ดังนั้นในการฝึกซ้อมนักกีฬาแบดมินตันเช่นการฝึกวิ่งคอร์ด วิ่งบนลู่วิ่ง หรือฝึกทักษะแบดมินตันในนักกีฬาระดับเยาวชนควรมีการฝึกให้ได้ระดับความเหนื่อยใกล้เคียงกับความเหนื่อยดังกล่าว และจากการพิจารณากราฟอัตราการเต้นหัวใจขณะแข่งขัน พบว่าในการแข่งขันแบดมินตันในแต่ละเกมการแข่งขันจะมีช่วงที่นักกีฬาได้พักคือช่วงพักที่ 11 แต้ม เป็นเวลา 1 นาที และช่วงพักระหว่างเซตการแข่งขันเป็นเวลา 2 นาที ซึ่งในนักกีฬาหรือบุคคลทั่วไปที่มีสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตดี จะมีช่วงอัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัว (Heart Rate Recovery) ที่สั้นกว่าคนอื่น (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และ สิทธา พงษ์พิบูลย์, 2553) กล่าวคืออัตราการเต้นหัวใจลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ร่างกายมีความพร้อมในการแข่งขันต่อไป และจากการเปรียบเทียบอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยทั้ง 4 เซตการแข่งขันจากการแข่งขันทั้งสองรอบของนักกีฬาแต่ละคน พบนักกีฬาหลายคนมีความแตกต่างกับนักกีฬาคนที่ 6 ($\overline{X}$ = 158.25 ± 9.14 ครั้งต่อนาที) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งนักกีฬาคนที่ 6 เป็นนักแบดมินตันที่มีทักษะสูง มีโปรแกรมการฝึกซ้อมที่ดี และได้เหรียญทองในการแข่งขันแบดมินตันประเภทชายเดี่ยวระดับเยาวชนโอลิมปิค ปี 2010 ที่ประเทศสิงคโปร์ เป็นนักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดี มีทักษะที่ดี และเป็นฝ่ายที่ควบคุมเกมได้มากกว่า ทำให้อัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขันอยู่ในระดับไม่สูงมาก เมื่อเทียบกับนักกีฬาคนอื่นๆ จึงเป็นผลทำให้การใช้พลังงาน ปริมาณกรดแลคติกในเลือดที่เกิดขึ้น ความล้าในเกมการแข่งขัน เกิดขึ้นใน

ปริมาณน้อยกว่า จึงได้เปรียบคู่ต่อสู้ในเกมการแข่งขันซึ่งสอดคล้องกับบอมพา (Bompa, 1999) ที่กล่าวว่า นักกีฬาจะประสบความสำเร็จในเกมการแข่งขันได้นั้น ต้องอาศัยความสามารถในการแสดงออกทางด้านทักษะ และความพร้อมของสมรรถภาพทางกาย และการมีทักษะและสมรรถภาพทางกายที่ดีนั้นจะช่วยให้ไม่สูญเสียพลังงานที่ใช้ในการแข่งขันมากจนเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับสนธยา สีละมาด (2551) ที่กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพลังงานที่ใช้ในการเล่นกีฬาว่าประกอบด้วย ความเข้มข้นของการออกกำลังกาย ระยะเวลาในการออกกำลังกาย อัตราความเร็วของการออกกำลังกาย และทักษะกับประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ

การวิเคราะห์พลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขัน หาได้จากการนำอัตราการเต้นของหัวใจมาประเมินค่าการใช้พลังงานแบบทางอ้อม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโพลาร์โปรเทรนเนอร์ 5 (Polar Protrainer 5) ซึ่งโปรแกรมอาศัยข้อมูลพื้นฐานได้แก่ เพศ น้ำหนักตัว อัตราการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายและระยะเวลาในการออกกำลังกาย (U.S. Department of Health and Human Services, 1996) ซึ่งผลการวิจัยนี้พบว่า การใช้พลังงานขณะแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชนนั้น มีการใช้พลังงานเฉลี่ยในเซตที่ 1 เท่ากับ 116 กิโลแคลอรี่ การใช้พลังงานเฉลี่ยในเซตที่ 2 เท่ากับ 135 กิโลแคลอรี่ ซึ่งหมายความว่าถ้านักกีฬามีการแข่งขัน 2 เซต จะใช้พลังงานรวมเท่ากับ 251 กิโลแคลอรี่ และในกรณีที่มีการแข่งขันเซตที่ 3 เกิดขึ้น ก็จะมีการใช้พลังงานที่มากขึ้นไปอีก เช่นในนักกีฬาหญิงทั้งสองคน ที่มีการแข่งขันถึง 3 เซต ทั้ง 4 เกมการแข่งขัน ใช้พลังงานในการแข่งขันเฉลี่ยรวมทั้ง 3 เซตการแข่งขัน เท่ากับ 497 กิโลแคลอรี่ ซึ่งจากการพิจารณาค่าระดับความหนักที่พบในเกมการแข่งขันแบดมินตันทั้งสองเซต (84%-89% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด) อาจกล่าวได้ว่า ต้นตอหลักของพลังงานคือ คาร์โบไฮเดรต 90% และไขมัน 10% (Rushall and Pyke, 1990. อ้างอิงใน สนธยา สีละมาด, 2551) ดังนั้นผู้ฝึกสอน และนักกีฬาควรจะมีการเตรียมความพร้อมด้านโภชนาการก่อนการแข่งขัน เพื่อให้นักกีฬาเกิดความพร้อมทางด้านร่างกายสูงสุดก่อนการแข่งขัน

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของ อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยระหว่างเซตที่ 1 กับเซตที่ 1 และ เซตที่ 2 กับเซตที่ 2 ของการแข่งขั้นทั้งสองรอบ และการใช้พลังงานระหว่างเซตที่ 1 กับเซตที่ 1 และ เซตที่ 2 กับเซตที่ 2 ของการแข่งขั้นทั้งสองรอบ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สามารถชี้ให้เห็นได้ว่า ระดับความหนักของการแข่งขันในแต่ละเซตไม่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้การใช้พลังงานก็ไม่แตกต่างกันด้วย ผู้ฝึกสอนสามารถนำระดับความหนักและระดับพลังงานที่ใช้ ไปประยุกต์ในโปรแกรมการฝึกซ้อมและเตรียมความพร้อมด้านโภชนาการเพื่อให้สอดคล้องกับเกมการแข่งขันทั้งสองเซตได้

2. ปริมาณกรดแลคติกในเลือดภายหลังเกมการแข่งขันแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว

การเกิดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ เป็นผลจากการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาที่ร่างกายใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และในกรณีที่มีกรดแลคติกในเลือดสูงเกิน 4 มิลลิโมลต่อลิตร การหดตัวของกล้ามเนื้อจะถูกยับยั้ง เนื่องจากโปรตีนในเซลล์กล้ามเนื้อจะไม่สามารถทำงานได้ในสภาวะที่เป็นกรดสูง และ กรดแลคติกก็จะไปปิดกั้นผนังเซลล์ ทำให้เกิดการสะสมของเสีย และไมโตครอนเดรียก็ไม่สามารถสังเคราะห์เอทีพี (ATP) ซึ่งเป็นพลังงานของร่างกายได้ ทำให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้ออย่างทันทีความรู้สึกง่ายๆ คือ อาการปวดเมื่อย (Van Handel, 2000) ซึ่งผลของการเก็บข้อมูลปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะนักกีฬาอบอุ่นร่างกาย ภายหลังการแข่งขันทันที และภายหลังการแข่งขันนาทีที่ 5 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.49 มิลลิโมล 3.46 มิลลิโมล และ 3.27 มิลลิโมลตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณการแข่งขันภายใน 2 เซต ยังไม่พบว่าเกิดกรดแลคติกในเลือดเกิน 4 มิลลิโมล แม้ว่าระดับอัตราการเต้นหัวใจจะอยู่ในช่วง 84 – 89% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ซึ่งเป็นการใช้พลังงานแบบระบบแอโรบิก – แอนแอโรบิก และระบบแอนแอโรบิก เป็นหลัก (Clark et al., 2008) เพราะในกีฬาแบดมินตันนั้นมีช่วงหยุดพักของเกมเกิดขึ้นตลอดเวลา เช่น ระหว่างแต้มต่อแต้ม ช่วงพัก 11 แต้ม พักระหว่างเซตการแข่งขัน การขอเวลานอก จึงส่งผลให้กล้ามเนื้อใช้ออกซิเจนที่เก็บไว้ในกล้ามเนื้อเอง รวมถึงออกซิเจนที่ได้รับจากการหายใจ และการไหลเวียนโลหิตเพียงพอกับความต้องการของกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายยังไม่เกิดความเมื่อยล้า (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536) แต่จากข้อมูลของนักกีฬาแบดมินตันหญิงอีก 2 คน ที่มีการแข่งขันครบ 3 เซตทั้ง 4 เกมการแข่งขัน มีปริมาณกรดแลคติกในเลือดภายหลังเกมการแข่งขันทันที และหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.10 ± 1.48 มิลลิโมล และ 4.68 ± 1.70 มิลลิโมล ซึ่งแสดงว่าในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวถ้ามีการตัดสินในเซตที่ 3 สมรรถภาพร่างกายมีความสำคัญมากเพราะระดับอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยที่สูงเกิน 90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และร่างกายเริ่มมีการสะสมปริมาณกรดแลคติกในเลือดมากเกิน 4 มิลลิโมล ซึ่งเป็นปริมาณที่ร่างกายไม่สามารถขจัดออกไปได้ทัน จะทำให้ร่ายกายเริ่มเกิดอาการเมื่อยล้าส่งผลต่อการแสดงออกซึ่งทักษะที่ดีในเกมการแข่งขัน และจะเห็นได้ว่ากรดแลคติกในเลือดที่พบในนาทีที่ 5 ลดลง เนื่องจากเกิดกระบวนการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ไฮโดรเจนอิออน (H^+) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รวมไปถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ในระหว่างการออกกำลังกาย และถ้าให้นักกีฬามีการออกกำลังกายเบาๆ ร่วมด้วยภายหลังเกมการแข่งขัน จะทำให้การเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือด และกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้เร็วยิ่งขึ้น (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536)ระยะการฟื้นตัวที่มีการออกกำลังกายเบาๆ นี้เรียกว่าการฟื้นตัวโดยการให้ออกกำลัง (Exercise Recovery) ซึ่งจะช่วยให้กล้ามเนื้อ

สามารถฟื้นสภาพจากอาการเมื่อยล้าได้เร็วขึ้น ขณะเดียวกันยังช่วยลดสภาวะที่อาจจะนำไปสู่การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อ โดยความหนักของการออกกำลังกายที่ 35 – 59 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดจะทำให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกจากเลือดได้เร็วที่สุด (American College of Sports and Medicine, 2006) ถ้าร่างกายสามารถขจัดหรือเคลื่อนย้ายกรดออกจากร่างกายได้เร็ว ก็จะส่งผลให้ร่างกายเกิดการฟื้นคืนสภาพสู่ภาวะปกติได้เร็วด้วย ดังที่เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) ได้กล่าวไว้ว่า อาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อมาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจำกัดความเร็วหรือทำให้ความเร็วลดลง กีฬาหลายประเภทส่วนใหญ่เกือบร้อยละ 80 ของพลังงานที่ถูกนำมาใช้ในการเคลื่อนไหวทั้งหมดได้มาจากการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนทั้งสิ้น ดังนั้นนักกีฬาคนใดที่มีสมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนดี จะสามารถทนต่อความเมื่อยล้าได้ดี และสามารถส่งเสริมการเล่นหรือปฏิบัติทักษะต่างๆ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการเปรียบเทียบปริมาณกรดแลคติกในเลือดขณะอบอุ่นร่างกาย ภายหลังเกมการแข่งขันทันที และภายหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5 ระหว่างการแข่งขันทั้งสองรอบ พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สามารถชี้ให้เห็นได้ว่าปริมาณความหนักของการอบอุ่นร่างกาย ขณะทำการแข่งขันและขณะพัก 5 นาทีไม่แตกต่างกัน ผู้ฝึกสอนสามารถนำระดับความหนัก ไปประยุกต์ในโปรแกรมการฝึกซ้อมเพื่อให้สอดคล้องกับเกมการแข่งขันได้ ทำให้นักกีฬาฝึกในระดับความหนักที่เหมาะสม ไม่เกิดอาการของการฝึกที่หนักมากเกินไป (Overtraining)

