การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

นางสาวทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF ENERGY EXPENDITURE DURING COMPETITION OF THAI FEMALE NATIONAL AMATEUR BOXERS

Miss Thiptharorn Luangboriboon

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 2009

Copyright of Chulalongkorn University

521820

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย
โดย	นางสาวทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุฑา ติงศภิทัย์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์ : การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย. (A STUDY OF ENERGY EXPENDITURE DURING COMPETITION OF THAI FEMALE NATIONAL AMATEUR BOXERS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์,อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 188 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย และรูปแบบของการชก ได้แก่ รูปแบบรุก รูปแบบรับ และรูปแบบผสมผสาน ที่มีผลต่อพลังงานที่ใช้ในการแข่งขัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยชุดปัจจุบันที่เป็นตัวแทนเข้าร่วมในการเก็บตัวนักกีฬากับสมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์เพื่อทำการฝึกซ้อมสำหรับการเตรียมการแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ในปี พ.ศ. 2553 ที่ประเทศจีน อายุระหว่าง 17 - 26 ปี จำนวน 10 คน โดยเลือกแบบเจาะจง ทำการวัดองค์ประกอบของร่างกาย อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก ทดสอบสมรรถภาพทางกาย และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการจำลองโปรแกรมการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่น และในวันที่จัดจำลองโปรแกรมการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่นทั้งหมด 3 ครั้ง ทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขัน โดยใช้เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบโพลาร์ทีมคาดไว้รอบเอว นำข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจจากการแข่งขันมาเปรียบเทียบกับสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับการใช้ออกซิเจนที่ได้จากการวัดในห้องทดลอง ได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงในแต่ละคน และนำไปคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณพลังงานจากสมการข้างต้นที่สัมพันธ์กับค่าการใช้พลังงานด้วยวิธีการวัดพลังงานแบบทางอ้อม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามระเบียบทางสถิติ โดย หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างของการใช้พลังงานในแต่ละรูปแบบของการชกด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษา พบว่า

1. นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย มีระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันโดยรวม คือ พลังงานระบบแอนแอโรบิก 37% พลังงานระบบแอนแอโรบิก - แอโรบิก 38% และพลังงานระบบแอโรบิก 25%

2. ปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขันกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงในแต่ละรูปแบบการชก ได้แก่ รูปแบบรุก รูปแบบรับ และรูปแบบผสมผสาน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำระดับความหนักของการออกกำลังกายและชนิดของระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขัน แนะนำผู้ฝึกสอน นักวิทยาศาสตร์การกีฬา หรือนักโภชนาการ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนโปรแกรมการฝึกซ้อมหรือโปรแกรมโภชนาการได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับการแข่งขันจริงของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต ทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5178611939 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS : AMATEUR BOXING / ENERGY EXPENDITURE / HEART RATE

THIPTHARORN LUANGBORIBOON : A STUDY OF ENERGY EXPENDITURE DURING COMPETITION OF THAI FEMALE NATIONAL AMATEUR BOXERS. THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR CHALERM CHAIWATCHARAPORN, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR THANOMWONG KRITPET, Ph.D., 188 pp.

The purposes of this research were to study the energy expenditure during competitions of Thai female national amateur boxers and to compare the differences of energy expenditures in various boxing styles. Ten Thai female national amateur boxers between 17-26 years old of Amateur Boxing Association of Thailand under preparation for the 16th Asian Games 2010 in China were purposively sampled. The subjects were tested to assess their body composition, resting metabolic rate (RMR), and physical performance. Laboratory-based ramp treadmill tests were carried out to establish maximal oxygen uptake (VO_{2max}) before sparring sessions. The sparring sessions were organized in 3 days among different pairs of boxers. In each sparring, energy expenditure (EE) of each boxer was assessed by real-time heart rate monitoring using Polar team^2 that was worn at the waist of each boxer. The heart rate data of each boxer from sparring were compared with heart rate and oxygen uptake data measured in laboratory. All individual regression equations were created from those data to estimate energy expenditure during competition. The obtained data were analyzed in terms of means and standard deviations. One-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measurement was used to determine the statistical differences at .05 significant level.

The study results were shown as follows:

1. The average percentage of energy contribution of anaerobic system, anaerobic-aerobic system and aerobic system of Thai female national amateur boxers were 37%, 38% and 25%, respectively.
2. The energy expenditure during competition by Thai female national amateur boxers in each boxing style (fighter, boxer and combination) was not significantly different.

The intensity of exercise and the energy system contribution in this study may be used as guidelines to plan proper training programs and to guide appropriate energy intake programs for Thai female amateur boxers in the actual competition.

Field of Study : Sports Science Student's Signature Thiptharorn Luangboriboon

Academic Year : 2009 Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature T. Kritpet

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตากรุณายิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งกรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้ศิษย์ได้ความรู้และเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ มากมาย ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม อาจารย์ ดร.จุฑา ติงศภัทิย์ และอาจารย์ ดร. บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิด คำแนะนำ และตรวจแก้ไข ปรับปรุง ข้อบกพร่องต่าง ๆ อันส่งผลให้วิทยานิพนธ์นี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน และอาจารย์ บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์ ที่ให้ความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ความอนุเคราะห์ทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง รวมทั้งคำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ เป็นอย่างดีเกี่ยวกับการทำงานวิจัยและวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่ใช้ในการวิจัยให้ผ่านพ้นไปได้ด้วยดีตลอดมา อีกทั้ง บัณฑิตวิทยาลัย ที่มอบทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านพลเอก ทวีป จันทรโรจน์ นายกสมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยฯ รวมถึงผู้ฝึกสอนประจำทีมหญิงทั้ง 3 ท่าน และนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี อันส่งผลให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พันธ์วิรา ขวัญบูรณาจันทร์ คณบดี คณะพลศึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมรพงศ์ สุวรรณรักษ์ ผู้อำนวยการศูนย์กีฬา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความเอื้อเฟื้อทางด้านสถานที่จำลองการแข่งขัน ห้องทดลอง และสถานที่พักของผู้ฝึกสอนและนักกีฬา รวมถึงอาจารย์ ดร.ถนอมศักดิ์ เสนาคำและอาจารย์ศิริเชษฐ์ พูลทิพายานนท์ ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และการทำงานวิจัย อันส่งผลให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อน ๆ แขนงสรีรวิทยาการกีฬา พี่ ๆ น้อง ๆ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาฯ รวมถึงพี่นงลักษณ์ เปรมทอง และพี่ ๆ คณะพลศึกษา มศว. และนางสาวโสภิดา สะทุมรัมย์ สำหรับความช่วยเหลือกำลังใจ และคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัยแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ท้ายสุดนี้ด้วยความสำนึกในพระคุณ ขอกราบเท้าคุณพ่อเรืองเดช – คุณแม่กาญจนา และคุณพี่สาววีรินยาอร เหลืองบริบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนในเรื่องการศึกษาตลอดมา ทั้งทางด้านกำลังใจ และกำลังทรัพย์ ทำให้ผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ไปได้ด้วยดี และส่งผลให้สามารถประสบความสำเร็จในชีวิตทั้งทางการเรียนในครั้งนี้และการใช้ชีวิตตลอดเวลาที่ผ่านมา

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ญ
สารบัญภาพ		ฏ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
	คำถามของการวิจัย	4
	สมมติฐานของการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	ข้อตกลงเบื้องต้น	5
	ข้อจำกัดของการวิจัย	5
	คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	6
	ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	กีฬามวยสากลสมัครเล่น	8
	การใช้พลังงาน	14
	จุดเริ่มล้า	34
	สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด	39
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45
	งานวิจัยภายในประเทศ	45
	งานวิจัยต่างประเทศ	48
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	51

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่		หน้า
3	วิธีการดำเนินการวิจัย	52
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	52
	เกณฑ์ในการคัดเข้า	53
	เกณฑ์ในการคัดออก	53
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	53
	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล	54
	ความเสี่ยงและผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมโครงการวิจัย	60
	การพิทักษ์สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมโครงการ	61
	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	61
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	62
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	76
	สรุปผลการวิจัย	76
	อภิปรายผลการวิจัย	78
	ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	88
รายการอ้างอิง		89
ภาคผนวก		96
	ภาคผนวก ก (ใบรับรองโครงการวิจัย)	97
	ภาคผนวก ข (หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย)	99
	ภาคผนวก ค (ข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย)	102
	ภาคผนวก ง (จดหมายประสานงานในการจัดจำลองการแข่งขัน)	107
	ภาคผนวก จ (รายชื่อผู้ฝึกสอนนักกีฬามวยสากลหญิงทีมชาติไทย)	113
	ภาคผนวก ฉ (รายชื่อคณะกรรมการผู้ตัดสิน)	115
	ภาคผนวก ช (สถานที่ทำการวิจัย)	117

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

ภาคผนวก ช (เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย)..... 119
ภาคผนวก ฌ (การจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขัน)..... 126
ภาคผนวก ญ (รูปแบบของการชก)..... 128
ภาคผนวก ฏ (ข้อมูลของนักกีฬา)..... 130

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 188

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การแสดงจำนวนพลังงานของระบบฟอสฟาเจน (เอทีพี – พีซี) ที่มีในร่างกาย.....	19
2	การแสดงระบบพลังงานของระบบแลคติกที่มีในร่างกาย ซึ่งเป็นระบบที่ได้จากการสลายไกลโคเจนชนิดแอนแอโรบิก.....	20
3	การแสดงจำนวนพลังงานของระบบแอโรบิกที่ได้จากไกลโคเจนที่กล้ามเนื้อ.....	22
4	การแสดงความสามารถและกำลังของพลังงานทั้ง 3 ระบบ.....	22
5	การแสดงถึงความหนักและต้นตอของพลังงาน.....	23
6	แสดงพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อชั่วโมงในชายปกติที่มีน้ำหนัก 70 กิโลกรัม.....	25
7	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย (BMI) เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย(%fat) มวลของเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกาย (BCM) อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก(RMR) ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก(HRrest) จุดเริ่มล้า (AT) และอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HRmax) ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย.....	66
8	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นหัวใจ(HR) ความสามารถในการใช้ออกซิเจน(VO_2) ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) และเปอร์เซนต์ของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (% VO_{2max}) ขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย.....	68
9	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการใช้พลังงานรวมขณะแข่งขัน (กิโลแคลอรี) ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย ในการจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขันครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และรวมทั้ง 3 ครั้ง.....	70
10	เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน(กิโลแคลอรี)ในแต่ละรูปแบบการชก โดยการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
11	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยรวมทั้งเกมการแข่งขัน.....	73

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สังเวียนมวยสากลสมัครเล่น	13
2	การแสดงจุดที่มีการเพิ่มขึ้นของกรดแลคติก (OBLA)	30
3	แสดงการวัดการใช้พลังงานโดยตรง	32
4	การแสดงการวัดการใช้พลังงานทางอ้อม	33
5	การแสดงจุด Anaerobic threshold	38
6	การแสดงจุด Aerobic threshold	39
7	แสดงตัวอย่างอัตราส่วนระหว่าง VE / VO_2 ที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ	56
8	แสดงตัวอย่างอัตราส่วนระหว่าง VCO_2 / VO_2 ที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ	57
9	(1) แสดงถึงอัตราการเต้นของหัวใจในขณะแข่งขัน และ (2) แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนของแต่ละคนในระหว่างการทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในห้องปฏิบัติการ	58
10	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระบบพลังงานที่ใช้ตลอดการแข่งขันของทั้ง 3 รูปแบบและโดยรวม	60
11	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระบบพลังงานที่ใช้ตลอดการแข่งขันของรูปแบบรุก (Fighter) ทั้ง 3 ครั้งที่ทำการแข่งขัน	74
12	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระบบพลังงานที่ใช้ตลอดการแข่งขันของรูปแบบรับ (Boxer) ทั้ง 3 ครั้งที่ทำการแข่งขัน	75
13	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระบบพลังงานที่ใช้ตลอดการแข่งขันของรูปแบบผสมผสาน (Combination) ทั้ง 3 ครั้งที่ทำการแข่งขัน	75

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬามวยสากลสมัครเล่นเป็นกีฬาประเภทต่อสู้ที่ได้รับนิยมเป็นอย่างมากในประเทศไทย และเป็นกีฬาที่สามารถสร้างชื่อเสียงให้กับประเทศไทยเป็นอย่างดีในการแข่งขันกีฬาระดับชาติ กีฬามวยสากลนั้นมีต้นกำเนิดมาจากเกาะครีต ประเทศกรีก โดยความสำคัญของกีฬามวยในสมัยนั้นคือ เป็นกีฬาที่ฝึกคนให้เป็นอัศวิน เนื่องจากการฝึกซ้อมมวยทำให้มีจิตใจกล้าหาญ สมรรถภาพทางกายที่แข็งแรง หูตาว่องไว การทรงตัวดี เพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมตนเองเวลาเข้าต่อสู้ การมีน้ำใจนักกีฬา จึงเป็นกิจกรรมที่นิยมตลอดมา และมีวิวัฒนาการที่เพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ จนเผยแพร่เข้าไปในอังกฤษและแพร่หลายไปทั่วโลก พ.ศ. 2429 – 2462 มวยสากลเข้าสู่สถานศึกษาเป็นครั้งแรกทำให้เริ่มศึกษาอย่างจริงจังในมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด เมืองเคมบริดจ์ มลรัฐแมสซาจูเสตต์ และในปี พ.ศ. 2463 บรรจุวิชามวยสากลเข้าในหลักสูตรของมหาวิทยาลัยและโรงเรียนต่างๆ ในสหรัฐอเมริกา ทำให้กิจกรรมมวยสากลแพร่ออกไปอย่างกว้างขวาง ส่วนในประเทศไทยนั้น หม่อมเจ้าวิบูลย์ สวัสดิ์วงศ์ สวัสดิกุล เป็นผู้นำเข้ามาเผยแพร่เมื่อปี พ.ศ. 2455 โดยสอนให้กับคณะครูที่สามัคยาจารย์สมาคมเป็นครั้งแรก และเริ่มเป็นที่แพร่หลายออกสู่ประชาชนอย่างรวดเร็วในเวลาต่อมา ปัจจุบันนี้กีฬามวยสากลสมัครเล่นยังคงเป็นที่นิยมเรื่อยมา เกิดการแพร่หลายกว้างขวางทั้งในและต่างประเทศ เนื่องจากมีประชาชนให้ความสนใจในการติดตามชมการแข่งขันกีฬามวยสากลสมัครเล่นตั้งแต่ระดับซีเกมส์จนถึงระดับโอลิมปิคเกมส์ และคาดหวังให้นักกีฬาของตนประสบความสำเร็จสูงสุด นั่นหมายถึง การได้เหรียญทองจากการแข่งขัน ทำให้การแข่งขันระดับนานาชาติได้มีการส่งนักกีฬาเข้าร่วมการแข่งขันเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มมากขึ้นอีก แสดงให้เห็นว่า แต่ละประเทศต้องการสร้างชื่อเสียงให้กับประเทศของตนในกีฬาประเภทนี้เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

นอกจากนี้กีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงในประเทศไทยได้เริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ที่มีการบรรจุกีฬามวยสากลสมัครเล่นประเภทหญิงในระดับซีเกมส์เป็นครั้งแรกที่ประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งประสบผลสำเร็จในแข่งขันตั้งแต่นั้นเรื่อยมา ทำให้นักกีฬาต้องพัฒนาตัวเองในทุกด้านที่เกี่ยวข้องมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อรักษาศักยภาพสูงสุดในการแข่งขัน และในการแข่งขันกีฬาโอลิมปิคที่กำลังจะมาถึงในปี พ.ศ. 2555 นี้ได้มีการบรรจุกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงไว้ในการแข่งขันเป็นครั้งแรก โดยกติกาที่นำไปใช้ในการแข่งขันเป็นกติกาใหม่ที่กำหนดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2552 ของทางสหพันธ์มวยสากลสมัครเล่นนานาชาติ (AIBA) จากเดิมนักกีฬาจะทำการแข่งขัน

ทั้งหมด 3 ยก ๆ ละ 2 นาที และพักระหว่างยก 1 นาที เปลี่ยนเป็นทำการแข่งขันทั้งหมด 4 ยก ๆ ละ 2 นาที และมีการพักระหว่างยก ๆ ละ 1 นาที โดยในแต่ละรายการที่จัดการแข่งขัน นักกีฬาจะลงทำการแข่งขันอย่างน้อย 3 – 5 ครั้ง จึงจะได้เข้าไปถึงรอบชิงชนะเลิศของรายการ ซึ่งจะจัดตารางการแข่งขันแบบแข่ง 1 วัน พัก 1 วัน หรือแข่งขันติดกันนั้น ขึ้นอยู่กับจำนวนนักกีฬาที่ลงทำการแข่งขันในแต่ละรุ่นน้ำหนัก ทำให้นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงของไทย จะต้องมีการฝึกซ้อมและฝึกฝนร่างกาย รวมทั้งพัฒนาทักษะและเทคนิคให้มีสมรรถภาพทางกายที่สมบูรณ์แข็งแรง และเฉพาะเจาะจงสำหรับกีฬาประเภทนี้มากที่สุดก่อนการแข่งขัน รวมถึงระหว่างการแข่งขัน เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการแข่งขัน และการสร้างชื่อเสียงให้กับประเทศชาติและตนเองในอนาคตต่อไป

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาของกีฬามวยสากลสมัครเล่น พบว่า นอง เสียงหล่อ (2528) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกาย ความถี่ของการชก และคะแนนจากการแข่งขันของนักมวยสากลสมัครเล่น ผลปรากฏว่า ความสัมพันธ์ของสมรรถภาพทางกาย ความถี่ของการชก และคะแนนจากการแข่งขันของนักมวยสากลสมัครเล่น มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงทั้งหมด นอกจากนี้งานวิจัยของ จีระเดช เอกะกุลานันท์ (2540) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วระหว่างวิธีการวิ่งและซาวน่าที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักมวยสากลสมัครเล่น ผลการวิจัยพบว่า การลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วระหว่างวิธีวิ่งและซาวน่า มีผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักมวยไม่แตกต่างกัน และภาคภูมิ แจ้งโพธิ์นาค (2550) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับเวลาตอบสนองของการชกหมัดตรงของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นทีมชาติไทย ผลการวิจัยพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่มีความสัมพันธ์กับเวลาตอบสนองของการชกหมัดตรงของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นทีมชาติไทย แต่จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่ผ่านมาของต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงนั้นมีน้อยมาก จึงสรุปได้ว่างานวิจัยที่ผ่านมาที่เกี่ยวข้องกับกีฬามวยสากลสมัครเล่นในประเทศไทยนั้น ส่วนมากจะเป็นการศึกษาในนักกีฬาเพศชายเป็นส่วนใหญ่ เกี่ยวกับทางด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน เทคนิคการชก หรือการบาดเจ็บของนักกีฬา

การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของพลังงานที่นักกีฬานำไปใช้ในการแข่งขันของนักกีฬาเพศหญิงไม่ค่อยปรากฏอยู่ในวรรณกรรม ถึงแม้ว่านักกีฬามวยสากลสมัครเล่นจำเป็นที่จะต้องมีสมรรถภาพทางกายที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง โดยเฉพาะในเรื่องของความสามารถในการใช้พลังงานทั้งระบบแอนแอโรบิกและระบบแอโรบิก จะต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสม เพราะการทราบถึงข้อมูลในแง่ของสัดส่วนการใช้พลังงานและสัดส่วนของกิจกรรมที่ใช้ในขณะแข่งขัน เป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ฝึกสอนเพื่อใช้ในการวางแผน และกำหนดโปรแกรมการฝึกซ้อมให้มีความสอดคล้องและเฉพาะเจาะจง

ต่อไป ดังคำกล่าวของ Bompa (1999) ว่า กีฬามวยสากลนั้น นักกีฬาจะต้องมีปฏิกิริยาตอบสนองที่รวดเร็วของขา และแขนต้องเต็มไปด้วยพลังที่จะตอบโต้คู่ต่อสู้ นอกจากนี้พลังงานที่ใช้ในแต่ละแมทช์เป็นสิ่งจำเป็นที่ควรนำมาใช้วางแผนโปรแกรมการฝึกให้กับนักกีฬา ดังนั้นพลังงานจึงเป็นปัจจัยพื้นฐานอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถของนักกีฬาในขณะทำการฝึกซ้อม หรือแข่งขัน ระบบพลังงานที่สำคัญที่ใช้ในขณะออกกำลังกาย ได้แก่ ระบบแอนแอโรบิก อแล็กเตท (Anaerobic alactate system) ระบบแอนแอโรบิก แล็กเตท (Anaerobic lactate system) และระบบแอโรบิก (Aerobic system) ซึ่งจะใช้เชื้อเพลิงมากกว่าหนึ่งชนิด คือ คาร์โบไฮเดรตและไขมันที่สะสมในร่างกายเป็นต้นตอที่สำคัญของการผลิตพลังงาน (สนธยา สีละมาด, 2547) ซึ่งกีฬามวยสากลสมัครเล่นนั้นเป็นกีฬาที่ต้องใช้ระบบน้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการแข่งขัน และเป็นกีฬาที่น่าจะมีความหนักในการออกกำลังกายค่อนข้างสูง แต่ไม่มีความต่อเนื่องในการแข่งขันจึงมีความคล้ายคลึงกับกีฬาบาสเกตบอล เทนนิส ไอซ์สเก็ต ว่ายน้ำระยะสั้น เทควันโด เซปักตะกร้อ เป็นต้น ดังนั้นการทราบถึงการใช้พลังงานตลอดการแข่งขันของนักกีฬาจึงเป็นสิ่งสำคัญพื้นฐานอย่างหนึ่งที่ทำให้นักกีฬามีสมรรถภาพและศักยภาพในการแข่งขันสูงขึ้น

การวัดพลังงานขณะแข่งขันด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สที่สามารถพกพาติดตัวได้นั้น บางครั้งเครื่องมืออาจจะกีดขวางในขณะลงแข่งขัน หรือทำการฝึกซ้อม ทำให้นักกีฬาไม่สามารถทำการแข่งขันได้อย่างเต็มที่ และไม่คล้ายคลึงกับสถานการณ์จริง ดังนั้นการใช้อัตราการเต้นของหัวใจจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการวัดพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขัน (Astrand and Rodahl, 1987) ของกีฬามวยสากลสมัครเล่น ซึ่งการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสามารถนำมาประเมินค่าพลังงานแบบทางอ้อมได้ โดยการนำอัตราการเต้นของหัวใจในขณะแข่งขันมาเปรียบเทียบกับสมการความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (HR - VO_2 regression line) จึงจะสามารถประเมินค่าการใช้พลังงานในขณะแข่งขันได้ (Astrand and Saltin, 1961; Karvonen and Vourimaa, 1988; Mc Ardle, Katch, and Katch, 2007: 206-208) โดยให้ผู้เข้าร่วมการทดลองออกกำลังกายในห้องทดลองที่ระดับความหนักต่างกัน ในขณะเดียวกันอัตราการเต้นของหัวใจกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนจะถูกบันทึกไปพร้อม ๆ กันทำให้เกิดสมการเส้นตรงระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ซึ่งสมการนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินค่าพลังงานจากการใช้อัตราการเต้นของหัวใจในการพยากรณ์ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนได้ (Murase, Kamei, and Hoshikawa, 1989; Lowden and Davie, 1989) นอกจากนี้การศึกษาเกี่ยวกับการใช้พลังงานก็เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถกำหนดระดับความหนักของการออกกำลังกาย และชนิดของการใช้ระบบพลังงานที่ควรจะใช้ในโปรแกรมการฝึกซ้อมทั้งทางด้านสมรรถภาพทางร่างกายของนักกีฬา และเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้สามารถผลิตพลังงานได้อย่างเพียงพอกับความต้องการของร่างกายที่นำพลังงานไปใช้ในขณะแข่งขัน และเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย จึงช่วยชะลอเวลาการเกิดความเมื่อยล้าของนักกีฬา และช่วยให้นักกีฬามีความสามารถในการแข่งขันได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานยิ่งขึ้นและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดและความสนใจที่จะมุ่งศึกษาการใช้พลังงาน (Energy expenditure) ในขณะแข่งขันของกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง เพื่อที่จะนำผลของการทดลองมาเป็นแนวทางให้กับผู้ฝึกสอน หรือผู้ที่สนใจกีฬามวยสากลสมัครเล่น ในการที่จะพัฒนา ปรับปรุงการวางแผนรูปแบบการฝึก และโภชนาการที่ถูกต้องเหมาะสมกับกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง และนำแบบฝึกที่ได้ไปพัฒนาความสามารถของนักกีฬาให้ถึงจุดสูงสุดต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการใช้พลังงานที่ใช้ (Energy expenditure) ในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