3. โครงสร้างของเกมการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว และลักษณะการเคลื่อนที่ในเกมการแข่งขันแบดมินตัน

เนื่องจากได้มีการเปลี่ยนกติกาการแข่งขันแบดมินตันจาก ระบบนับคะแนน 15 แต้ม ฝ่ายเสิร์ฟเป็นฝ่ายทำคะแนน มาเป็นระบบคะแนน 21 แต้ม นับคะแนนแบบต่อเนื่อง ทำให้โครงสร้างของเกมการแข่งขันเปลี่ยนไป ผู้วิจัยจึงทำการอัดวิดีโอเทปบันทึกการแข่งขัน ทั้งหมด 40 เซต แล้วนำมาวิเคราะห์โครงสร้างของเกมการแข่งขัน พบว่า มีระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในหนึ่งแต้มเท่ากับ 7.58 วินาที ระยะเวลาพักในแต่ละแต้มเท่ากับ 12.93 วินาที จำนวนลูกที่ตีโต้กันในหนึ่งแต้ม 7.25 ครั้ง ระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในแต่ละเซต 338.66 วินาที (5.64 นาที) ระยะเวลาพักในแต่ละเซตเท่ากับ 509.61 วินาที (8.49 นาที) เวลาในการแข่งขันแต่ละเซตเท่ากับ 838.82 วินาที (13.98 นาที) อัตราส่วนอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยต่อระยะเวลาในแต่ละเซต

เท่ากับ 1/4 (อัตราการเต้นหัวใจเพิ่มขึ้น 1 ครั้งต่อนาทีภายในระยะเวลา 4 วินาที) ระยะเวลาในแต่ละเซตต่อจำนวนแต้มในแต่ละเซตเท่ากับ 48.37 วินาที (แต้มแต่ละแต้มจะเกิดขึ้นใช้เวลา 48.37 วินาที) ซึ่งสอดคล้องกับระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในหนึ่งแต้ม และระยะเวลาพักในแต่ละแต้มของแมนริคและกอนซาเลซ บาดิลโล (Manrique and González-Badillo, 2003) ที่พบว่าในกติกาแบบ 15 แต้ม มีระยะเวลาที่เคลื่อนไหวในเกมการแข่งขันในหนึ่งแต้มเท่ากับ 6.4 วินาที และ ระยะเวลาพักในแต่ละแต้มเท่ากับ 12 วินาที แต่ไม่สอดคล้องในเรื่องของระยะเวลาในการแข่งขันแต่ละเซต ซึ่งแมนริคและกอนซาเลซ บาดิลโล พบว่ามีระยะเวลาในการแข่งขันแต่ละเซตเท่ากับ 28 นาที ซึ่งมากกว่ากติกาแบบใหม่มาก และจะเห็นได้ว่าในเกมการแข่งขันแบดมินตันในปัจจุบัน มีการตีลูกเฉลี่ย 7 ครั้ง ต่อ 1 แต้ม ซึ่งเป็นจำนวนที่น้อยมาก ดังนั้นผู้เล่นต้องมีทักษะที่ดี มีความคล่องแคล่วว่องไว มีสมาธิอยู่กับเกมตลอดเวลา และการเคลื่อนที่ในเกมการแข่งขันเป็นลักษณะแบบไม่ต่อเนื่อง มีการเคลื่อนที่เฉลี่ยใน 1 แต้ม เท่ากับ 7.58 วินาที และมีระยะเวลาพักในแต่ละแต้มเท่ากับ 12.93 วินาที นักกีฬาจะมีช่วงระยะเวลาพักมากกว่าระยะเวลาที่มีการเคลื่อนที่ในแต่ละแต้ม ดังนั้นอัตราการเต้นหัวใจขณะฟื้นตัวจึงมีความสำคัญมาก ในการทำให้นักกีฬาพร้อมสำหรับการแข่งขันในแต้มต่อไป

ในกีฬาแบดมินตันผู้เล่นจะต้องเคลื่อนที่ไปรับลูกที่ตำแหน่งต่างๆบนสนามโดยมีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ไปที่ตำแหน่งต่างๆ ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับแผนการเล่น และรูปแบบการเล่นของคู่แข่งขันฝ่ายตรงข้าม ซึ่งจากวิดีโอที่บันทึกการแข่งขันของนักกีฬาทั้ง 10 คน จำนวน 20 เซต ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์การเคลื่อนที่ไปรับลูกที่ตำแหน่งต่างๆบนสนามแบดมินตัน เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของการเคลื่อนที่ไปที่ตำแหน่งต่างๆ พบว่า นักกีฬาได้มีการเคลื่อนที่ไปรับลูกที่ตำแหน่งกลางซ้าย 32.60 ครั้ง คิดเป็น 32.13 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งกลางขวา 27.35 ครั้ง คิดเป็น 29.69 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งหลังซ้าย 12.00 ครั้ง คิดเป็น 12.22 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งหลังขวา 11.10 ครั้ง คิดเป็น 10.94 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งหน้าซ้ายและหน้าขวา 9.00 ครั้ง คิดเป็น 8.87 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าผู้เล่นส่วนใหญ่จะตีลูกไปที่ตำแหน่งด้านซ้ายมากกว่าด้านขวาของสนาม เพราะส่วนใหญ่ผู้เล่นจะถนัดมือขวา ส่วนใหญ่ด้านซ้ายจึงเป็นการตีลูกด้วยหลังมือ (Backhand) ซึ่งมีลักษณะการตีที่ยากกว่า ทำให้ผู้เล่นฝ่ายที่ตีลูกออกไปได้เปรียบ และจากข้อมูลจะพบว่าความถี่ของลูกจะตกลงบริเวณส่วนกลางของสนามมากกว่าส่วนหลังของสนาม และมากกว่าส่วนหน้าของสนามตามลำดับ เพราะส่วนกลางของสนามนั้นเป็นส่วนที่มีพื้นที่กว้าง ความเสี่ยงในการทำลูกออกนอกสนามมีน้อยกว่า ผู้เล่นส่วนใหญ่จึงมักตีลูกไปที่ตำแหน่งนั้น จากข้อมูลในเรื่องโครงสร้างของเกม

การแข่งขันและเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ไปรับลูกที่ตำแหน่งต่างๆ บนสนามมีประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอนในการออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมให้เหมาะสมกับรูปแบบการแข่งขันในกติกาปัจจุบัน

จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวระดับเยาวชนระบบนับคะแนนแบบต่อเนื่อง (Rally Point) มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจ การใช้พลังงาน และปริมาณกรดแลคติกในเลือดไม่แตกต่างกันในแต่ละเกมการแข่งขัน และพบว่ามีโครงสร้างของเกมการแข่งขันที่เปลี่ยนไปจากกติกาแบบเก่า ผู้ฝึกสอนสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวมาประยุกต์เข้ากับโปรแกรมการฝึกซ้อมและการวางแผนทางด้านโภชนาการเพื่อให้เหมาะสมกับการแข่งขันแบดมินตันในปัจจุบันต่อไป

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1. ระดับความหนักในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวนั้นอยู่ในระดับปานกลางถึงหนัก ทำให้พลังงานที่ใช้เป็นแบบระบบแอโรบิก – แอนแอโรบิก และระบบแอนแอโรบิก เป็นหลัก จึงนำไปใช้ในการวางแผนด้านโภชนาการเพื่อให้ได้พลังงานตรงตามที่ใช้ และช่วยในการฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็วหลังการแข่งขัน และลดภาวะการฝึกหนักเกิน

2. อัตราการเต้นหัวใจ การใช้พลังงานในการแข่งขันและปริมาณกรดแลคติกในเลือดที่เกิดขึ้นระหว่างเซตที่ 1 ของทั้งสองแข่งขัน และเซตที่ 2 ของทั้งสองการแข่งขันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้สามารถวางแผนการฝึกซ้อมให้สอดคล้องกับความหนักในแต่ละเซตได้ โดยให้ความหนักในการฝึกซ้อมอย่างน้อยต้องไม่น้อยกว่าความหนักเฉลี่ยในการแข่งขัน

3. ควรมีโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาการฟื้นตัวของอัตราการเต้นหัวใจซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการแข่งขันแบดมินตัน เช่นการฝึกประเภท หนัก สลับเบา (Interval Training) โดย ให้นักกีฬาฝึกวิ่งสปีดและวิ่งช้าๆ สลับกัน โดยอาศัยจุดเริ่มล้าและความสามารถในการฟื้นตัว เป็นตัวกำหนดช่วงหนักกับช่วงเบา

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาในระดับนักกีฬาทีมชาติชายและหญิง อายุเกิน 20 ปี ขึ้นไป และเพิ่มปริมาณกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

2. ควรศึกษาวิเคราะห์ค่าจุดเริ่มล้า หรือ แอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic Threshold) และอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดของนักกีฬาแต่ละคนด้วยวิธีการทดสอบแบบคอนโคนี (Conconi Test) หรือวิเคราะห์ด้วยก๊าซ (Gas Analysis) รวมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นหัวใจกับความเข้มข้นของกรดแลคติก (Heart Rate – Lactate Curve) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจและกรดแลคติกที่ได้หลังเกมการแข่งขัน จะทำให้ทราบเปอร์เซ็นต์ของระบบ

พลังงานที่ใช้ขณะแข่งขันว่าเป็นระบบแอโรบิก แอนแอโรบิก-แอโรบิก หรือ แอนแอโรบิก ได้อย่างแม่นตรง

3. ควรมีการวิเคราะห์วิดีโอการแข่งขันเชื่อมต่อกับข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจ จะทำให้ทราบว่าคะแนนที่เสียในแต่ละคะแนนเกิดจากสมรรถภาพทางกายหรือทักษะการเล่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัญจน์ จันทร์ศรีสุคต. ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังความอดทนที่มีต่อพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพอนากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันชาย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550

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

เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ และบุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์. พลังงานสำรองที่นักฟุตบอลต้องมี. สารวิทยาศาสตร์การกีฬา 5, 49 (พฤษภาคม 2547) : 4-6.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ธรรมกมล การพิมพ์, 2536.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงฉลาด . ปทานุกรมศัพท์กีฬาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การกีฬา :กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และ สิทธา พงษ์พิบูลย์. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

ถนอมศักดิ์ เสนาคำ. การใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

นภพร ทัศนัยนา. วิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับแบดมินตัน. วารสารผู้ฝึกสอนแบดมินตัน 10 (กุมภาพันธ์ 2544) : 25-27

นิโลบล เนื่องต้น, นันทา ติตถะสิริ, ดารณี ชุมชนศิริวัฒน์ และพิบูลย์ มูลติชัย. ปริมาณกรดแลคเตทในเลือดคนปกติ. สารศิริราช 10,1 (2519) :1615 – 1624.

ทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์. การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย. วิทยานิพน์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

ประดิษฐ์ มีสุข. ชีวเคมีประยุกต์ด้านสุขภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภารกิจเอกสารและตำรากลุ่มงานส่งเสริมการศึกษา: มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2546.

ปรียาภรณ์ กุลศิริรัตน์. การใช้พลังงานของนักกีฬาเนตบอล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.

ผกาวลี ลีวีรพันธ์. การกระตุ้นผ่านระบบประสาทรับความรู้สึก. เอกสารประกอบการเรียนวิชาพละศึกษา 3. คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต. ปทุมธานี, 2537.

ฝ่ายเทคนิคการแข่งขัน สมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. ปฏิทินการแข่งขัน. [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา http://www.badmintonthai.or.th/technical/calendar.php?lang=th [2553, มิถุนายน 9]

ฝ่ายเทคนิคการแข่งขัน สมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. คู่มือกฎระเบียบสมาคม, 2550.

สนธยา สีละมาด. หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. โภชนาศาสตร์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.

อำพร ศรียาภัย. ผลของการพักการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการซาวน่าที่มีต่อระดับกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นหัวใจ ภายหลังการออกกำลังกาย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544.

ภาษาอังกฤษ

American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 7 th ed. Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkin, 2006.

Astrand, P. O., and Rodahl, K. Applied work physilogy. 3rd ed. New York: McGraw Hill, 1987.

Bompa, T. O. Periodization training for sports. Champaign, IL. Human: Kinetics, 1999.

Bouhlel, E., Jouini, A., Gmada, N., Nefzi, A., Abdallah, k., and Tabka, Z. Heart rate and blood lactate responses during Taekwondo training and competition. Science & Sports 21 (2006): 285 – 290.

Carolyn, K., and Lynn, A.C. Therapeutic exercise: Foundations and techinques. 2nd ed. F.A. Davis Company, Singapore, 1991.

Chin, M.K., Wong, A.S., So, R.C., Siu, O.T., Steininger, K., and Lo, D.T. Sport specific fitness testing of elite badminton. Br. J. Sports Med 29 (1995):153-157.

Clark, M.A., Scott, C. L., and Rodney, J.C. Optimum performance training for the health and fitness professional: Cardiorespiratory training methodologies, 184-185. USA : Donnelley & Sons & Wilkins, 2008.

Covey, R.B. The effects of training at various heart rate Intensities on cardiorespiratory fitness. Dissertation Abstracts International. 43 (September 1972) : 1006 – A.

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

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

Edmund, R.B. Precision heart rate training. Human Kinetics Publishers,Inc.,1998.

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

Foss, M.L., and Keteyian, S.J. Fox's Physiological basis for exercise and sport. 6th ed. New York : McGraw Hill, 1998.

Ghosh, A. K., Goswami, A.,and Ahuja, A. Heart rate and blood lactate response in amateur competitive boxing. Indian J Med Sci 102 (1995) :179 -183.

Groppel, J.L.,and Roetert, E.P. Applied physiology of tennis. Sports Med 14,4 (1992): 260 – 268.

Gullstand, L., Sjudin, B.,and Svedenhag, J. Blood sampling during continuous running and 30-second intervals on treadmill. Scand J Med Sci Sports 4 (1994): 242-293.

Hermansen, L. Lactate production during exercise in muscular during exercise. New York : Ed Bengt Pernow and Bengt Saltin, 1971.

Hiilloskorpi, H., et al. Factors affecting the relation between heart rate and energy expenditure. International congress of movement and sport in the life-cycle of woman, Lahti, Finland. Book of Abstracts, nr 31, 1997.

Hiilloskorpi, H., et al. Validation of gender spesific equations for predicting energy expenditure during exercise. Med Sci Sports Exerc 30,5 (1998): 330.

Hoeger, W.W.K. Lifetime physical fitness and wellness. 2nd ed. Colorado:Morton Puplishing, 1989.

Jack, H., and David, L. Physiology of sport and exercise. 2nd ed. IL : Human kinetics Publishers, 2000.

Karvonen, J.,and Vourimaa, T. Heart Rate and Exercise Intensity During Sports Activity. Sports Med 5 (1988): 303-12.

Keins, B. Effect of Endurance Training on Fatty Acid Metabolism: Local Adaptation. Med Sci Sports Exerc 29(1997): 640-645.

Kim, Y.C., Sung, H.K.,and Gu, H.M . Heart rate responses during badminton Singles Matches . J Appl Sports Sci 1,14 (2002): 88-101.

Kroner, K., et al. Badminton injuries. Br J Sports Med 24 (1990):169-172.

MacDougall, J.D., Wenger, H.A., and Green, H.J. Physiological testing of the high-performance athlete. Champaign, Illinios: Human Kinetics, 1991.

Majumdar, P., Khanna, G.L., Malik, V., Sachdeva, S., Arif, M.,and Mandal, M. Physiological analysis to quantify training load in badminton. Br J Sports Med 31 (1997): 342-345.

Manrique, D.C.,and Badillo, JJ.G. Analysis of the characteristics of competitive badminton players. Br J Sports Med 37(2003): 62-66.

McArdle, W.D., Katch, F.I., and Katch, V.L. Exercise physiology, energy, nutrition, and human performance. 6th ed. Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkin. 2007.

Murase, Y., Kamei, S., and Hoshikawa T. Heart rate and metabolic responses to participation in golf. J Sports Med Phys Fitness 29 (1989) 269-272.

Phillips, S.M., et al. Adaptations in fat and carbohydrate turnover and oxidation following training. Med Sci Sports Exerc 5, 28(1996): Supplement abstract6.

Reilly, T., et al. Physiology of sports. London: E. & F.N. Spon, 1990.

Semin, K., Stahlnecker, A.C., Heelan, K., Brown, G.A., Shaw, B.S.,and Shaw, I. Discrepancy between training, competition and laboratory measures of maximum heart rate in NCAA division 2 distance runners. J Sports Sci and Med 7 (2008): 455-460.

Sherman, W.M., and Lamb, D. R. Proceeding of the Conference on Nutritional Ergogenic Aids. Sports Nutrition, 5. Supplement, 1995.

Sherry, T. Z. How to use the american college of sports medicine metabolic equations. New York: PRC Publishing, 1990.

The Badminton World Federation. (2011). Ranking, Retrieved January 9, 2011, from http://www.bwfbadminton.org/

Todd, M.K.,and Mahoney, C.A. Determination of pre-season physiologicalcharacteristics of elite male squash players. In: T. Reilly; M. Hughes and A. Lees (2nd ed.), Science and Racket Sports. London: E and FN Spon. 1995.

Troup, J.P. Lactate testing and uses in swimming. Colorado:Colorado Springs, 1990.

U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity and health . A Report of the Surgeon General. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996, p. 147.

Van Handel, P. J. Lactate and heart rates (online). (n.d.). Availabele from: http://www.lactate.com/lacta.html (2000, February 25).

Wrigley, T.,and Strauss, G. Strength assessment by isokinetic dynamometry. In:C. Gore, 2nd ed. Physiological Tests for Elite Athletes. Australian sports commission. (155-199). Champaign, Illinios: Human kinetics, 2000.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
(ใบรับรองโครงการวิจัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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. 104/2553

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 081.1/53 : การวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจและกรดแลคติกในเลือดระหว่างการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน

ผู้วิจัยหลัก : นายณธร พงษ์วิชชุลดา

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

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

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

วันที่รับรอง : 20 ตุลาคม 2553 **วันหมดอายุ** : 19 ตุลาคม 2554

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 081.1/53
วันที่รับรอง 20 ต.ค. 2553
วันหมดอายุ 19 ต.ค. 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*

ภาคผนวก ข

(หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวัจัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AF 05-09

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

(Informed Consent Form)

ทำที่ .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ.....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจและกรดแลคติกในเลือดระหว่างการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจและกรดแลคติกในเลือดระหว่างการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน

เลขที่โครงการวิจัย 081.1/53
วันที่รับรอง 20 ต.ค. 2553
วันหมดอายุ 19 ต.ค. 2554
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1

ชื่อผู้วิจัย นายณธร พงษ์วิชชุลดา

ที่อยู่ที่ติดต่อ 6 ถ.พระศักดิ์ ต.ปากน้ำ อ.เมืองฯ จ.สมุทรปราการ 10270

โทรศัพท์ 086-5199553

ข้าพเจ้า**ได้รับทราบจาก**รายละเอียดเกี่ยวกับที่มา และวัตถุประสงค์ในการทำวิจัยรายละเอียดขั้นตอนต่างๆที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด **และได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัย**จนเข้าใจเป็นอย่างดี**แล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการใส่อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจ และทำการเจาะเลือดในการแข่งขัน SCG All Thailand Badminton Championships 2010 ใน 2 รอบแรกของการแข่งขัน โดยทำการใส่อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจขณะทำการแข่งขันในแต่ละเกมส์ และ*ทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้ว 1 หยด เพื่อวัดประมาณกรดแลคติกเป็นจำนวน 3 ครั้ง ต่อเกมส์การแข่งขัน ได้แก่ ก่อนการแข่งขัน (ขณะนักกีฬาอบอุ่นร่างกายก่อนแข่งขัน 1วัน) และหลังเกมการแข่งขัน นาทีที่ 1 และ 5 และจะทำลายเลือดทิ้งภายหลังเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลวิจัย*

ข้าพเจ้ามีสิทธิ**ถอนตัว**ออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น *และไม่มีผลต่อการแข่งขัน*

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะ**เก็บรักษาเป็นความลับ** โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.thข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการศึกษาวิจัยครั้งนี้ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้แล้วข้างต้น

AF 05-09

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....
(นายณธร พงษ์วิชชุลดา)
ผู้วิจัยหลัก

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

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้ปกครอง

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

เลขที่โครงการวิจัย 081.1/53
วันที่รับรอง 20 ต.ค. 2553
วันหมดอายุ 19 ต.ค. 2554

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
(ข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AF 04-09

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Patient/ Participant Information Sheet)

ชื่อโครงการวิจัย การวิเคราะห์อัตราการเต้นหัวใจและกรดแลคติกในเลือดระหว่างการแข่งขันแบดมินตัน ประเภทเดี่ยวของนักกีฬาระดับเยาวชน

ชื่อผู้วิจัย นายณธร พงษ์วิชชุลดา

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาตราจารย์ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 086-5199553 E-mail : nathorn_polar@hotmail.com

(1). ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

(2) วัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อศึกษาอัตราการเต้นหัวใจ กรดแลคติก พลังงานที่ใช้และโครงสร้างในเกมส์การแข่งขันกีฬาแบดมินตันประเภทเดี่ยว

(3) ลักษณะของประชากรตัวอย่าง เป็นนักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชน อายุระหว่าง 17-20 ปีจำนวน 10 คน เป็นเพศชาย 8 คน เพศหญิง 2 คน จากสโมสรเอสซีจี บ้านทองหยอด เคซี สำโรง ทีไทยแลนด์ ภคภัทร์ เอ็มซีพี และบางโพ ที่ฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและ พัฒนาความเป็นเลิศ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ซึ่งนักกีฬาทุกคนมีความคุ้นเคยกับการใช้อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจโพลาร์ทีมในการฝึกซ้อมมาก่อน