2. เพื่อศึกษารูปแบบต่าง ๆ ของการชก (Style) ที่มีผลต่อสัดส่วนพลังงานที่ใช้ในการแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

คำถามของการวิจัย

การใช้พลังงาน (Energy expenditure) ในขณะแข่งขันและรูปแบบของสัดส่วนพลังงานที่ใช้ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยนั้นเป็นอย่างไร

สมมติฐานของการวิจัย

1. การใช้พลังงาน (Energy expenditure) ในขณะแข่งขันและรูปแบบของสัดส่วนพลังงานที่ใช้ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงจะใช้ระบบพลังงานแบบ แอนแอโรบิก - แอโรบิก เป็นหลัก

2. รูปแบบต่าง ๆ ของการชก (Style) มีผลต่อการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงระบบพลังงานที่ใช้ขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยที่เก็บตัวเพื่อเตรียมแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ ครั้งที่ 16 พ.ศ. 2553 ในทุกรุ่นน้ำหนักตามกติกาการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่นระดับนานาชาติ อายุระหว่าง 17 ถึง 26 ปี จำนวน 10 คน ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling)

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบไปด้วย

1. ตัวแปรอิสระ (Independent variable) คือ นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยในทุกรุ่นน้ำหนักตามกติกาการแข่งขันสากล และรูปแบบของการชก ได้แก่ รูปแบบรุก แบบรับ และแบบผสมผสาน

2. ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน (Energy expenditure)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครที่เต็มใจเข้าร่วมการวิจัย และไม่มีการบาดเจ็บใด ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมงานวิจัย

2. กลุ่มตัวอย่างได้รับการชี้แจงอย่างละเอียดถึงขั้นตอนต่าง ๆ ของการดำเนินการวิจัย และปฏิบัติตามเงื่อนไขในการวิจัย พร้อมลงชื่อในใบยินยอมของกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าร่วมการทดลอง

3. ใช้สถานที่ทำการทดลองเหมือนกัน และผู้วิจัยเป็นผู้ดูแลการทดลองด้วยตนเองทุกครั้ง โดยจัดสถานการณ์การแข่งขันเหมือนการแข่งขันจริงจำนวน 3 ครั้ง

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวัด มีความแม่นตรง สามารถเชื่อถือได้

ข้อจำกัดของการวิจัย

ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมการประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้เข้าร่วมวิจัยให้เหมือนกันได้ เช่น การรับประทานอาหาร การมีประจำเดือน การพักผ่อน เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

นักกีฬามวยสากลสมัครเล่น (Amateur boxing athletes) หมายถึง นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยชุดปัจจุบันที่เป็นตัวแทนของทีมชาติไทยเข้าร่วมในการเก็บตัวนักกีฬากับทางสมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์เพื่อทำการฝึกซ้อมสำหรับการเตรียมการแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ในปี พ.ศ. 2553 ที่ประเทศจีน เป็นเพศหญิง ที่มีอายุตั้งแต่ 17 ปี และไม่เกิน 26 ปี จำนวน 10 คน

การใช้พลังงาน (Energy expenditure) หมายถึง ปริมาณพลังงานที่ใช้ในแต่ละครั้งของการเคลื่อนไหวร่างกาย หรือออกกำลังกาย มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี (kcal) ทั้งนี้ปริมาณพลังงานที่ใช้ในแต่ละครั้งจะขึ้นกับน้ำหนักตัว ระดับความหนักเบาและเวลาที่ใช้

อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) หมายถึง จำนวนครั้งในการสูบฉีดของโลหิตออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายใน1 นาที มีหน่วยเป็นครั้งต่อนาที

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (VO2 **หรือ** Oxygen uptake) หมายถึง ค่าของการที่ร่างกายมีความต้องการนำออกซิเจนมาใช้ในกระบวนการเผาผลาญพลังงานในร่างกายอันเนื่องมาจากการออกกำลังกาย

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption) หมายถึง ค่าของความสามารถสูงสุดที่ร่างกายมีความต้องการนำออกซิเจนมาใช้ในกระบวนการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงระบบพลังงานที่นำมาใช้ในขณะแข่งขันของกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงในขณะแข่งขันตามกติกาสากล

2. ทำให้ทราบถึงระดับความหนักของการออกกำลังกายในขณะแข่งขันของกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง

3. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้ฝึกสอน นักวิทยาศาสตร์การกีฬา นักโภชนาการและผู้ที่เกี่ยวข้อง นำผลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการวางแผนและจัดโปรแกรมการฝึกซ้อม โปรแกรมทางด้านโภชนาการให้มีความถูกต้อง และเหมาะสมกับนักกีฬาในแต่ละบุคคล เพื่อศักยภาพสูงสุดของนักกีฬาในขณะแข่งขันต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพิ่มเติม รวมถึงการทบทวนเอกสาร ตำรา และวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย มีหัวข้อสำคัญดังต่อไปนี้

1. กีฬามวยสากลสมัครเล่น (Amateur boxing)
   - 1.1. ทักษะเบื้องต้นในกีฬามวยสากลสมัครเล่น
   - 1.2. ทักษะการชกหมัดในกีฬามวยสากล
   - 1.3. รูปแบบของการชก
   - 1.4. องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นสำหรับนักกีฬามวยสากล
   - 1.5. สิ่งที่ควรทราบในกีฬามวยสากลสมัครเล่น
2. การใช้พลังงาน (Energy expenditure)
   - 2.1. พลังงานและแหล่งที่มาของพลังงาน
   - 2.2. ต้นตอของพลังงานที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ
   - 2.3. ระบบของพลังงานที่มีอยู่ในร่างกาย
   - 2.4. ปัจจัยที่มีผลต่อสารต้นตอของการสำรองพลังงาน
   - 2.5. การใช้พลังงานของร่างกาย
   - 2.6. ปัจจัยทั่วไปที่มีผลต่อการเผาผลาญพลังงาน
   - 2.7. ระบบพลังงานในขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ
   - 2.8. การทำงานของระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิกในขณะพักและขณะออกกำลังกาย
   - 2.9. การวัดการใช้พลังงานของร่างกาย
3. จุดเริ่มล้า (Anaerobic threshold : AnT)
   - 3.1. ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับจุดเริ่มล้า
   - 3.2. แอโรบิกเทรดโฮล (Aerobic threshold : AT)
4. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen uptake)
   - 4.1. ตัวบ่งชี้สมรรถภาพความทนทานของร่างกาย
   - 4.2. เครื่องมือวิธีการทดสอบและค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 5.1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ
   - 5.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

1. **กีฬามวยสากลสมัครเล่น** (Amateur boxing)

1.1 ทักษะเบื้องต้นในกีฬามวยสากลสมัครเล่น (น้อม สังข์ทอง, 2541; จรวย แก่นวงษ์คำ, 2546)

การฝึกทักษะขั้นพื้นฐานให้ถูกต้อง เป็นรากฐานที่มีความสำคัญยิ่งต่อผู้เล่น เพราะเป็นองค์ประกอบแรกเริ่มของการเล่นกีฬา จนพัฒนาจนถึงระดับสูงอย่างมั่นคงและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะกีฬามวยสากล เนื่องจากเทคนิคการชกขั้นสูงขึ้นไปจากพื้นฐานของมวยนั้น จะมากไปด้วยกลยุทธ์ และลีลาการชก ซึ่งเป็นแบบเฉพาะของแต่ละคน

ดังนั้นทักษะพื้นฐานที่สำคัญของการชกมวยสากล มีดังต่อไปนี้

1. **การยืนในท่าคุม** หรือการตั้งท่าคุม (Guard) เป็นท่าเริ่มต้นของการต่อสู้ที่สำคัญของผู้ที่ฝึกหัดในการชกมวยใหม่ ๆ ทั้งในขณะเข้าแข่งขัน หรือต่อสู้กับคู่ต่อสู้ เนื่องจากถ้าการตั้งท่าคุมไม่ถูกต้อง ไม่รัดกุม หรือไม่สามารถปิดบังอวัยวะที่สำคัยบางส่วนของร่างกายได้ ก็ย่อมเสียเปรียบหรือมีโอกาสพ่ายแพ้ต่อคู่ต่อสู้ได้ เพราะการชกมวยนั้นต่างฝ่ายต่างก็ใช้ชั้นเชิง ชิงไหวชิงพริบหาจุดอ่อนซึ่งกันและกัน เพื่อทำให้คู่ต่อสู้แพ้โดยเร็ว ซึ่งการตั้งท่าคุมจะมีหลักการคือ น้ำหนักตัวตกลงบนเท้าทั้งสองเท่า ๆ กัน ปลายเท้าชี้ไปทางเดียวกัน ลำตัวงอเล็กน้อย หมัดทั้งสองกำหลวม ๆ หมัดซ้ายอยู่ระดับปลายคางยื่นไปข้างหน้าเล็กน้อย (กรณีถนัดมือขวา การตั้งท่าคุมต้องเอาเท้าซ้ายนำ)

2. **การใช้หมัด** หมัดตรงซ้ายหรือแย็บซ้าย เป็นหมัดที่ควรฝึกเพื่อให้เกิดความชำนาญ มุ่งหมัดไปข้างหน้าให้ตรงเป้าหมาย คว่ำหมัดเล็กน้อย โน้มตัวไปข้างหน้าพร้อมทั้งแรงส่ง มือขวาแนบแก้มอยู่ตลอดใช้สกัดการบุกของคู่ต่อสู้

3. **การเคลื่อนที่ หรือจังหวะเท้า** (Footwork) คือ การที่นักมวยเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ของเวทีทั้งขณะที่เป็นฝ่ายรุกและรับได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการเคลื่อนที่ที่ดีจะต้องทำให้อยู่ในตำแหน่งและระยะที่ถูกต้อง เพื่อที่จะใช้โจมตีและป้องกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ขาจะทำให้การเคลื่อนที่มีความคล่องแคล่ว ว่องไว และมีความชำนาญ ซึ่งการแบ่งทิศทางการเคลื่อนที่สามารถแบ่งออกเป็น 4 ทิศทางได้แก่ การเคลื่อนที่ไปทางข้างหน้า ข้างหลัง ข้างขวา และข้างซ้าย โดยมีหลักการในการเคลื่อนที่หลัก ๆ ดังต่อไปนี้ คือ เวลาเคลื่อนที่อย่ายกเท้าสูงจากพื้นมากนัก พยายามให้ชิดพื้นไว้เสมอ อย่ากระโดดเวลาเคลื่อนที่ อย่าก้าวล้ำขาตัวเอง อาจทำให้เสียการทรงตัวได้ นอกจากนี้อย่าเกร็งกล้ามเนื้อเวลาเคลื่อนที่ และการเคลื่อนที่ทุกครั้งสุดท้ายต้องกลับมาอยู่ที่ท่าคุมที่ถูกต้องเสมอ

1.2 **ทักษะการชกหมัดในกีฬามวยสากล** (น้อม สังข์ทอง, 2541; คู่มือการฝึกสอนกีฬามวยสากล, 2549 อ้างอิงใน ภาคภูมิ แจ้งโพธิ์นาค, 2551)

การชกหมัดต่าง ๆ เมื่อเข้าต่อสู้โต้ตอบกัน ผู้ที่มีความเร็วในการปล่อยหมัดแต่ละหมัดออกไปและมีการป้องกันที่ดี ย่อมมีโอกาสชนะมากกว่า ซึ่งนักมวยสากลต้องฝึกซ้อมทักษะการชกต่าง ๆ นี้ให้เกิดความคล่องแคล่ว ชกถูกเป้าได้อย่างแม่นยำ ทั้งระยะใกล้และระยะไกล ทั้งหมัดซ้ายและหมัดขวา ไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายคู่ต่อสู้ด้วยสันหมัด และมีแรงส่งจากแขน หัวไหล่ เอว และลำตัว จึงจะถูกกติกา และได้คะแนน ดังนั้นทักษะที่สำคัญในการชก มีดังต่อไปนี้