(4) กระบวนการวิจัยนี้ นายณธร พงษ์วิชชุลดาจะเป็นผู้ดำเนินการวิจัย โดยจะทำการใส่อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจให้นักกีฬาขณะทำการแข่งขันรายการ SCG All Thailand Badminton Championships 2010 ในเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2553 โดยจะทำการใส่อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจให้นักกีฬาในสองรอบแรกของการแข่งขัน และจะทำการเจาะเลือดที่ปลายนิ้ว ปริมาณ 1 หยด ในแขนข้างที่ไม่ถนัด เพื่อหาปริมาณกรดแลคติกโดยจะทำการเจาะขณะอบอุ่นร่างกาย หลังเกมส์การแข่งขันทันที และหลังเกมส์การแข่งขันนาทีที่ 5 โดยมีพยาบาลวิชาชีพเป็นผู้ดำเนินการเจาะเลือด

(5) ความไม่สะดวกหรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นแก่นักกีฬาแบดมินตันไม่มีหรือมีน้อยมาก เนื่องจากนักกีฬาทุกคนมีความคุ้นเคยกับการใช้อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจในการฝึกซ้อมมาแล้วอย่างสม่ำเสมอ

(6) นักกีฬาแบดมินตันของที่เข้าร่วมวิจัย หากมีข้อสงสัยสามารถสอบถาม เพิ่มเติมได้ โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

(7) ผู้วิจัยจะมีการชี้แจงให้ผู้ฝึกสอนตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายได้ทราบถึงข้อมูลของการวิจัย พร้อมทั้งปรึกษาและประสานงานกับผู้ฝึกสอนเพื่อนำข้อมูลมาใช้ร่วมกับโปรแกรมการฝึกปกติต่อไป เพื่อพัฒนาสมรรถภาพที่เฉพาะเจาะจงของนักกีฬา

(8) ทางผู้วิจัยจะจ่ายค่าพาหนะให้ผู้มีส่วมในการวิจัยครั้งละ 500 บาท จำนวน 2 ครั้ง (2 การแข่งขัน)

(9) หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน 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

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

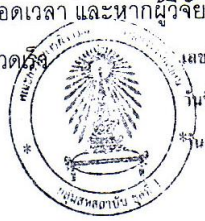
ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างพร้อมแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัย และชี้แจงให้ทราบว่าการตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้จะไม่มีผลต่อกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอในภาพรวม ผู้ปกครองของกลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างออกจากการศึกษาวิจัยได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใด ๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่มีผลอย่างใดต่อกลุ่มตัวอย่างและครอบครัว และเมื่อผู้ปกครองของกลุ่มตัวอย่างยินยอมให้กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้ผู้ปกครองของกลุ่มตัวอย่างเซ็นลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมวิจัย

ความเสี่ยงและผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น

ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เคยใช้อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจขณะฝึกซ้อมมาแล้วอย่างสม่ำเสมอ และในการแข่งขันจริงที่จะเกิดขึ้นผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูล 2 รอบแรกของการแข่งขันเพื่อลดปัจจัยที่จะเกิดผลต่อการ แพ้ชนะ ในรอบการแข่งขันที่มีความกดดันสูงๆ

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลอื่นๆ ที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวบุตรของท่านจะได้รับการปกปิด *และวีดีโอที่มีการบันทึกวีดีโอการแข่งขันภายหลังเสร็จสิ้นงานวิจัยจะถูกทำลายทิ้ง* ยกเว้นว่าได้รับคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลบุตรของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว



ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

นายณธร พงษ์วิชชุลดา

ภาคผนวก ง
(สถานที่ทำการเก็บข้อมูล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>สถานที่ทำการเก็บข้อมูล</u>

สถานที่ทำการเก็บข้อมูลการแข่งขัน รายการแข่งขัน SCG แบดมินตัน ชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย 2553 (SCG ALL THAILAND Badminton Championships 2010) และรายการแข่งขัน วิคเตอร์ กรุงเทพ- เชียงใหม่โอเพ่น 2010 (VICTOR BANGKOK–CHIANGMAI BADMINTON TOURNAMENT 2010) ได้แก่ MCC Hall เดอะมอลล์ งามวงศ์วาน และ สนามกีฬาไทยญี่ปุ่นดินแดง

รูปที่ 1 MCC Hall เดอะมอลล์ งามวงศ์วาน

รูปที่ 2 สนามกีฬาไทยญี่ปุ่นดินแดง

ภาคผนวก จ
(เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย</u>

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. **การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ** การวัดอัตราการเต้นของหัวใจในขณะแข่งขันใช้อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจยี่ห้อ โพลาร์ รุ่น ทีม (Polar Team) โดยจะคาดอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจไว้ที่ใต้ราวนมในขณะแข่งขัน เครื่องจะบันทึกอัตราการเต้นหัวใจ ทุกๆ 5 วินาที โดยจะต้องทำการวัดตั้งแต่เริ่มต้น จนจบเกมการแข่งขัน

รูปที่ 3 อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจโพลาร์ทีม

รูปที่ 4 คาดอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจไว้ใต้ราวนม

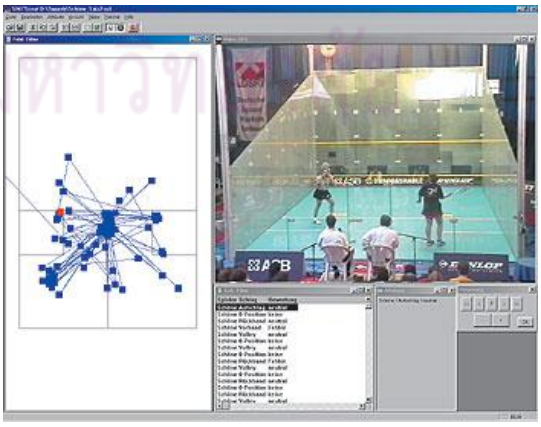
2. **การวัดกรดแลคติกในเลือด** การวัดกรดแลคติกในเลือด ใช้อุปกรณ์วัดกรดแลคติกในเลือดยี่ห้อแอคคูเทรน พลัส “Accutrend Plus” โดยทำการเจาะที่ปลายนิ้ว ขณะอบอุ่นร่างกาย ภายหลังเกมการแข่งขันทันที และภายหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5

รูปที่ 5 อุปกรณ์วัดกรดแลคติก แอคคูเทรน พลัส

รูปที่ 6 เจาะเลือดปลายนิ้ว วัดปริมาณกรดแลคติก

3. **การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในเกมการแข่งขัน** การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในเกมการแข่งขัน ใช้โปรแกรม SIMI Scout จากประเทศเยอรมันนี ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ไปเล่นลูกที่ตำแหน่งต่างๆบนสนาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7 โปรแกรม SIMI

ภาคผนวก ฉ
(กติกาการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยวและขนาดสนามแบดมินตัน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กติการการแข่งขันแบดมินตันประเภทเดี่ยว (สมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทย , 2550)

ระบบนับคะแนน 11 และ 15 แต้ม (ก่อน พ.ศ. 2549)

1. แมทช์หนึ่งต้องชนะให้ได้มากที่สุดใน 3 เกม เว้นแต่จะได้กำหนดเป็นอย่างอื่น

2. ในประเภทชายคู่และประเภทชายเดี่ยว ฝ่ายที่ได้ 15 คะแนนก่อนเป็นฝ่ายชนะในเกมนั้น ยกเว้นตามที่ได้กำหนดไว้ในกติกาข้อ 5

3. ในประเภทหญิงเดี่ยว หญิงคู่ คู่ผสม ฝ่ายที่ได้ 11 คะแนนก่อนเป็นฝ่ายชนะในเกมนั้น ยกเว้นตามที่ได้กำหนดไว้ในกติกาข้อ 5

4. ฝ่ายส่งลูกเท่านั้น เป็นฝ่ายได้คะแนน

5. ถ้าได้ 14 คะแนนเท่ากัน (10 คะแนนเท่ากันในประเภทหญิงเดี่ยว หญิงคู่ คู่ผสม) ฝ่ายที่ได้ 14 (10) คะแนนก่อน มีสิทธิ์เลือก ว่าต่อเกมนั้นถึง15 (11)คะแนน กล่าวคือ “ไม่เล่นต่อ” ในเกมนั้น หรือ “เล่นต่อ” เกมนั้นถึง 17 (13) คะแนน

6. ฝ่ายชนะ เป็นฝ่ายส่งลูกก่อนในเกมต่อไป

ระบบนับคะแนน 21 แต้ม (Rally Point 21 x 3) (สหพันธ์แบดมินตันนานาชาติประกาศให้มีผลบังคับใช้วันที่ 1 สิงหาคม 2545)

1. แมทช์หนึ่งต้องชนะให้ได้มากที่สุดใน 3 เกม เว้นแต่จะได้กำหนดเป็นอย่างอื่น

2. ฝ่ายที่ได้ 21 คะแนน ก่อนเป็นฝ่ายชนะ ยกเว้นตามที่ได้กำหนดในกติกาข้อ 4 และ 5

3. ฝ่ายที่ชนะการตีโต้จะได้ 1 คะแนน ฝ่ายที่ชนะการตีโต้ จะชนะได้ก็ต่อเมื่ออีกฝ่ายหนึ่งทำ “เสีย” หรือลูกไม่อยู่ในการเล่นเนื่องจากลูกตกลงพื้นสนามของอีกฝ่ายหนึ่ง

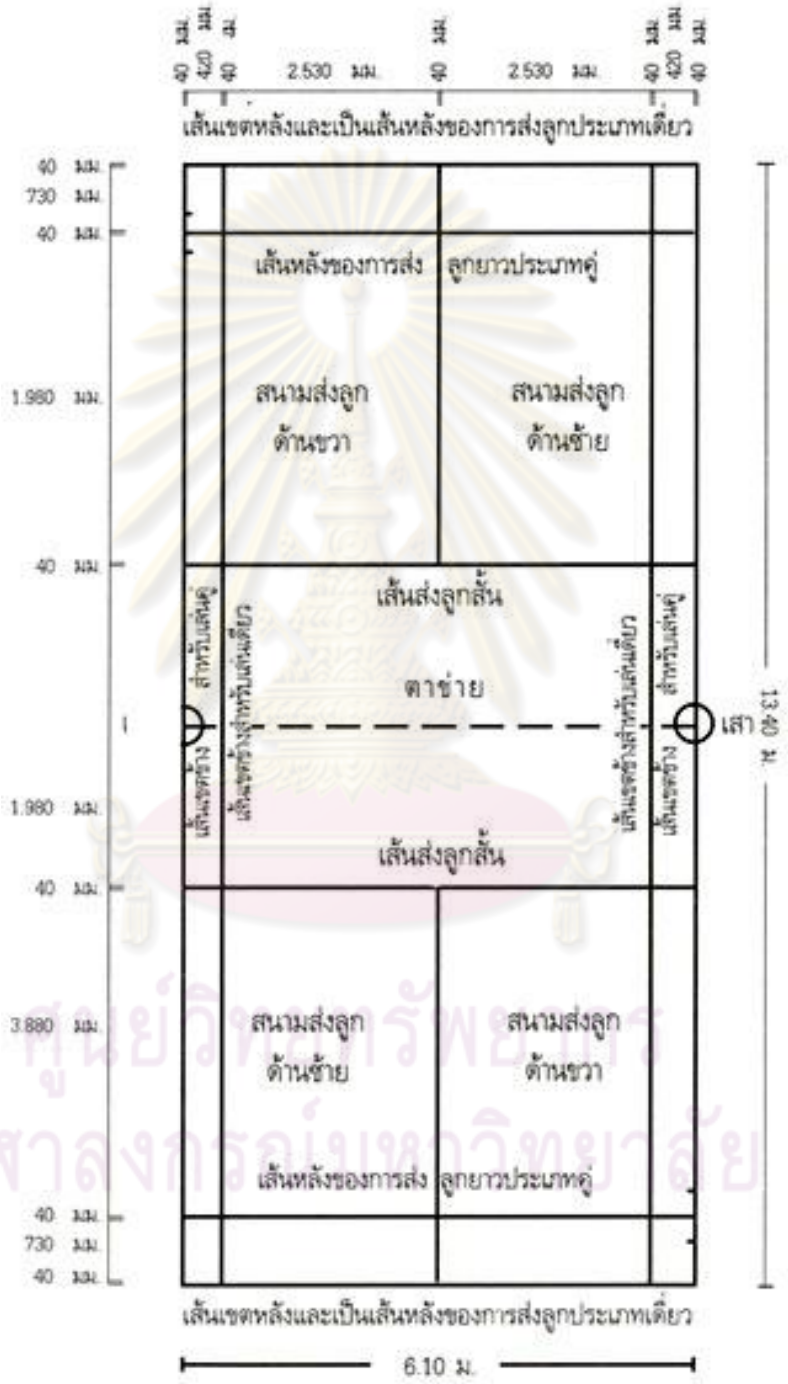
4. ถ้ามีคะแนน 20 เท่ากัน ฝ่ายชนะต้องมีคะแนนนำ 2 คะแนน