1. **หมัดแย็บ** (Jab) เป็นหมัดที่ชกนำ ได้แก่ หมัดหน้า ถ้าใช้หมัดซ้ายเป็นหมัดนำ การชกหมัดแย็บซ้ายจากท่าคุม ให้พุ่งหมัดหน้าไปหาเป้าหมายด้วยแรงส่งจากไหล่ และสะโพก เหยียดแขนตึง หมัดจะถึงเป้าหมายกำหมัดให้แน่น บิดแขนคว่ำสันหมัด ให้สันหมัดถูกเป้าหมาย ส่วนมือขวา หรือหมัดหลังคุมอยู่ที่คางหรือกราม ศอกวางงอแนบลำตัวไว้ เมื่อหมัดแย็บถูกเป้าหมายแล้วดึงหมัดกลับมาอยู่ในท่าคุมโดยให้หมัดขนานกับพื้น อย่าให้หมัดตกจะเปิดช่องว่างให้คู่ต่อสู้โจมตีกลับได้ ซึ่งหมัดแย็บเป็นหมัดที่มีความสำคัญมากที่สุด เพราะเป็นหมัดพื้นฐานที่นักมวยสากลทุกคนต้องฝึกฝนและพัฒนาการชกให้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้หมัดแย็บยังเป็นหมัดที่เก็บคะแนนได้ดี เนื่องจากผู้ตัดสินมองเห็นได้ชัดเจนจากมุมต่าง ๆ และตัดสินใจให้คะแนนได้ง่ายกว่าหมัดอื่น ๆ

2. **หมัดตรง** (Straight) การชกหมัดตรง มักเป็นการชกด้วยหมัดหลัง หรือหมัดขวา หรือหมัดซ้าย ซึ่งมีความรุนแรงมาก วิธีชกหมัดตรงจากท่าจดมวย คือ เหยียดแขนพุ่งหมัดหลัง หรือหมัดขวา หรือหมัดซ้ายออกไปตรง ๆ สู่เป้าหมาย ให้แขนขนานกับพื้น ด้วยแรงส่งจากเท้าหลัง ลำตัว และไหล่ เมื่อหมัดจะถึงเป้าหมายให้บิดแขนคว่ำหมัดลง กำหมัดให้แน่น หมัดหน้ายกสูงไว้ระดับสายตา เมื่อหมัดถูกเป้าหมายแล้วให้ดึงหมัดกลับในลักษณะเดิม โดยไม่ให้หมัดตก หรือลดแขนลง หมัดตรงเป็นหมัดที่สามารถเก็บคะแนนได้ดีเช่นเดียวกับหมัดแย็บ เนื่องจากผู้ตัดสินมองเห็นได้ชัดเจนในมุมต่าง ๆ และตัดสินใจให้คะแนนได้ง่ายกว่าเมื่อชกถูกบริเวณใบหน้าและลำตัว

3. **หมัดฮุค** (Hook) เป็นหมัดชกสั้นในระยะประชิดตัวที่มีความรุนแรงมาก หมัดฮุคเป็นหมัดที่มีวิถีของหมัดมาจากทางด้านข้าง การชกหมัดฮุคที่ถูกต้องจะต้องเริ่มจากท่าจดมวย กระตุกไหล่ ยกแขน ข้ายงอขึ้น คว่ำหมัดลง ให้ศอกขนานกับพื้น บิดสะโพก หมุนปลายเท้าซ้ายเข้าหาเป้าหมายให้สัมพันธ์กันกับหมัดที่พุ่งออกไป หมัดขวาแนบคาง แขนขวาแนบลำตัว

4. **หมัดอัปเปอร์คัท** (Uppercut) เป็นหมัดที่ชกในลักษณะหมัดพุ่งจากด้านล่างเฉียงขึ้นหาเป้าหมายด้านบน วิธีชก คือ ลดหมัดขวาลงมาจากท่าจดมวยเล็กน้อย อย่าให้ถึงแนวเข็มขัด หรือง้างหมัดจนศอกพ้นลำตัวพร้อมกับหงายหมัดขึ้น กระตุกไหล่ ส่งแรงจากขาขวา และสะโพก ให้

มีความสัมพันธ์กับการเสยหมัดพุ่งไปยังเป้าหมาย ชกไปแล้วอย่าให้หมัดขึ้นสูงเลยคาง หรือใบหน้าเด็ดขาด หมัดอีกข้างยกปิดคางและศอกแนบลำตัวไว้ก้มหน้าเล็กน้อย

1.3 **รูปแบบของการชก** (ทรงศักดิ์ แก่นท้าว, สัมภาษณ์, 5 กันยายน 2552)

รูปแบบของการชก (Style) โดยปกติรูปแบบการชกของนักกีฬามวยสากลนั้น จะพัฒนามาจากทักษะขั้นพื้นฐานในการชก และพัฒนาทักษะให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ เช่น การชกหมัดชุด การชกวงในหรือ การหลอกล่อ เป็นต้น จนกลายมาเป็นรูปแบบเฉพาะเจาะจงของแต่ละบุคคล แต่สามารถแบ่งรูปแบบการชกออกเป็นหลัก ๆ ได้ 3 รูปแบบตามการสังเกตุพฤติกรรมของนักกีฬา ดังต่อไปนี้

1. **การเดินต่อย หรือรุก** (Fighter) เป็นรูปแบบการชกที่นักกีฬาจะเดินหน้าบุกเข้าหาคู่ต่อสู้ก่อนตั้งแต่ยกแรกเป็นส่วนใหญ่ เป็นลักษณะของคนที่ชอบบู๊ ซึ่งจะเดินเข้าไปหาคู่ต่อสู้เพื่อออกหมัดเพื่อทำคะแนนก่อนคู่ต่อสู้

2. **การตั้งรับ** (Boxer) เป็นรูปแบบการชกที่นักกีฬาจะมีการตั้งรับคอยคู่ต่อสู้ที่จะเดินเข้ามาหา ถอยหลบหลีกคู่ต่อสู้ และหาจังหวะในการออกหมัดกลับเพื่อทำคะแนน

3. **การผสมผสาน** (Combination) เป็นการผสมผสานรูปแบบการชกทั้ง 2 แบบ ได้แก่ การเดินต่อย และการตั้งรับ ซึ่งขึ้นกับคู่ต่อสู้ของนักกีฬาที่เข้าทำการแข่งขัน

ซึ่งนักกีฬาแต่ละคนจะมีความถนัดคนละรูปแบบกัน แต่ก็สามารถชกได้ทั้ง 3 รูปแบบ เพราะมีทักษะการชกจากการฝึกซ้อมเป็นพื้นฐาน แต่ถ้านักกีฬาถนัดรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ก็จะจัดโปรแกรมการฝึกที่เน้นรูปแบบนั้น ซึ่งนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นของประเทศไทยจะเป็นรูปแบบการตั้งรับมากกว่ารูปแบบอื่น ๆ แต่ส่วนมากจะขึ้นอยู่กับคู่ต่อสู้ในแต่ละแมทช์ที่เข้าร่วมทำการแข่งขันกับนักกีฬามากกว่าความถนัดของนักกีฬาแต่ละคน

1.4 **องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นสำหรับนักกีฬามวยสากล**(น้อม สังข์ทอง, 2541)

การชกมวยสากลให้ได้ดีนั้น นอกจากจะต้องอาศัยทักษะที่ดี การชกที่ถูกต้องตามกติกาแล้ว การมีสมรรถภาพทางกายที่ดีก็สามารถชี้ผลแพ้ชนะของนักกีฬาได้ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นอง เสียงหล่อ (นอง เสียงหล่อ, 2528) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกาย ความถี่ของการชก และคะแนนที่ได้จากการแข่งขันของนักมวยสากลสมัครเล่น พบว่า สมรรถภาพทางกาย ความถี่ของการชก และคะแนนจากการแข่งขันของนักมวยสากลสมัครเล่นมีความสัมพันธ์กันสูง แสดงว่า การมีสมรรถภาพทางกายที่ดี ย่อมมีความถี่ของการชกหมัดสูง และคะแนนจากการแข่งขันก็มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางกายสูงเช่นกัน จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักมวยสากลสมัครเล่นที่มีความถี่ในการออกหมัดสูง ถูกเป้าหมายและชกถูกต้องตาม

กติกา ย่อมมีโอกาสได้คะแนนจากการแข่งขันสูงกว่านักมวยสากลสมัครเล่นที่มีความถี่ในการออกหมัดต่ำ ตามกติกาการชกมวยสากลสมัครเล่นในการแข่งขัน จะพิจารณาการให้คะแนนจากจำนวนหมัด หรือความถี่ของการชกที่ถูกต้องตามกติกานั่นเอง เพราะฉะนั้นนักมวยสากลที่มีทักษะต่าง ๆ ของการชกดีพอ ๆ กัน ทำให้สมรรถภาพทางกายเป็นเครื่องชี้ผลแพ้ชนะของนักมวยสากลได้ ซึ่งองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่สำคัญสำหรับการชกมวยสากล แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. **ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ** (Muscular strength) หมายถึง ความสามารถสูงสุดที่เกิดจากหดตัวครั้งหนึ่งของกล้ามเนื้อ เพื่อเคลื่อนน้ำหนักหรือต้านน้ำหนัก หรือแรงที่มากระทำเพียงครั้งเดียวโดยไม่จำกัดเวลา เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนในการชกหมัดต่าง ๆ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในการเคลื่อนไหว ซึ่งการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควรจะคำนึงถึงความหนัก ระยะเวลา และความบ่อยในการฝึกเป็นสำคัญ นอกจากนี้ควรจะเพิ่มความแข็งแรงในทุกส่วนของร่างกาย เพราะการชกมวยสากลจะใช้ทุกส่วนของร่างกายอย่างสัมพันธ์กัน

2. **ความอดทน** (Endurance) หมายถึง การที่ร่างกายมีความสามารถที่จะประกอบกิจกรรมการอออกกำลังกายได้เป็นเวลานานโดยที่ไม่มีเหนื่อย เมื่อยล้า หรืออ่อนเพลีย ซึ่งแยกออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่สามารถทำงานซึ่งมีความหนักพอประมาณ โดยใช้กลุ่มกล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกันติดต่อกันได้เป็นเวลานานโดยไม่เสื่อมประสิทธิภาพ ไม่เมื่อยล้า เช่น การทำลุก – นั่งติดต่อกันนาน ๆ การดึงข้อ การวิดพื้น เป็นต้น

- ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด (Cardiovascular endurance) หมายถึง คุณสมบัติที่ร่างกายสามารถทนต่อกิจกรรมการออกกำลังกายหนัก ๆ ติดต่อกันได้เป็นเวลานาน หรือกิจกรรมที่มีการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ของร่างกายเป็นจำนวนมาก หรือกิจกรรมที่มีขบวนการใช้ออกซิเจนในการออกกำลังกาย เช่น วิ่ง ว่ายน้ำ ขี่จักรยาน เป็นต้น เพราะกิจกรรมเหล่านี้ จะกระตุ้นหัวใจ และระบบไหลเวียนเลือดกับระบบหายใจให้ทำงานในระดับสูงกว่าปกติอย่างมีประสิทธิภาพ

3. **ความอ่อนตัว** (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวให้ได้มุมของการเคลื่อนไหวอย่างเต็มที่ของข้อต่อแต่ละข้อต่อ วัดได้เป็นองศา ซึ่งเป็นความสามารถในการยืดเหยียดและการหดตัวของเนื้อเยื่อ (Tissue) เอ็น (Ligament) และกล้ามเนื้อ (Muscle) เช่น การก้มโดยใช้ปลายนิ้วแตะพื้น เป็นความสามารถของข้อต่อที่สะโพก กล้ามเนื้อขา และหลัง เป็นต้น โดยโครงสร้างทางสรีรวิทยาของข้อต่อ ช่วยให้เราสามารถกำหนดองศาของระดับการยืดหยุ่นได้ ซึ่งการฝึกความอ่อนตัวในการชกมวยสากล เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้กล้ามเนื้อ มีประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี เช่น การเคลื่อนที่ในทิศทางต่าง ๆ เพื่อชกหมัดโต้ตอบและป้องกันคู่ต่อสู้