5. ถ้ามีคะแนน 29 เท่ากัน ฝ่ายที่ได้ 30 คะแนนก่อน เป็นฝ่ายชนะ

6. ฝ่ายชนะ เป็นฝ่ายได้ส่งในเกมต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขนาดสนามแบดมินตัน (สมาคมแบดมินตันแห่งประเทศไทย , 2550)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

(สายการแข่งขันรายการชิงแชมป์ประเทศไทย 2010

และ

วิคเตอร์ กรุงเทพ-เชียงใหม่โอเพ่น 2010)

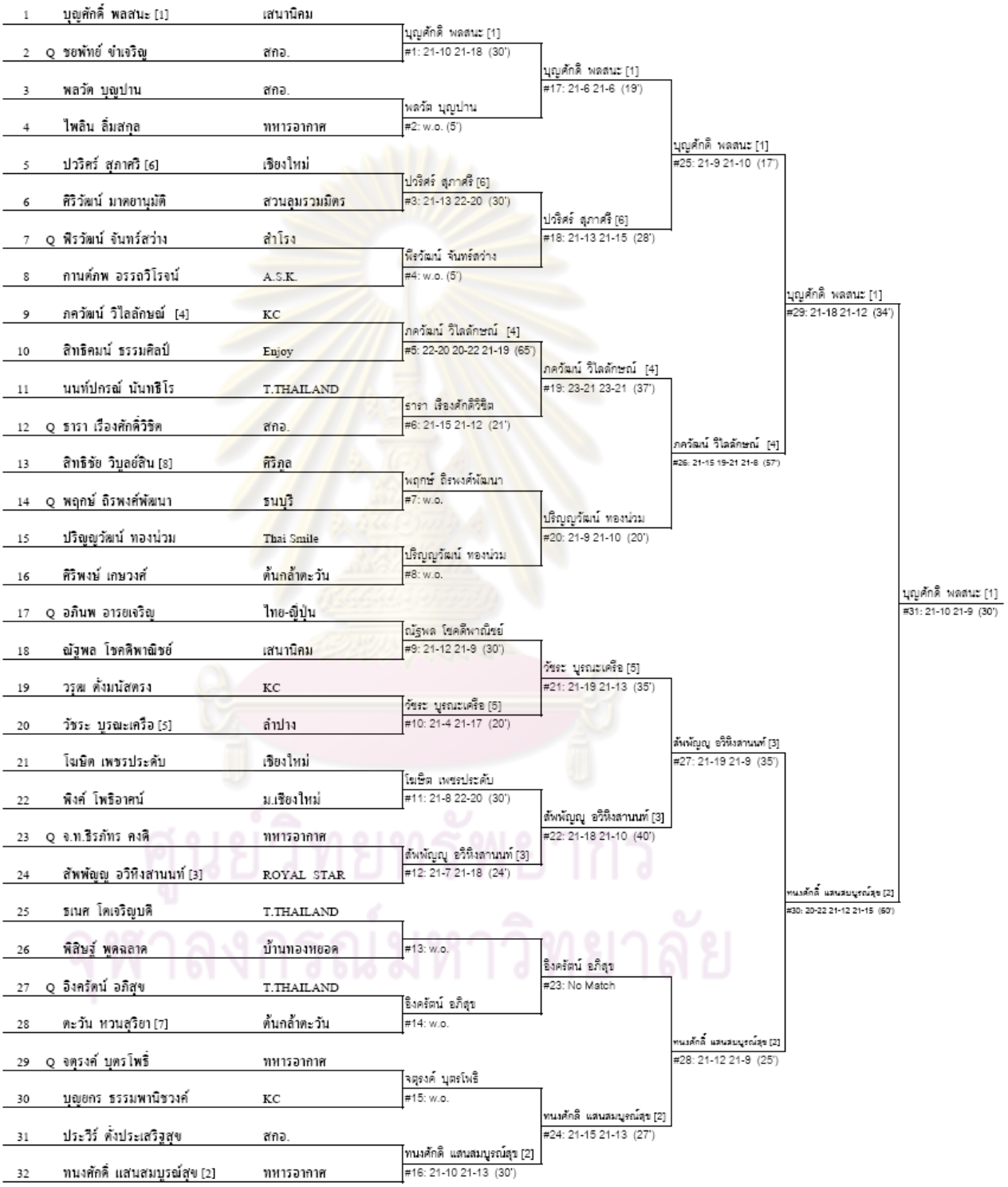
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SCG ALL THAILAND Badminton Championships 2010

การแข่งขันSCG แบดมินตันชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย 2553

ระหว่างวันที่ 19 - 24 ตุลาคม 2553

ประเภท ชายเดี่ยว



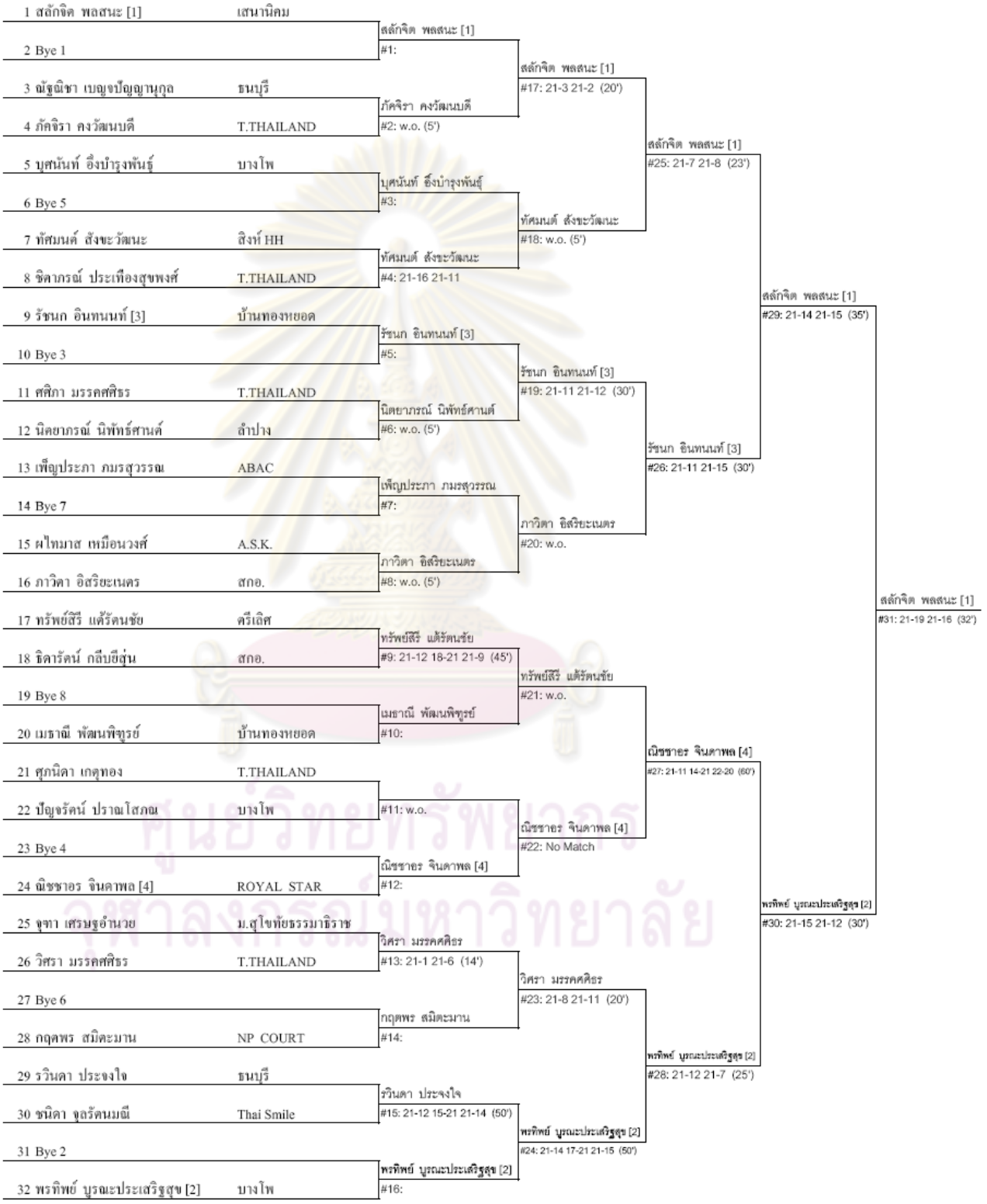
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SCG ALL THAILAND Badminton Championships 2010

การแข่งขันSCG แบดมินตันชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย 2553

ระหว่างวันที่ 19 - 24 ตุลาคม 2553

ประเภท หญิงเดี่ยว

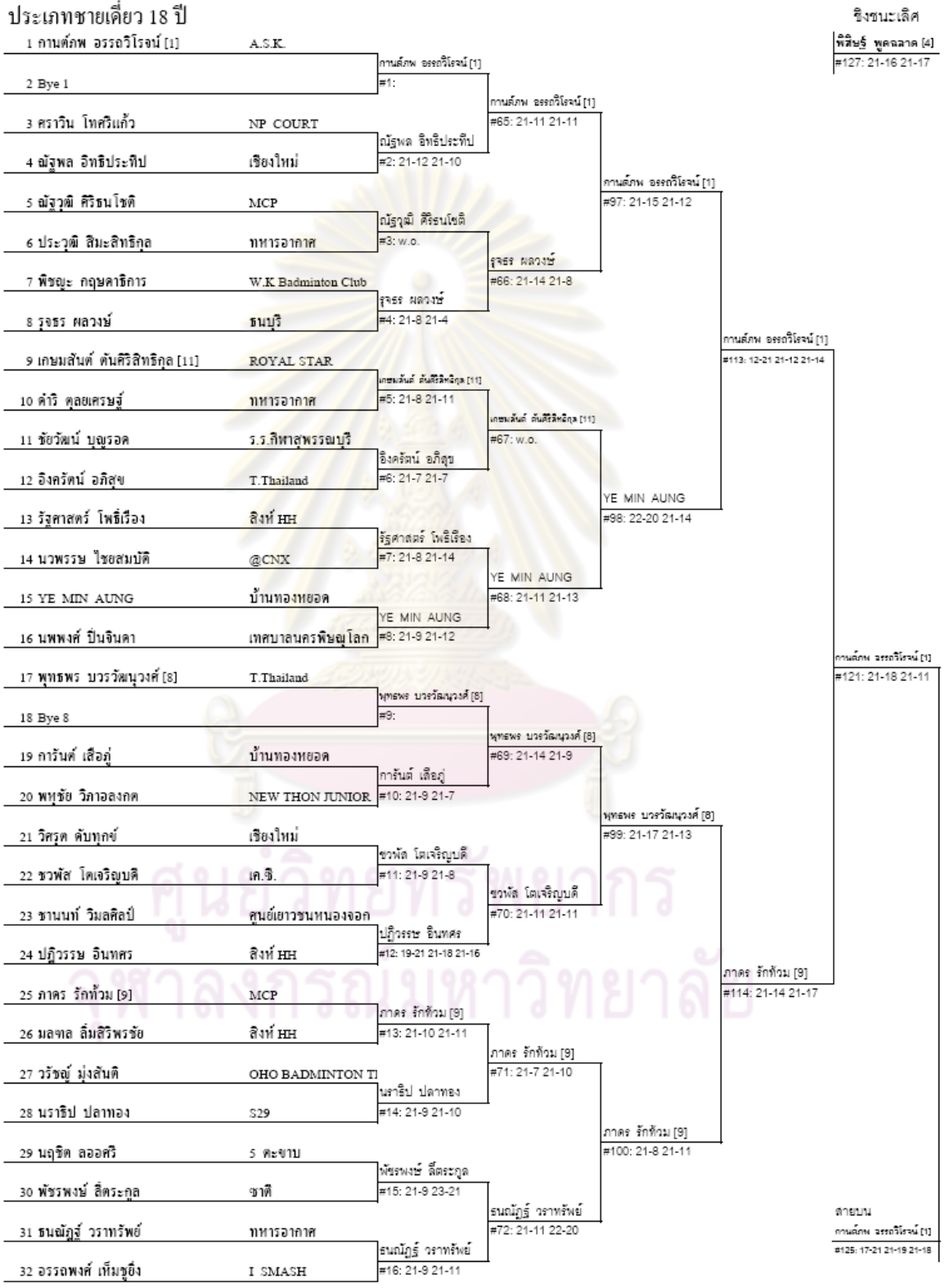


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

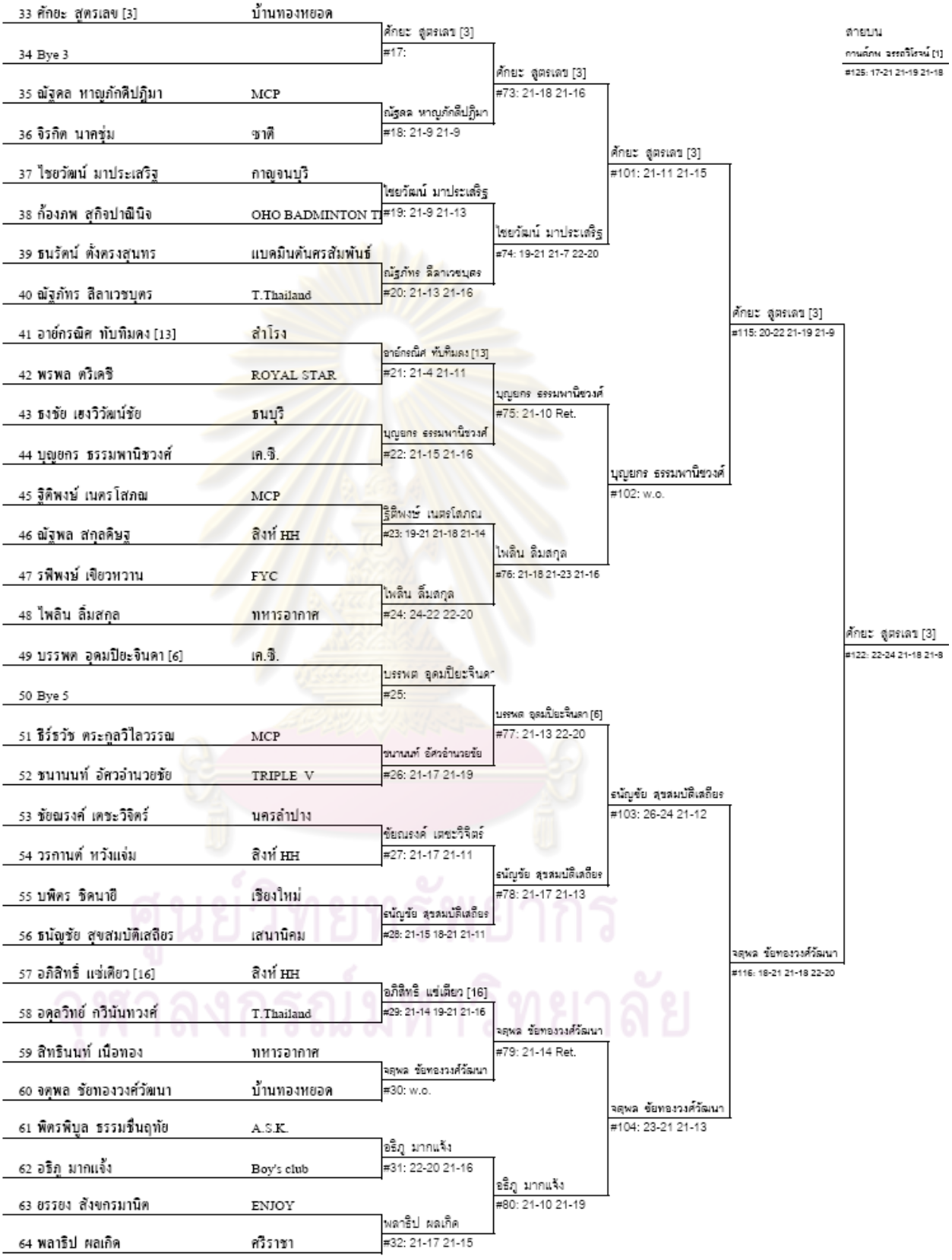
การแข่งขันVICTOR BANGKOK–CHIANGMAI BADMINTON TOURNAMENT 2010