เป็นต้น ควรทำท่าซ้ำ ๆ และเป็นประจำสม่ำเสมอ จะช่วยให้นักกีฬาผ่อนคลาย และมีความกระฉับกระเฉงมากยิ่งขึ้น

4. **ความเร็ว** (Speed) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวและคลายตัวได้เต็มที่ และรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้นที่สุด ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่น เช่น ความเร็วในการชกหมัด ความเร็วในการป้องกันคู่ต่อสู้ เป็นต้น การฝึกจะต้องฝึกให้ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อทำงานประสานสัมพันธ์กัน เช่น นักมวยสากลจะต้องมีความสัมพันธ์กันของมือ ตา และเท้า ในการสังเกตการเคลื่อนไหวของฝ่ายตรงข้าม และตัดสินใจโต้ตอบด้วยความเร็วที่ใช้เวลาให้น้อยที่สุด เป็นต้น

5. **ความคล่องแคล่วว่องไว** (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนท่าทางของร่างกาย หรือทิศทางของการเคลื่อนไหวตามความต้องการได้อย่างทันทีทันใด เช่น การโยกหลบหลีกหมัดของคู่ต่อสู้ในการแข่งขัน เป็นต้น

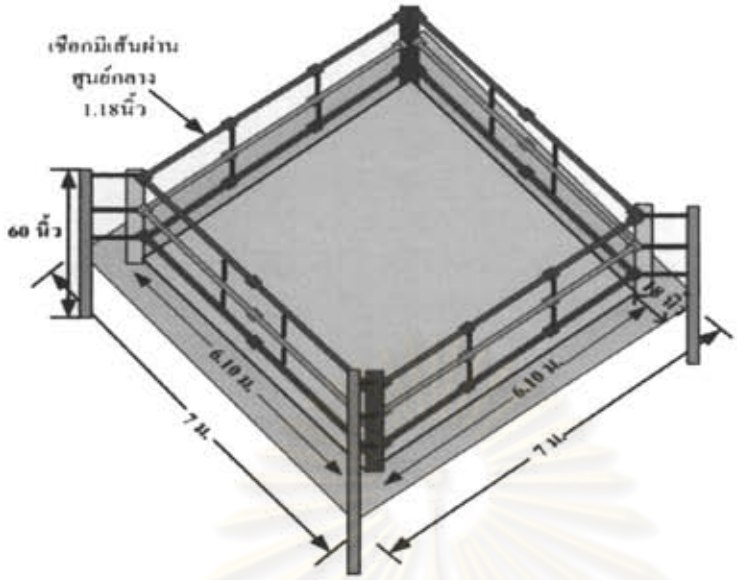
นอกจากนี้ในปัจจุบัน **องค์ประกอบของร่างกาย** (Body composition) ก็เป็นองค์ประกอบอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้นักกีฬามีสมรรถภาพทางกายที่ดี เนื่องมาจากการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่นนั้น จะใช้น้ำหนักตัวเป็นเกณฑ์ในการแข่งขัน ซึ่งจะเน้นที่ปริมาณไขมันในร่างกาย เพราะการมีไขมันส่วนเกิน ไม่เหมาะสมกับร่างกาย จะมีความเกี่ยวข้องกับข้อจำกัดของสุขภาพและสมรรถภาพทางกาย โดยปริมาณไขมันในร่างกายจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว ปริมาณที่พอเหมาะของร่างกาย หญิงไม่ควรเกิน 23% ชายไม่เกิน 16% สำหรับนักกีฬาหญิงไม่ควรเกิน 15% และชายไม่ควรเกิน 10% (วาสนา คุณาอภิสิทธิ์. 2541: 15 อ้างอิงใน เทเวศน์ พิริยะพฤนท์, 2541)

1.5 สิ่งที่ควรทราบในกีฬามวยสากลสมัครเล่น

(http://www2.sat.or.th/sportslearning/index3.asp?clicktype=1)

สังเวียน (The ring) สังเวียนเล็กต้องมีขนาด 4.90 x 4.90 ม. (16 ฟุต x 16 ฟุต) และสังเวียนขนาดใหญ่ต้องมีขนาด 6.10 x 6.10 ม. (20 ฟุต x 20 ฟุต) ซึ่งวัดภายในของเชือกการแข่งขันเพื่อความชนะเลิศระหว่างประเทศต้องใช้สังเวียนขนาด 6.10 x 6.10 ม. พื้นสังเวียนต้องสูงจากพื้นดินหรือฐานไม่น้อยกว่า 91 ซ.ม. (3 ฟุต) หรือมากกว่า 1.22 ม. (4 ฟุต)

สังเวียนมวยสากล



ภาพที่ 1 สังเวียนมวยสากลสมัครเล่น

(http://www2.sat.or.th/sportslearning/index.asp?clicktype=3&senttext=40)

นวมที่ใช้ในการแข่งขัน (Authorized gloves) นวมต้องมีน้ำหนัก 10 ออนซ์ (284 กรัม) ส่วนที่เป็นหนังต้องหนักไม่เกินครึ่งหนึ่งของน้ำหนักนวมทั้งหมดและไส้นวมต้องไม่ถูกทำให้เคลื่อนไป จากความเป็นจริงหรือแตกจากกัน สำหรับการแข่งขันนานาชาติใด ๆ ที่ A.I.B.A ให้การรับรอง นักมวยต้องสวมนวมชนิด Velcro เท่านั้น ให้ใช้นวมที่สะอาด และใช้การได้เท่านั้น

การจำแนกรุ่น (Weight classification) สามารถจำแนกรุ่นของการแข่งขันนานาชาติ ดังนี้

1. รุ่นพินเวท ชาย - - กก. หญิง - 46 กก.
2. รุ่นไลท์ฟลายเวท ชาย - 48 กก. หญิง 46 - 48 กก.
3. รุ่นฟลายเวท ชาย 48 - 51 กก. หญิง 48 - 50 กก.
4. รุ่นไลท์แบนตั้มเวท ชาย - - หญิง 50 - 52 กก.
5. รุ่นแบนตั้มเวท ชาย 51 - 54 กก. หญิง 52 -54 กก.
6. รุ่นเฟเธอร์เวท ชาย 54 - 57 กก. หญิง 54 - 57 กก.
7. รุ่นไลท์เวท ชาย 57 - 60 กก. หญิง 57 - 60 กก.
8. รุ่นไลท์เวลเตอร์เวท ชาย 60 - 64 กก. หญิง 60 - 63 กก.
9. รุ่นเวลเตอร์เวท ชาย 64 - 69 กก. หญิง 63 - 66 กก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. รุ่นไลท์มิดเดิลเวท ชาย - - หญิง 66 -70 กก.

11. รุ่นมิดเดิลเวท ชาย 69 - 75 กก. หญิง 70 -75 กก.

12. รุ่นไลท์เฮฟวี่เวท ชาย 75 - 81 กก. หญิง 75 - 80 กก.

13. รุ่นเฮฟวี่เวท ชาย 81 - 91 กก. หญิง 80 - 86 กก.

14. รุ่นซูเปอร์ไลท์เฮฟวี่เวท ชาย 91+ กก. - - -

ดังนั้นจำนวนรุ่นในการแข่งขัน ชายรวม 11 รุ่น หญิงรวม 13 รุ่น

หมายเหตุ การชั่งน้ำหนักตัวในมวยสากลสมัครเล่นใช้ชั่งใน " ระบบเมตริก " เท่านั้น

จำนวนยก (Rounds)

- การแข่งขันระดับโลก โอลิมปิคส์ และการแข่งขันเพื่อความชนะเลิศของทวีปและการแข่งขันอื่น ๆ : ในการแข่งขันระดับโลก โอลิมปิคส์ หรือการแข่งขันเพื่อความชนะเลิศของทวีปหรือการแข่งขันอื่น ๆ ให้มีการแข่งขัน 4 ยก ยกละ 2 นาที (กติกาข้อนี้ให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2542 เป็นต้นไป) การหยุดการแข่งขันเพื่อตำหนิโทษ เตือน จัดเครื่องแต่งกาย หรืออุปกรณ์ของนักมวยให้เรียบร้อยหรือด้วยเหตุอื่น ๆ ไม่นับรวมใน 2 นาที ดังกล่าว การพักระหว่างยกต้องให้ได้ 1 นาทีเต็ม ไม่อนุญาตให้มีการเพิ่มจำนวนยก

- การแข่งขันระหว่างประเทศ : ในการแข่งขันระหว่างประเทศโดยปกติจำนวนยกจะเหมือนกับที่กล่าวไว้ข้างต้น แต่ถ้าได้มีการตกลงกันไว้ก่อน อาจทำการแข่งขัน 3 ยก หรือ 4 ยก ยกละ 3 นาที หรือ 6 ยก ยกละ 2 นาที ก็ได้ การพักระหว่างยกใช้เวลา 1 นาที เสมอไป

2. การใช้พลังงาน (Energy expenditure)

2.1 พลังงานและแหล่งที่มาของพลังงาน

พลังงาน (Energy) หมายถึง ความสามารถในการทำงานหรือทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ พลังงานโดยทั่วไปมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบสามารถทำให้เกิดพลังงานความร้อน (Heat) ได้ ดังนั้นการวัดพลังงานจึงมีหน่วยเป็นแคลอรี (Calorie : cal) ซึ่งหมายถึง พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส เนื่องจากแคลอรีเป็นหน่วยที่เล็ก การวัดพลังงานจึงนิยมใช้หน่วยที่ใหญ่ขึ้น คือ กิโลแคลอรี (Kilocalorie : kcal) ซึ่ง 1 kcal = 1,000 cal ซึ่งจำนวนแคลลอรีที่ร่างกายต้องการขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น กิจกรรมทางกาย ปริมาณกล้ามเนื้อของหัวใจ อัตราเมแทบอลิซึมพื้นฐาน ประสิทธิภาพของการย่อยอาหาร และน้ำหนักของร่างกาย เป็นต้น (ประดิษฐ์ มีสุข, 2546)

เนื่องจากแต่ละเซลล์ภายในร่างกายต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีวิต หากร่างกายทำงานหนักขึ้นก็จะต้องการพลังงานมากขึ้น แม้กระทั่งในขณะหลับร่างกายก็ยังคงต้องการพลังงาน โดยพลังงานดังกล่าวได้มาจากอาหารที่รับประทาน นั่นคือ เมื่อรับประทานอาหาร โมเลกุลของสารเคมีที่อยู่ภายในอาหารจะถูกย่อย (Digestion) ให้เป็นโมเลกุลที่เล็กลง โมเลกุลเหล่านี้จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด (Absorption) และถูกขนส่งไปให้เซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย (Transportation) ก่อนที่จะถูกเผาไหม้โดยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้พลังงานแก่ร่างกาย

แหล่งที่มาของพลังงาน (สนธยา สีละมาด, 2551)

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดของร่างกาย เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานแหล่งแรกที่จะถูกนำมาใช้ในขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ นอกจากนี้ คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานเพียงชนิดเดียวของสมองและระบบประสาท และมีบทบาทอย่างมากต่อการทำงานของระบบต่างๆ ภายในร่างกาย

อาหารตามธรรมชาติที่เรารับประทาน เช่น ขนมปัง พาสต้า ข้าว แป้ง และน้ำตาล จะประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่มีโครงสร้างซับซ้อน (Complex carbohydrate) ซึ่งจะถูกย่อยสลายให้เป็นหน่วยย่อยที่มีขนาดเล็กลง เรียกว่า กลูโคส (Glucose) ก่อนที่จะซึมเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานของร่างกายต่อไป

ร่างกายไม่สามารถเก็บสะสมคาร์โบไฮเดรตในรูปกลูโคสได้ ดังนั้น กลูโคสที่เหลือใช้จะรวมตัวกันเป็นแขนงโพลีเมอร์ของคาร์โบไฮเดรต เรียกว่า ไกลโคเจน (Glycogen) ซึ่งจะถูกเก็บสะสมไว้ภายในตับและในกล้ามเนื้อ เมื่อใดก็ตามที่ร่างกายต้องการพลังงาน ไกลโคเจนเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นกลูโคสอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะสามารถนำไปใช้ได้ คาร์โบไฮเดรตให้พลังงานไม่มากเมื่อเทียบกับไขมัน โดยคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 4 กิโลแคลอรี และร่างกายสามารถเก็บสะสมพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี ซึ่งสามารถใช้ในการออกกำลังกายได้ต่อเนื่องประมาณ 90 นาที ที่ระดับความหนัก 60% - 80% VO_{2max} (Sherman, W. M. 1995) คาร์โบไฮเดรตจะถูกเผาผลาญในขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง และเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับสารอาหารชนิดอื่น ๆ

ไขมัน (Lipid)

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

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

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

เมื่อรับประทานอาหารที่มีไขมัน เช่น เนย น้ำมัน เนยเทียม ไขมันสัตว์ ไตรกลีเซอร์ไรด์จะถูกย่อยให้เป็นกรดไขมันที่มีความยาวของห่วงโซ่ต่างกันและสารอื่น ๆ ที่ละลายในไขมัน เช่น วิตามิน คอเลสเตอรอล กรดไขมันที่มีความยาวของห่วงโซ่ขนาดสั้นและขนาดกลาง (Short - and Medium - chain fatty acids) จะซึมเข้าสู่ผนังของลำไส้เล็กแล้วเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตโดยตรง ส่วนกรดไขมันที่มีความยาวของห่วงโซ่ขนาดยาว (Long - chain fatty acid) เมื่อซึมเข้าสู่ผนังของลำไส้เล็กแล้ว จะรวมตัวกับกลีเซอรอลเป็นไตรกลีเซอร์ไรด์อีกครั้ง (Re - esterification) แล้วจึงรวมผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ได้จากการย่อยไขมัน เป็นหยดไขมันเล็ก ๆ (Lipid droplet) ก่อนที่จะถูกหุ้มด้วยโปรตีน แล้วกลายเป็นไคโลไมครอน (Chylomicron) ซึ่งจะถูกขนส่งไปตามระบบน้ำเหลือง ก่อนที่จะเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิต แล้วไปตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย ถ้าร่างกายต้องการพลังงาน ไคโลไมครอนและกรดไขมันที่มีความยาวของห่วงโซ่ขนาดสั้นและกลาง จะถูกย่อยโดยเอนไซม์ไลโปโปรตีน ไลเปส (Lipoprotein lipase : LPL) ที่อยู่บริเวณผนังของหลอดเลือดขนาดเล็กและหลอดเลือดฝอย แต่หากรับประทานอาหารที่มีไขมันมาก ๆ หรือร่างกายไม่ต้องการพลังงานสารดังกล่าวจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไตรกลีเซอไรด์ เก็บสะสมอยู่ในร่างกายในรูปของเนื้อเยื่อไขมัน และเก็บในกล้ามเนื้อในรูปหยดไขมัน

โมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์ที่เก็บสะสมในร่างกายมากกว่าร้อยละ 80 จะรวมกันอยู่ในรูปเนื้อเยื่อไขมัน เรียกว่า "Adipose tissue" ซึ่งสามารถพบได้ที่บริเวณต่าง ๆ ได้แก่ ชั้นใต้ผิวหนัง (Subcutaneous fat) ภายในช่องท้องและอวัยวะภายใน (Visceral fat) และส่วนที่เหลือ (ประมาณ 2% - 3%) จะเก็บสะสมอยู่ภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ (Intramuscular triglyceride) ในรูปของหยดไขมัน (Lipid droplet) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งของการเกิดการเผาผลาญในไมโตคอนเดรียของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะให้พลังงานประมาณ 2,000 – 3,000 กิโลแคลอรี และจะถูกนำมาใช้ในช่วงต้นของการออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง

โปรตีน (Protein)

โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีโครงสร้างซับซ้อน ประกอบด้วยห่วงโซ่ของโมเลกุลเล็ก ๆ ที่เรียกว่า กรดอะมิโน (Amino acid) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ (Peptide bond) โปรตีนมีหน้าที่สำคัญในการเจริญเติบโต และซ่อมแซมเนื้อเยื่อและเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยปกติร่างกายจะไม่นำโปรตีนมาเป็นแหล่งพลังงานยกเว้นในบางสภาวะ เช่น สภาวะอดอาหาร หรือการออกกำลังกายที่ใช้เวลานาน ๆ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ร่างกายจะได้รับพลังงานจากโปรตีนประมาณ 5% - 10% ในขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลางเป็นเวลานาน โดยโปรตีน 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี เช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรต

โปรตีนจากอาหารที่รับประทาน เช่น เนื้อ ปลา ถั่ว เมล็ดพืช จะถูกย่อยสลายเป็นกรดอะมิโนและดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต ก่อนจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการเผาผลาญเพื่อให้พลังงาน โดยปกติร่างกายจะไม่สามารถเก็บสะสมโปรตีนไว้ได้ การรับประทานโปรตีนมากเกินไป จะทำให้เกิดอันตรายต่อตับและไต เนื่องจากมีหน้าที่ในการกำจัดโปรตีนที่มีมากเกินความต้องการ

2.2 **ต้นตอของพลังงานที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ** (ชูศักดิ์ เวชแพศย์; และ กันยา ปาละวิวัธน์, 2536)

ต้นตอที่สำคัญของพลังงานที่ใช้ในการทำงานคือ คาร์โบไฮเดรตหรือไขมัน ต้องการสารเคมีหลายอย่างสำหรับเป็นพาหะของพลังงานภายในเซลล์ เพื่อให้คาร์โบไฮเดรตหรือไขมันเปลี่ยนสู่จุดที่สามารถมีปฏิกิริยาในทางชีววิทยาได้ อะดีโนสินไตรฟอสเฟต (Adenosine triphosphate, ATP) เป็นสารที่สำคัญในการแลกเปลี่ยนพลังงาน นอกจากนี้ครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine phosphate, CP) หรือที่เรียกว่า ฟอสโฟครีเอทีน (Phosphocreatine, PC) ก็เป็นสารที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งทั้ง 2 สารนี้ เป็นฟอสเฟตที่ให้พลังงานสูง พบได้ในเซลล์ทั่ว ๆ ไป แต่พบมากในเซลล์ของกล้ามเนื้อ

ลำดับขั้นการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อ มีดังนี้ คือ

1. **เอทีพี** เป็นต้นตอของพลังงานที่กล้ามเนื้อต้องใช้โดยตรง คือ

ATP --------> ADP + P + พลังงาน

แต่ เอทีพี ที่สำรองอยู่ในกล้ามเนื้อมีไม่มากนัก สามารถใช้ในการออกกำลังกายได้เพียงประมาณ 3 วินาที ก่อนที่จะถูกสร้างขึ้นใหม่ ภายในเซลล์จะมีกลไกที่มีความไวในการตรวจสอบระดับความเข้มข้นของ เอทีพี และ เอดีพี การตรวจพบว่ามีระดับของ เอทีพี และ เอดีพี ต่ำ จะกระตุ้นให้มีการแตกตัวของสารอาหารที่เก็บสะสมอยู่ในร่างกาย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน การแตกตัวของสารอาหารเหล่านี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความหนักของการออกกำลังกาย (Exercise intensity) สภาวะโภชนาการของบุคคล (Nutritional status) ระดับสมรรถภาพ

ทางกาย (Fitness level) พันธุกรรม (Genetic) เป็นต้น เอทีพี ไม่สามารถได้มาจากกระแสเลือดหรือเนื้อเยื่ออื่น ๆ แต่ต้องได้มาจากการสร้างใหม่ (Resynthesis) ภายในเซลล์ ดังนั้น ร่างกายจึงมีวิธีการในการสร้างขึ้นใหม่ในกรณีที่ เอทีพี ที่เก็บสะสมไว้มีปริมาณลดลง การฝึกด้วยการออกกำลังกายจะทำให้ร่างกายมีการปรับตัวโดย การเพิ่มประสิทธิภาพของขบวนการในการสร้างใหม่ของเอทีพี

2. **ครีเอทีนฟอสเฟต** เป็นต้นตอของพลังงานที่อยู่ในกล้ามเนื้อสามารถเก็บไว้ได้มากคือ

Creatine Phosphate + ADP --------> creatine + ATP

ครีเอทีนฟอสเฟตจะถ่ายพลังงานให้กับ เอดีพี เพื่อสร้าง เอทีพี ขึ้นใหม่ การถ่ายทอดนี้กระทำได้รวดเร็วพอสมควร

3. **ไกลโคเจน** เป็นต้นตอของพลังงานที่กล้ามเนื้อสะสมไว้ เปรียบเทียบได้กับวัตถุดิบที่ใช้เพื่อให้พลังงาน แต่ไกลโคเจนจะต้องสลายโดยผ่านขบวนการปฏิกิริยาเคมีหลายอย่าง จึงจะได้พลังงานออกมาใช้

อาจกล่าวโดยย่อได้ดังนี้คือ การสลายไกลโคเจนแบ่งได้เป็น 2 ขั้น ขั้นแรกไกลโคเจนจะสลายเป็นกรดไพรูวิก (Pyruvic Acid) ขบวนการนี้ไม่ใช้ออกซิเจน จึงเรียกว่าเป็นแอนแอโรบิกเมแทบอลิซึม การเปลี่ยนแปลงต่อไปจากขั้นนี้อาจเป็นไปได้ 2 ทางคือ

1. เมื่อกล้ามเนื้อมีออกซิเจนใช้ กรดไพรูวิกที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนต่อไปตามขบวนการเคมี ทำให้พลังงานออกมาใช้ได้มากมาย จึงเรียกว่า เป็นแอโรบิกเมแทบอลิซึม

2. ถ้ากล้ามเนื้อไม่มีออกซิเจนใช้ เมแทบอลิซึมชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะดำเนินต่อไปและกรดไพรูวิกเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติก และคั่งอยู่ในกล้ามเนื้อ กรดแลคติกนี้เองที่เป็นตัวขัดขวางไม่ให้กล้ามเนื้อทำงานต่อไปได้พลังงานที่ได้จากแอโรบิกเมแทบอลิซึม และแอนแอโรบิกเมแทบอลิซึมไม่เท่ากัน คือพลังงานจากกรรมวิธีแอนแอโรบิกจะได้พลังงานน้อยกว่า ในการสลายไกลโคเจนเป็นแลคเทต เมื่อคิดพลังงานจากกลูโคส จะพบว่ากลูโคส 1 โมเลกุล ให้พลังงาน 55 กิโลแคลอรี (ไกลโคเจน 1 โมเลกุล ประกอบด้วย กลูโคสโมเลกุลมากมาย) ส่วนกรรมวิธีของแอโรบิกเมแทบอลิซึม จะได้พลังงานมากกว่านี้คือ กลูโคส 1 โมเลกุล จะสลายได้พลังงานถึง 686 กิโลแคลอรี ซึ่งจะเก็บไว้ในรูปของ เอทีพี 38 โมเลกุล 1 โมเลกุลของ เอทีพี ให้พลังงาน 8 แคลอรี จะเห็นได้ว่าพลังงานกว่าครึ่งเสียไปในรูปของความร้อน พลังความร้อนนี้ไม่สามารถนำไปใช้ทำงานได้ แต่นำมาใช้ในการรักษาอุณหภูมิภายในกายให้คงที่ที่อุณหภูมิพอเหมาะซึ่งเอนไซม์ต่าง ๆ จะทำงานได้ดี

2.3 ระบบของพลังงานที่มีอยู่ในร่างกาย (McArdle; Katch, and Katch, 2007; ชูศักดิ์ เวชแพศย์; และ กันยา ปาละวิวัธน์. 2536)

ตามหลักสรีรวิทยาการกีฬา การฝึกซ้อม หรือการแข่งขันของนักกีฬานั้น จะต้องใช้พลังงานจากอาหาร และเมื่อสารอาหารถูกดูดซึม และเปลี่ยนไปตามขบวนการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย ทำให้เกิดพลังงานขึ้น ซึ่งระบบพลังงานของร่างกายสามารถแบ่งได้ 3 ระบบ ดังต่อไปนี้

1. ระบบฟอสฟาเจน หรือ เอทีพี – พีซี (Phosphagens or ATP - CP)

เป็นแหล่งพลังงานจาก เอทีพี – พีซี (พลัง) อาจเรียกได้อีกอย่างว่า ระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen / Immediate energy system) หรือระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก อแล็กเตท (Anaerobic alactate System) หมายถึงระบบที่ใช้พลังงานจาก เอทีพี และฟอสโฟครีเอทีน (พีซี) จำนวนพลังงานของระบบฟอสฟาเจนที่มีอยู่ในร่างกาย ได้แสดงไว้ดังตารางข้างล่าง (ตารางที่ 1) สังเกตว่าฟอสฟาเจนที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อทั่วร่างกายมีเพียง 570 – 690 มิลลิโมล เมื่อคิดเป็นพลังงานจะได้ 5.7 – 6.9 กิโลแคลอรี ซึ่งเป็นจำนวนที่น้อย เพราะสามารถใช้ในการออกกำลังกายอย่างหนักได้เพียง 10 วินาทีเท่านั้น เช่น สำหรับการวิ่ง 100 เมตร แต่มีข้อได้เปรียบคือ ร่างกายสามารถนำพลังงานชนิดนี้มาใช้ได้โดยรวดเร็ว จึงเป็นการใช้พลังงานในการออกกำลังกายหรือประกอบกิจกรรมที่มีระยะเวลาสั้น ๆ (ต่ำกว่า 10 วินาที) สารอาหารที่ใช้เป็นแหล่งพลังงาน คือ คาร์โบไฮเดรต เนื่องจากร่างกายจะสะสม ซีพี มากกว่า เอทีพี ประมาณ 3 – 5 เท่า ดังนั้น เอทีพี ที่สะสมอยู่เดิมตามธรรมชาติเมื่อรวมกับ เอทีพี ที่ถูกสร้างขึ้นใหม่จาก ซีพี จะให้พลังงานในการทำกิจกรรมได้นานประมาณ 10 วินาทีนั่นเอง ระบบพลังงานนี้มีความจำเป็นสำหรับการเริ่มทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะกิจกรรมที่ต้องใช้พลังงานสูง ๆ เช่น การยกน้ำหนัก การเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการทำปฏิกิริยา

	ATP	PC	TOTAL PHOSPHAGEN (ATP + PC)
1. Muscular concentration			
a. mM/kg muscle*	4 – 6	15 – 17	19 – 23
b. mM total muscle mass**	120 – 180	450 – 510	570 – 690
2. Useful energy***			
a. kcal/kg muscle	0.04 – 0.06	0.15 – 0.17	0.19 – 0.23
b. kcal total muscle mass	1.2 – 1.6	4.5 – 5.1	5.7 – 6.9

* Based on data from Hultman / and Karlsson

** Assuming 30 kg. of muscle in a 70 – kg man.

*** Assuming 10 kcal per mole ATP.

ตารางที่ 1 การแสดงจำนวนพลังงานของระบบฟอสฟาเจน (เอทีพี – พีซี) ที่มีในร่างกาย (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. 2536)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ระบบแอนแอโรบิก (กรดแลคติก)

แหล่งพลังงานจาก กรดแลคติก (ความเร็ว) เรียกได้ว่า ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic / Lactic acid system / Anaerobic glycolysis) **หรือ ระบบแอนแอโรบิก แล็กเตท** (Anerobic Lactate System) **หมายถึง พลังงานที่ได้ในร่างกายจากการสลายไกลโคเจนในระบบแอนแอโรบิก ซึ่งไม่ใช้ออกซิเจนได้แสดงไว้ในตารางที่ 2**

	PER kg MUSCLE	TOTAL MUSCLE MASS
1. Maximal lactic acid tolerance (grams)**	2.0 – 2.3	60 – 70
2. ATP formation (millimoles)	33 – 38	1000 – 2000
3. Useful energy (kilocalories)	0.33 – 0.38	10.0 – 12.0

** Based on data from Karisson., 1971

ตารางที่ 2 การแสดงระบบพลังงานของระบบแลคติกที่มีในร่างกาย ซึ่งเป็นระบบที่ได้จากการสลายไกลโคเจนชนิดแอนแอโรบิก (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. 2536)

ดังนั้น การออกกำลังกายหรือประกอบกิจกรรมที่มีระยะเวลาประมาณ 10 วินาที ถึง 2 นาที สารอาหารที่ใช้เป็นแหล่งพลังงาน คือ คาร์โบไฮเดรตและไขมันบ้างเล็กน้อย เนื่องมาจาก ไกลโคไลซิส (Glycolysis) **เป็นกระบวนการในการแตกตัวของกลูโคสหรือไกลโคเจน ซึ่งเกิดขึ้นในไซโตพลาสซึม** (Cytoplasm) **ของเซลล์ โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจน** (Anaerobic system) **จึงสามารถให้ได้พลังงาน ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการสร้างขึ้นใหม่ของ เอทีพี ได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ปฏิกิริยาการแตกตัวแตกตัวของกลูโคสและไกลโคเจนในระบบพลังงานนี้จะทำให้เกิดกรดแลคติก** (Lactic acid : LA) **ดังสมการ**

$$\text{Glucose} \longrightarrow 2ATP + 2LA + Heat$$

$$\text{Glycogen} \longrightarrow 3ATP + 2LA + Heat$$

เมื่อกรดแลคติกถูกสร้างขึ้นในกล้ามเนื้อ ในปริมาณที่มากเกินกว่าที่ระบบไหลเวียนโลหิตจะจำกัดออกได้ จะทำให้มีการบกวนต่อกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อ และส่งผลให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อ (Muscle fatigue) **นอกจากนี้ การออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลานาน โดยยังคงใช้ระบบแอนแอโรบิก จะทำให้เกิดการเป็นหนี้ออกซิเจน** (Oxygen debt) **หมายถึง ภาวะที่ร่างกายมีความต้องการพลังงานและออกซิเจนในปริมาณที่มากเกินกว่าที่ระบบพลังงานจะให้ได้ การเป็น**

หนี้ดังกล่าวจำเป็นต้องมีการจ่ายคืนให้ภายหลัง และทางที่สามารถทำได้คือการลดความหนักของการออกกำลังกายลงหรือหยุดทำกิจกรรม ระบบพลังงานชนิดนี้จึงไม่ใช่ระบบที่มีประสิทธิภาพที่สุด

พลังงานที่ได้จากการแตกตัวของกลูโคสและไกลโคเจน แบบแอนแอโรบิกนี้ ไกลโคเจน 1 โมล หรือ 180 กรัมสามารถสลายให้สามารถนำไปใช้สร้าง เอทีพี ได้ 2 – 3 เอทีพี และจะทำให้เกิดกรดแลคติก 180 กรัม แต่ร่างกายจะทนกรดแลคติกได้เพียง 60 – 70 กรัม เท่านั้น ร่างกายจึงสังเคราะห์ เอทีพี เพื่อใช้งานได้เพียง 1 – 1.2 โมล ทำให้พลังงานที่ได้จะไม่สามารถคงการทำงานที่ใช้เวลานาน ๆ ได้ นั่นคือ สามารถคงการทำกิจกรรมได้นานเพียงประมาณ 3 นาทีเท่านั้น แต่การใช้พลังงานในระบบกรดแลคติกนี้มีความสำคัญในการออกกำลังกายระยะสั้น 1 – 3 นาที ซึ่งเทียบได้กับการวิ่ง 400 – 800 เมตร เลยทีเดียว

3. ระบบแอโรบิก

แหล่งพลังงานจากออกซิเจน (ความอดทน) หรือระบบพลังงานแอโรบิก (Aerobic system / Aerobic glycolysis) เป็นระบบพลังงานที่ต้องใช้ออกซิเจนในการทำปฏิกิริยา เมื่อมีออกซิเจน ไกลโคเจน 1 โมล สามารถสลายพลังงานเป็น เอทีพี ถึง 39 โมล เป็นการยากที่จะประมาณค่าพลังงานในกล้ามเนื้อทั้งหมดที่ได้รับจากระบบแอโรบิก เพราะร่างกายใช้พลังงานจากอาหาร 3 อย่าง คือ คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน และโปรตีน ดังสมการ

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 38ATP + 6CO_2 + 6H_2O + heat$$

$$Fatty\ acid + O_2 \longrightarrow 129ATP + CO_2 + H_2O + heat$$

ระบบแอโรบิกจะใช้เวลาประมาณ 2 – 3 นาที ที่จะเผาไหม้ให้ได้พลังงานสำหรับสร้าง เอทีพี ขึ้นมาใหม่ โดยระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตจะต้องนำออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้ออย่างเพียงพอต่อการเผาผลาญสารอาหาร ระบบพลังงานชนิดนี้จึงทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกในปริมาณไม่มาก ทำให้นักกีฬาสามารถออกกำลังกายได้เป็นระยะเวลานาน ความสามารถในการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงได้นานขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด หรือเรียกว่า VO_{2max} และแอนแอโรบิกเทรดโฮล (Anaerobic threshold : AnT) จึงเป็นระบบที่มีการออกกำลังกาย หรือประกอบกิจกรรมที่มีระยะเวลานานกว่า 2 นาที ถึงหลายชั่วโมง

แต่เพื่อการเปรียบเทียบระบบแอนแอโรบิกจึงคิดพลังงานที่ได้จากไกลโคเจนของกล้ามเนื้อแต่เพียงอย่างเดียว ได้แสดงไว้ในภาพประกอบ 6 จะเห็นได้ว่าจำนวน เอทีพี ที่ได้มานั้นมีค่า 87 – 98 โมล ซึ่งค่ามากกว่าพลังงานที่ได้รับจากระบบอื่นอีก 2 ระบบ ถึง 50 เท่า นอกจากนั้นยังมี

ไกลโคเจนอีก 50 – 100 กรัม เก็บสำรองอยู่ในตับ ถ้านำมาใช้ในระบบแอโรบิก จะได้ เอทีพี เพิ่มขึ้นอีก 17 – 22 โมล การเปรียบเทียบความสามารถและกำลังของระบบพลังงานทั้งสามได้แสดงไว้ในตารางที่ 4

	MUSCLE GLYCOGEN	
	Per kg Muscle	Total Muscle Mass
1. Muscular Concentration (grams)	13 – 15	100 – 150
2. ATP formation (moles)	2.8 – 3.2	87 – 98
3. Useful energy (kcal)	28 – 32	870 – 980

** Based on data from Hultman, 1973

ตารางที่ 3 การแสดงจำนวนพลังงานของระบบแอโรบิกที่ได้จากไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาละวิวัธน์. 2536)

SYSTEM	MAXIMAL POWER (MOLES OF ATP PER MINUTE)	MAXIMAL CAPACITY (TOTAL MOLES ATP AVAILABLE)
Phosphagen (ATP – PC)	3.6	0.7
Anaerobic glycolysis (lactic acid)	1.6	1.2
Aerobic or oxygen (from glycogen only)	1.0	90.0

ตารางที่ 4 การแสดงความสามารถและกำลังของพลังงานทั้งสามระบบ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาละวิวัธน์. 2536)

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อสารต้นตอของการสำรองพลังงาน (Factors on energy reserve) (สนธยา สีละมาด, 2551) ซึ่งมีปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ระยะเวลาของการออกกำลังกาย (Duration of exercise)

ในการออกกำลังกายที่ไม่รุนแรงมากนัก อัตราการเพิ่มของออกซิเจนจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอัตราการเพิ่มระยะเวลาการออกกำลังกายซึ่งเป็นอัตราการเพิ่มแบบสม่ำเสมอ แต่ถ้าหากการออกกำลังกายมีความเข้มข้นมาก และยาวนานจนทำให้เกิดความเมื่อย (Fatigue) ความต้องการออกซิเจนมีสูงทำให้อัตราการเพิ่มไม่ได้เป็นไปแบบช้า ๆ สม่ำเสมอเหมือนในตอนแรก แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อใดก็ตามที่ใยกล้ามเนื้อส่วนใดส่วนหนึ่งเกิดความเมื่อยล้า ใยกล้ามเนื้อส่วนนั้นจะไปดึงออกซิเจนจากใยอื่น ๆ (กล้ามเนื้อแดงมีแบบการทำงานอย่างนี้มากที่สุด) มาช่วย

ทำงานเพื่อให้การออกกำลังกายดำเนินต่อไปได้ตลอดระยะเวลา และเมื่อใยกล้ามเนื้อมาร่วมทำงานต่อกันมากขึ้น ความต้องการพลังงานก็มีมากขึ้น ความจำเป็นที่ต้องมีออกซิเจนก็สูงตามไปด้วยเช่นกัน