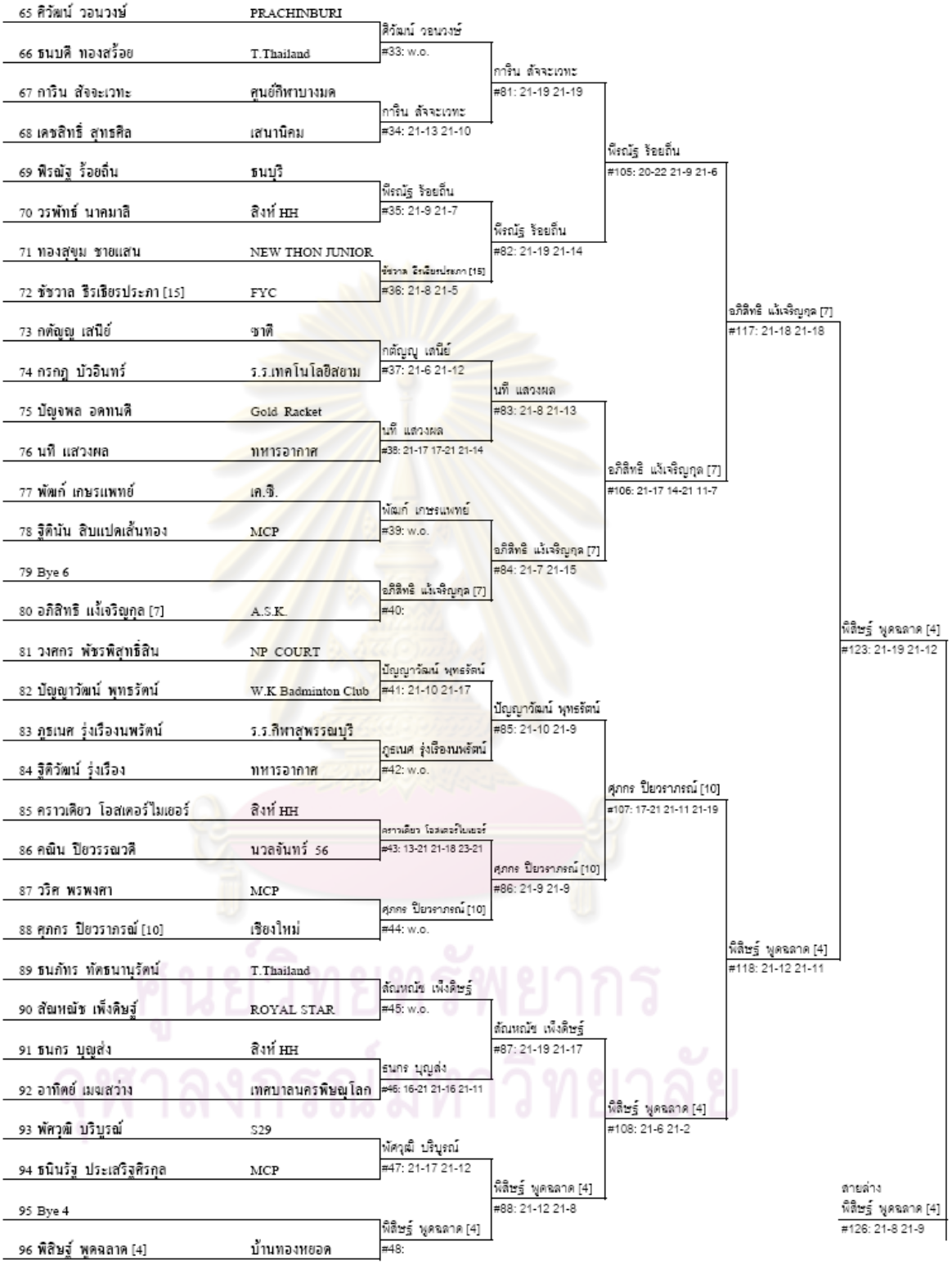
ระหว่างวันที่ 18 - 25 ตุลาคม 2553

ประเภทชายเดี่ยว 18 ปี

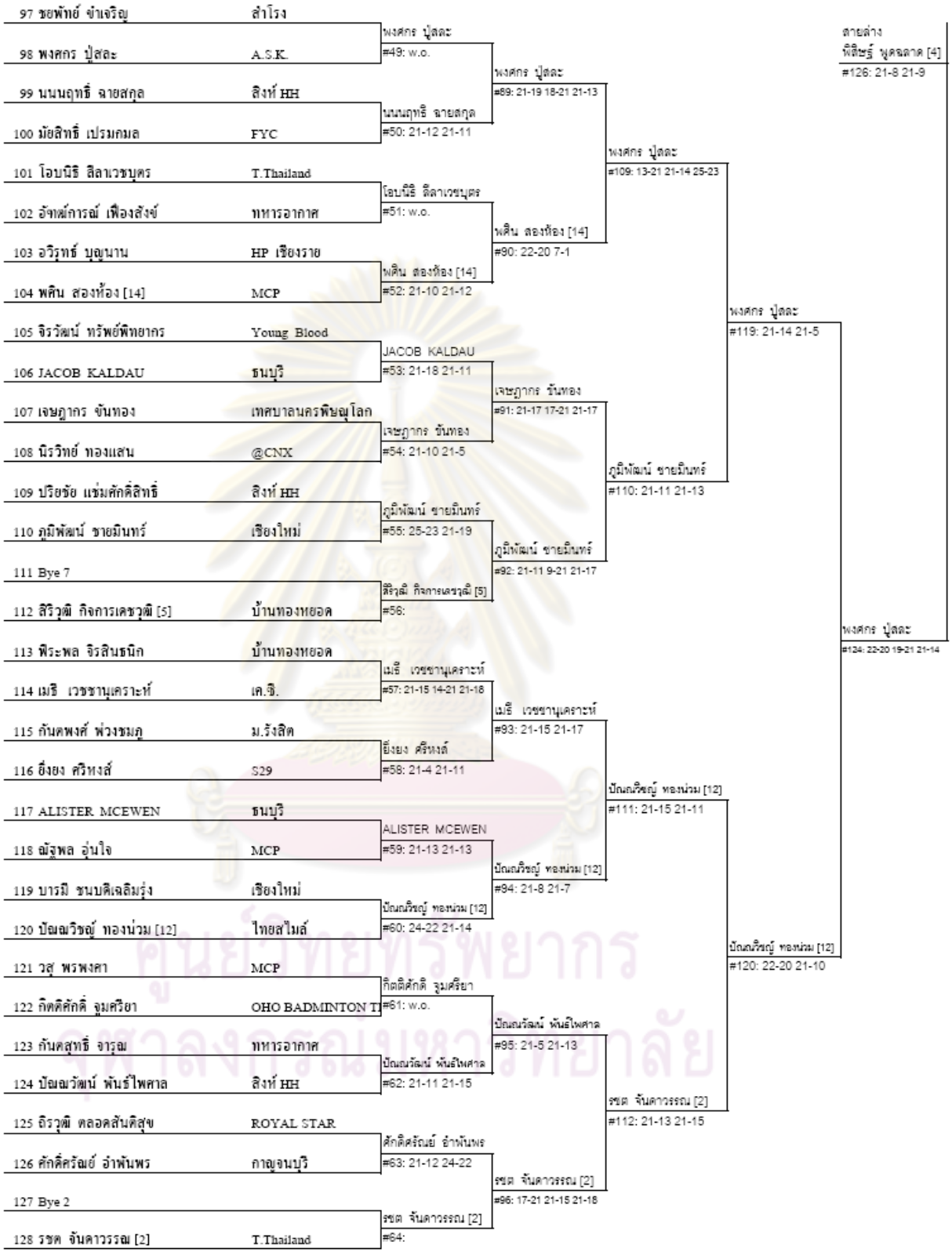


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


33 ศักยะ สูตรเลข [3] บ้านทองหยอด
ศักยะ สูตรเลข [3]
34 Bye 3
#17:
ศักยะ สูตรเลข [3]
35 ณัฐลล หาญภักดีปฏิมา MCP
#73: 21-18 21-16
ณัฐลล หาญภักดีปฏิมา
36 จิรกิต นาคชุ่ม ชาตี
#18: 21-9 21-9
ศักยะ สูตรเลข [3]
37 ไชยวัฒน์ มาประเสริฐ กาญจนบุรี
#101: 21-11 21-15
ไชยวัฒน์ มาประเสริฐ
38 ก้องภพ สุกิจปาณินิจ OHO BADMINTON T
#19: 21-9 21-13
ไชยวัฒน์ มาประเสริฐ
39 ธนรัตน์ ตั้งตรงสุนทร แบดมินตันศรสัมพันธ์
#74: 19-21 21-7 22-20
ณัฐภัทร ลีลาเวชบุตร
40 ณัฐภัทร ลีลาเวชบุตร T.Thailand
#20: 21-13 21-16
ศักยะ สูตรเลข [3]
41 อาย์กรณิศ ทับทิมดง [13] สำโรง
#115: 20-22 21-19 21-9
อาย์กรณิศ ทับทิมดง [13]
42 พรพล ตริเดชี ROYAL STAR
#21: 21-4 21-11
บุญยกร ธรรมพานิชวงศ์
43 ธงชัย เยงวิวัฒน์ชัย ธนบุรี
#75: 21-10 Ret.
บุญยกร ธรรมพานิชวงศ์
44 บุญยกร ธรรมพานิชวงศ์ เค.ซี.
#22: 21-15 21-16
บุญยกร ธรรมพานิชวงศ์
45 ฐิติพงษ์ เนตรโสภณ MCP
#102: w.o.
ฐิติพงษ์ เนตรโสภณ
46 ณัฐพล สกุลดิษฐ สิงห์ HH
#23: 19-21 21-18 21-14
ไพลิน ลิ้มสกุล
47 รพีพงษ์ เฉียวหวาน FYC
#76: 21-18 21-23 21-16
ไพลิน ลิ้มสกุล
48 ไพลิน ลิ้มสกุล ทหารอากาศ
#24: 24-22 22-20
ศักยะ สูตรเลข [3]
49 บรรพต อุดมปิยะจินดา [6] เค.ซี.
#122: 22-24 21-18 21-8
บรรพต อุดมปิยะจินดา
50 Bye 5
#25:
บรรพต อุดมปิยะจินดา [6]
51 ธีร์ธวัช ตระกูลวิไลวรรณ MCP
#77: 21-13 22-20
ชนานนท์ อัศวอำนวยชัย
52 ชนานนท์ อัศวอำนวยชัย TRIPLE V
#26: 21-17 21-19
ธนัญชัย สุขสมบัติเสถียร
53 ชัยณรงค์ เตชะวิจิตร์ นครลำปาง
#103: 26-24 21-12
ชัยณรงค์ เตชะวิจิตร์
54 วรกานต์ หวังแจ่ม สิงห์ HH
#27: 21-17 21-11
ธนัญชัย สุขสมบัติเสถียร
55 บพิตร ชิดนายี เชียงใหม่
#78: 21-17 21-13
ธนัญชัย สุขสมบัติเสถียร
56 ธนัญชัย สุขสมบัติเสถียร เสนานิคม
#28: 21-15 18-21 21-11
จตุพล ชัยทองวงศ์วัฒนา
57 อภิสิทธิ์ แซ่เตียว [16] สิงห์ HH
#116: 18-21 21-18 22-20
อภิสิทธิ์ แซ่เตียว [16]
58 อดุลวิทย์ กวินันทวงศ์ T.Thailand
#29: 21-14 19-21 21-16
จตุพล ชัยทองวงศ์วัฒนา
59 สิทธินนท์ เนือทอง ทหารอากาศ
#79: 21-14 Ret.
จตุพล ชัยทองวงศ์วัฒนา
60 จตุพล ชัยทองวงศ์วัฒนา บ้านทองหยอด
#30: w.o.
จตุพล ชัยทองวงศ์วัฒนา
61 พิตรพิบูล ธรรมชื่นฤทัย A.S.K.
#104: 23-21 21-13
อธิภู มากแจ้ง
62 อธิภู มากแจ้ง Boy's club
#31: 22-20 21-16
อธิภู มากแจ้ง
63 ธรรธง สังขกรมานิต ENJOY
#80: 21-10 21-19
พลาธิป ผลเกิด
64 พลาธิป ผลเกิด ศรีราชา
#32: 21-17 21-15
สายบน
กานต์ภพ ธรรธวิโรจน์ [1]
#125: 17-21 21-19 21-18



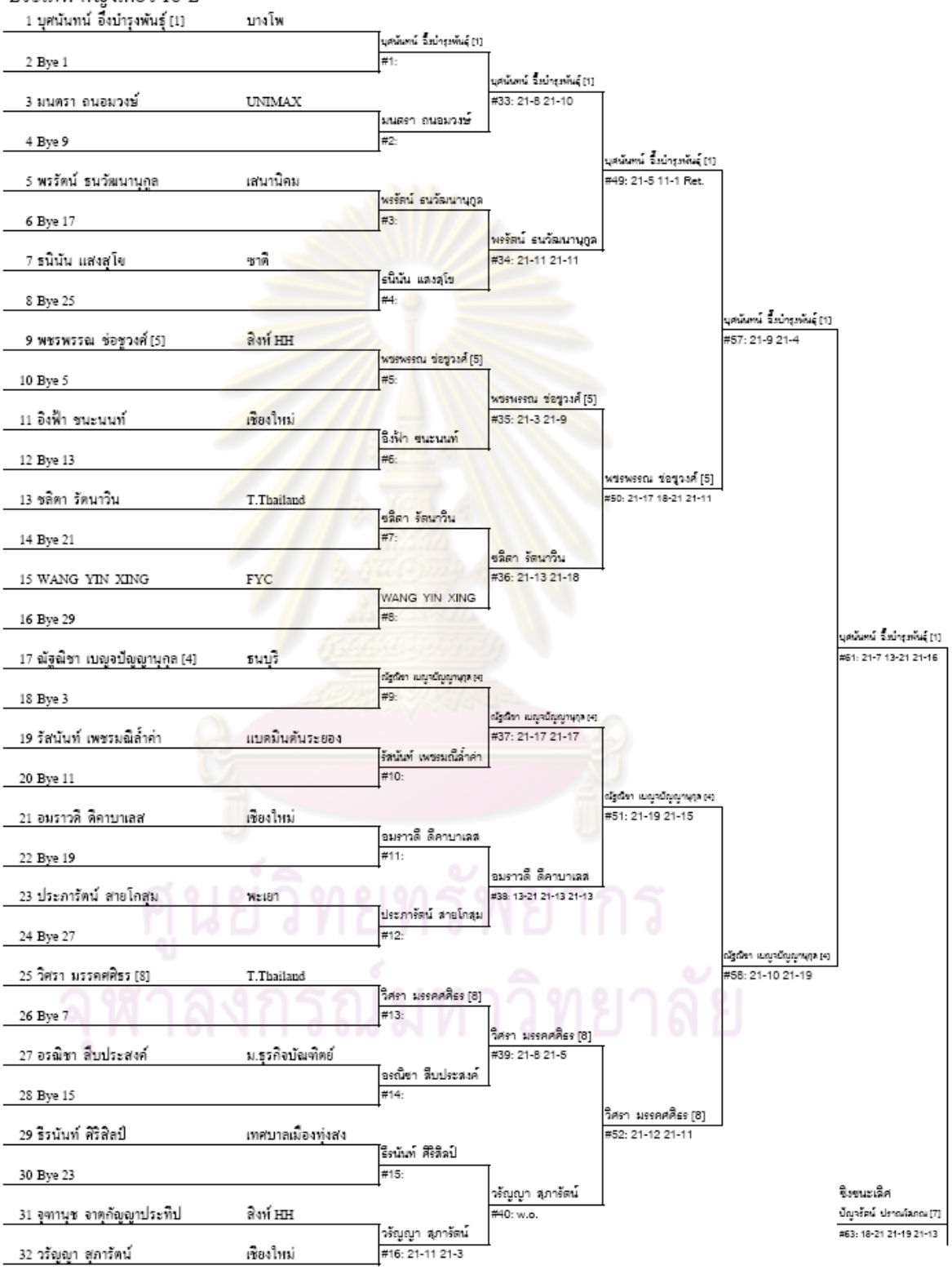
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