ซึ่งในช่วงแรกของแต่ละความหนักของการแข่งขันร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นเชื้อเพลิงมากกว่าไขมัน เมื่อการแข่งขันดำเนินต่อไปการใช้คาร์โบไฮเดรตจะลดน้อยลงและการใช้ไขมันจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แทน เพื่อลดอัตราการเผาผลาญไกลโคเจนในกล้ามเนื้อนั่นเอง

ความเข้มข้น หรือความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity of exercise)

ถ้าหากปริมาณของ Motor unit และ Muscle fibers ที่ทำงานมีไม่มาก แสดงว่าความเข้มข้นของการทำงานหรือการออกกำลังกายมีน้อย ความจำเป็นที่ต้องใช้ออกซิเจนก็มีน้อยตามไปด้วย แต่หากการหดตัวต้องเป็นไปอย่างรุนแรงแสดงว่าในกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ต้องทำงาน จำเป็นที่ต้องใช้พลังงาน เอทีพี มาก ความจำเป็นที่จะต้องใช้ออกซิเจนก็สูงตามไปด้วย นั่นหมายถึง ระดับความหนักของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับสารอาหารต้นตอของการสำรองพลังงาน เมื่อความหนักเพิ่มขึ้น การใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นต้นตอในการผลิตพลังงานก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งความต้องการใช้คาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นต้นตอของพลังงานในการออกกำลังกายจะเกิดขึ้นที่ระดับความหนักที่แน่นอน คือ การเผาผลาญไขมันส่วนใหญ่ เพื่อสำรองพลังงานสำหรับการออกกำลังกายจะเกิดขึ้นที่ระดับความนักที่ต่ำกว่า 50 % ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเป็นต้นตอของพลังงานเพิ่มขึ้นชัดเจนที่ระดับความหนักที่ 75 % ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด สุดท้ายเมื่อความหนักสูงกว่า 95 % ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ร่างกายจะเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตมาใช้เป็นพลังงานเป็นส่วนใหญ่

อย่างไรก็ตาม ความหนักและระยะเวลาของการออกกำลังกายจะมีผลกระทบต่อการผลิตพลังงาน กล่าวคือ อะไรก็ตามที่เป็นสัดส่วนของเชื้อเพลิงที่ใช้เมื่อเริ่มต้นในแต่ละความหนักของการออกกำลังกายจะผันแปรไปตามการเพิ่มขึ้นของเวลาของการออกกำลังกายด้วย ไขมันจะมีความสำคัญเพิ่มขึ้นและจะเป็นต้นตอหลักของการสำรองพลังงาน ดังตารางที่ 5

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 5 การแสดงถึงความหนักและต้นตอของพลังงาน (Rushall, B. and Pyke, F. 1990. อ้างอิงใน สนธยา สีละมาด, 2551)

สภาพการฝึกซ้อม (State of training)

การเพิ่มสมรรถภาพทางการกีฬาที่เฉพาะเจาะจงจะทำให้กระบวนการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตลดลง ดังนั้น การพร่องลงของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจะน้อยลง ในช่วงแรกของการเริ่มเข้าสู่กระบวนการฝึกซ้อม เมื่อเริ่มต้นกิจกรรมการฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง คาร์โบไฮเดรตจะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงมากกว่าไขมัน อย่างไรก็ตาม ผลของการฝึกซ้อมจะทำให้ร่างกายมีการพัฒนา เป็นผลทำให้ร่างกายเพิ่มการใช้ไขมันเป็นเชื้อเพลิงมากขึ้นก่อนที่จะดึงไกลโคเจนมาใช้เป็นพลังงาน ซึ่งเป็นผลของร่างกายในการเรียนรู้ที่จะใช้ไขมันเป็นต้นตอของเชื้อเพลิงตั้งแต่เริ่มออกกำลังกาย Phillips และคณะ (1996) พบว่า การฝึกซ้อมด้านความอดทนเป็นเวลานาน ร่างกายจะเพิ่มความสามารถในการใช้ไขมันเป็นพลังงานเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งเป็นผลของการเผาผลาญกรดไขมันอิสระ และการเผาผลาญไทรกลีเซอร์ไรด์ภายในกล้ามเนื้อมากขึ้น เช่นเดียวกับ Keins (1997) พบว่า ร่างกายจะมีการตอบสนองต่อการฝึกซ้อมด้านความอดทนด้วยการเพิ่มความสามรถในการใช้กรดไขมันเป็นเชื้อเพลิงก่อนที่จะดึงไกลโคเจนมาใช้เป็นพลังงาน เนื่องมาจากการฝึกซ้อมทำให้ระดับความสามารถสูงสุดเพิ่มขึ้น ดังนั้นถ้าหากนักกีฬาได้รับการฝึกซ้อมมาเป็นอย่างดี จะมีการเผาผลาญของไขมันยาวนานมาขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อการประหยัดคาร์โบไฮเดรตไว้ใช้ในช่วงท้ายของการแข่งขัน หรือขณะเร่งความเร็ว นอกจากนี้อัตราการผลิตพลังงานจากกรดไขมันอิสระ (Free fatty acids) จะถูกกำหนดโดยเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ ดังนั้น เมื่อระบบไหลเวียนเลือดมีการปรับปรุงจากผลของการฝึกซ้อม ทำให้ร่างกายใช้ไขมันเป็นเชื้อเพลิงได้ดีกว่า เพราะการเพิ่มปริมาณเลือดที่ไปยังกล้ามเนื้อ จะส่งผลให้เซลล์กล้ามเนื้อได้รับกรดไขมันอิสระและออกซิเจนมากขึ้นอีกด้วย

2.5 การใช้พลังงานของร่างกาย (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2550)

ร่างกายต้องการพลังงานของอาหารเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้

1. พลังงานที่ต้องการขั้นพื้นฐาน (Basal metabolism) เป็นพลังงานที่ร่างกายต้องการเพื่อการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายในขณะที่ร่างกายพักผ่อน เพื่อช่วยให้อวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายทำงานสำหรับการดำรงชีวิตอยู่ได้ ขณะพักร่างกายจะใช้ออกซิเจนประมาณ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร/นาที ดังนั้นร่างกายจึงต้องใช้พลังงาน 1.20 กิโลแคลอรี/นาที เพื่อที่จะทำให้ร่างกายมีชีวิตอยู่ได้

2. พลังงานที่ร่างกายต้องการเพื่อประกอบกิจกรรมทางกาย (Physical activity) ซึ่งมีทั้งกิจกรรมในชีวิตประจำวัน และกิจกรรมอาชีพ เช่น งานเบา งานที่หนักปานกลาง และงานหนัก รวมทั้งกิจกรรมเพิ่มเติมอื่น ๆ ได้แก่ การดูแลบ้าน และการออกกำลังกาย เป็นต้น ทำให้ร่างกายจะต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและความหนักของงาน

3. พลังงานที่ใช้เพื่อเปลี่ยนแปลงอาหารภายในร่างกาย (Specific dynamic action food)
4. พลังงานที่ใช้ในการขับของเสียออกจากร่างกาย

2.6 ปัจจัยทั่วไปที่มีผลต่อการเผาผลาญพลังงาน (จุไรพร สมบุญวงศ์ และคณะ, 2546)

ปัจจัยใดที่มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ ปัจจัยนั้นก็จะมีผลต่ออัตราเมแทบอลิซึมของร่างกาย มีดังต่อไปนี้

1.กิจกรรมการเคลื่อนไหวของร่างกายและการออกกำลังกาย

เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลอัตราเมแทบอลิซึม เมื่อมีการออกกำลังกายอย่างหนัก กล้ามเนื้อจะมีการหดตัวอย่างมากซึ่งจะทำให้มีความร้อนเกิดขึ้นมากกว่าขณะพักถึง 50 เท่าในคนปกติ หรือ 20 เท่าในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกฝนมาอย่างดี ทำให้อัตราเมตาบอลิสมเพิ่มขึ้นกว่าปกติถึงร้อยละ 2,000

กิจกรรมแต่ละประเภทจะใช้พลังงานต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น การเดินขึ้นบันไดใช้พลังงานมากกว่าการนอนหลับถึง 17 เท่า ดังแสดงในตารางที่ 6 ผู้ใช้แรงงาน เช่น กรรมกร อาจใช้พลังงานสูงถึง 6,000-7,000 กิโลแคลอรี่ต่อวัน

กิจกรรม	พลังงาน (กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง)
นอนหลับ	65
นั่งพัก	100
ยืนสบายๆ	105
พิมพ์ดีดเร็วๆ	140
เดินช้าๆ (2.6 ไมล์ต่อชั่วโมง)	200
ว่ายน้ำ	500
วิ่ง (5.3 ไมล์ต่อชั่วโมง)	570
เดินเร็วๆ (5.3 ไมล์ต่อชั่วโมง)	650
เดินขึ้นบันได	1100

ตารางที่ 6 แสดงพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ต่อชั่วโมงในชายปกติที่มีน้ำหนัก 70 กิโลกรัม (จุไรพร สมบุญวงศ์ และคณะ, 2546)

2.Dietary – induced thermogenesis

อัตราเมแทบอลิซึมจะเพิ่มขึ้นหลังจากรับประทานอาหาร ทั้งนี้เชื่อว่าเป็นผลมาจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการย่อยอาหาร การดูดซึมสารอาหารที่ย่อยแล้ว รวมไปถึงกระบวนการนำสารอาหารไปใช้และเก็บไว้ในร่างกาย อาหารประเภทโปรตีนมีผลเพิ่มอัตราเมแทบอลิซึมมากที่สุด เนื่องจากกรดอะมิโนที่ได้จากการย่อยโปรตีนมีผลกระตุ้นปฏิกิริยาเคมีของเซลล์โดยตรง

หลังรับประทานอาหารประเภทโปรตีน อัตราเมตาบอลิสมจะเริ่มเพิ่มขึ้นภายใน 1 ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นไปได้ถึงร้อยละ 30 จากนั้นจะลดลงภายใน 3 – 12 ชั่วโมงหลังอาหาร ส่วนการรับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและไขมัน จะมีผลเพิ่มอัตราเมแทบอลิซึมได้ประมาณร้อยละ 4 การที่อาหารมีผลต่อการเพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม เรียกว่า dietary – induced thermogenesis

3.อายุและเพศ

อัตราเมแทบอลิซึมจะลดลงเมื่ออายุมากขึ้น โดยลดลงร้อยละ 2 ในทุก ๆ 10 ปี ทั้งเพศชายและหญิง โดยในวัยเด็กจะมีอัตราเมแทบอลิซึมสูงเนื่องจากอัตราปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์สูง จากการสร้างสารต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโตของร่างกาย ในเพศหญิงอัตราเมแทบอลิซึมต่ำกว่าในเพศชายประมาณร้อยละ 5 – 10 เพราะเพศหญิงมีปริมาณไขมันในร่างกายมากกว่าและมีกล้ามเนื้อน้อยกว่าเพศชายที่มีรูปร่างเท่า ๆ กัน พบว่า เนื้อเยื่อไขมันมีอัตราเมแทบอลิซึมต่ำกว่ากล้ามเนื้อ

4.พื้นที่ผิวของร่างกาย

คนที่มีรูปร่างใหญ่จะมีการใช้พลังงานโดยรวม (total energy expenditure) สูงกว่าคนที่มีรูปร่างเล็ก ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากมีการศึกษาพบว่า อันตราเมแทบอลิซึมแปรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ผิวของร่างกาย เราสามารถหาพื้นที่ผิวของร่างกายได้ถ้าทราบน้ำหนักและส่วนสูงจาก nomogram ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่ผิวของร่ากายนั่นเอง

5.ฮอร์โมน

ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับอัตราเมแทบอลิซึม มีดังต่อไปนี้

5.1 ธัยรอยด์ฮอร์โมน

เป็นฮอร์โมนที่มีผลต่ออัตราเมแทบอลิซึมมากที่สุด กล่าวคือ เมื่อต่อมธัยรอยด์หลั่งฮอร์โมนออกมาเต็มที่ จะทำให้อัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้นจากปกติถึงร้อยละ 50 – 100 ในทางตรงกันข้ามหากไม่มีการหลั่งธัยรอยด์ฮอร์โมนเลย พบว่าอัตราเมแทบอลิซึมลดลงจากปกติถึงร้อยละ 40 – 60

5.2 ฮอร