97 ชยพัทย์ ขำเจริญ
สำโรง
98 พงศกร ปุสละ
A.S.K.
พงศกร ปุสละ
#49: w.o.
99 นนนฤทธิ์ ฉายสกุล
สิงห์ HH
100 มัยสิทธิ์ เปรมคมล
FYC
นนนฤทธิ์ ฉายสกุล
#50: 21-12 21-11
พงศกร ปุสละ
#89: 21-19 18-21 21-13
101 โอบนิธิ ลิลาเวชบุตร
T.Thailand
102 อัจฉ์การณ์ เฟื่องสังข์
ทหารอากาศ
โอบนิธิ ลิลาเวชบุตร
#51: w.o.
พงศกร ปุสละ
#109: 13-21 21-14 25-23
103 อวิรุทธ์ บุญนาน
HP เชียงราย
104 พศิน สองห้อง [14]
MCP
พศิน สองห้อง [14]
#52: 21-10 21-12
พศิน สองห้อง [14]
#90: 22-20 7-1
สายล่าง
พิสิษฐ์ พูดฉลาด [4]
#126: 21-8 21-9
105 จิรวัฒน์ ทรัพย์พิทยากร
Young Blood
106 JACOB KALDAU
ธนบุรี
JACOB KALDAU
#53: 21-18 21-11
พงศกร ปุสละ
#119: 21-14 21-5
107 เจษฎากร ขันทอง
เทศบาลนครพิษณุโลก
108 นิรวิทย์ ทองแสน
@CNX
เจษฎากร ขันทอง
#54: 21-10 21-5
เจษฎากร ขันทอง
#91: 21-17 17-21 21-17
109 ปริยชัย แซ่มศักดิ์สิทธิ์
สิงห์ HH
110 ภูมิพัฒน์ ชายมินทร์
เชียงใหม่
ภูมิพัฒน์ ชายมินทร์
#55: 25-23 21-19
ภูมิพัฒน์ ชายมินทร์
#110: 21-11 21-13
111 Bye 7
112 สิริวุฒิ กิจการเดชวุฒิ [5]
บ้านทองหยอด
สิริวุฒิ กิจการเดชวุฒิ [5]
#56:
ภูมิพัฒน์ ชายมินทร์
#92: 21-11 9-21 21-17
พงศกร ปุสละ
#124: 22-20 19-21 21-14
113 พีระพล จิรสินธนิก
บ้านทองหยอด
114 เมธี เวชชานุเคราะห์
เค.ซี.
เมธี เวชชานุเคราะห์
#57: 21-15 14-21 21-18
เมธี เวชชานุเคราะห์
#93: 21-15 21-17
115 กันตพงศ์ พ่วงชมภู
ม.รังสิต
116 ยิ่งยง ศรีหงส์
S29
ยิ่งยง ศรีหงส์
#58: 21-4 21-11
117 ALISTER MCEWEN
ธนบุรี
118 ณัฐพล อุ่นใจ
MCP
ALISTER MCEWEN
#59: 21-13 21-13
ปัณณวิชญ์ ทองน่วม [12]
#111: 21-15 21-11
119 บารมี ชนบดีเฉลิมรุ่ง
เชียงใหม่
120 ปัณณวิชญ์ ทองน่วม [12]
ไทยสไมล์
ปัณณวิชญ์ ทองน่วม [12]
#60: 24-22 21-14
ปัณณวิชญ์ ทองน่วม [12]
#94: 21-8 21-7
121 วสุ พรพงศา
MCP
122 กิตติศักดิ์ จูมศรียา
OHO BADMINTON TI
กิตติศักดิ์ จูมศรียา
#61: w.o.
ปัณณวัฒน์ พันธ์ไพศาล
#95: 21-5 21-13
123 กันตสุทธิ์ จารุณ
ทหารอากาศ
124 ปัณณวัฒน์ พันธ์ไพศาล
สิงห์ HH
ปัณณวัฒน์ พันธ์ไพศาล
#62: 21-11 21-15
รชต จันดาวรรณ [2]
#112: 21-13 21-15
125 อิรวุฒิ ตลอดสันติสุข
ROYAL STAR
126 ศักดิ์ศรัณย์ อำพันพร
กาญจนบุรี
ศักดิ์ศรัณย์ อำพันพร
#63: 21-12 24-22
รชต จันดาวรรณ [2]
#96: 17-21 21-15 21-18
127 Bye 2
128 รชต จันดาวรรณ [2]
T.Thailand
รชต จันดาวรรณ [2]
#64:

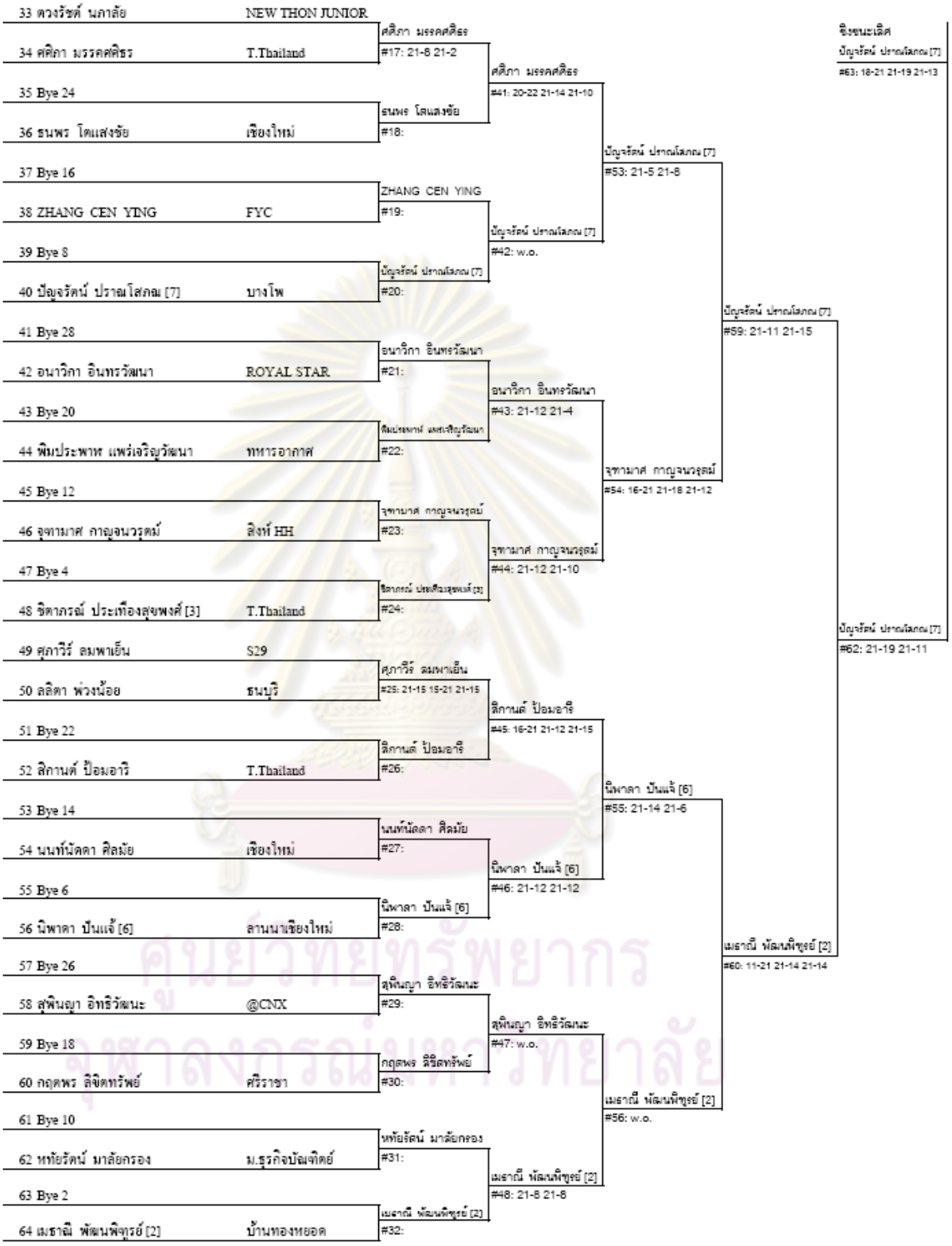
การแข่งขันVICTOR BANGKOK–CHIANGMAI BADMINTON TOURNAMENT 2010

ระหว่างวันที่ 18 - 25 ตุลาคม 2553

ประเภท หญิงเดี่ยว 18 ปี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ซ
(ข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจ พลังงานและกรดแลคติค ของนักกีฬาแบดมินตันหญิง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแสดงอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซต 1 ,2 และ 3 และพลังงานเฉลี่ยที่ใช้ในการแข่งขันทั้ง 3 เซต ของนักกีฬาแบดมินตันประเภทหญิงเดี่ยว (นักกีฬาหญิง 2 คน)

ตัวแปร (n=4)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)	*%
<u>สรุปรวมการแข่งขันครั้งที่ 1 และ 2</u> (หญิง)					
อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 1 (ครั้ง/นาที)	168.50	5.97	174.00	160.00	83.42
อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 2 (ครั้ง/นาที)	181.25	7.85	190.00	171.00	89.73
อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยเซตที่ 3 (ครั้ง/นาที)	186.75	4.86	194	184.00	92.45
พลังงานที่ใช้ในการแข่งขัน 3 เซต (กิโลแคลอรี่)	497.50	97.20	641.00	428.00	

* %อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด = 220 – อายุเฉลี่ย = 220 – 18 = 202

ตารางแสดงปริมาณกรดแลคติกขณะอบอุ่นร่างกาย หลังเกมการแข่งขันทันที และหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5 ของนักกีฬาแบดมินตันประเภทหญิงเดี่ยว (ตัดสินผลแพ้ ชนะ ในเซตที่ 3)

ตัวแปร (n=4)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าต่ำสุด (Min)
<u>สรุปรวมการแข่งขันครั้งที่ 1 และ 2</u> (หญิง)				
กรดแลคติกขณะอบอุ่นร่างกาย (มิลลิโมล)	2.68	0.50	3.20	2.00
กรดแลคติกภายหลังเกมการแข่งขันทันที (มิลลิโมล)	5.10	1.48	7.30	4.20
กรดแลคติกภายหลังเกมการแข่งขันนาทีที่ 5 (มิลลิโมล)	4.68	1.70	7.20	3.60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล : นาย ณธร พงษ์วิชชุลดา

เกิดวันที่ : 9 มกราคม 2527

สถานที่เกิด : กรุงเทพมหานคร

ที่อยู่ปัจจุบัน : 6 ถ.พระศักดิ์ ต.ปากน้ำ อ.เมืองฯ จ.สมุทรปราการ

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2548 (เกียรตินิยมอันดับ 2)

เข้าศึกษาระดับปริญญาโทแขนงสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2552

ประวัติการทำงาน

- เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ บริษัท มาราธอน (ประเทศไทย) จำกัด (2549 – ปัจจุบัน)
- เจ้าหน้าที่นอกเวลาประจำศูนย์ส่งเสริมสุขภาพ โรงพยาบาลวชิรพยาบาล (2552 – 2553)
- เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์การกีฬาประจำทีมแบดมินตันชุดเยาวชนโอลิมปิคปี 2010
- ผู้ฝึกสอนสมรรถภาพทางกายนักกีฬาแบดมินตัน สโมสร ที ไทยแลน์ (2553 – ปัจจุบัน)
- ผู้ฝึกสอนสมรรถภาพทางกายทั่วไป (Personal trainer) (2553 – ปัจจุบัน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย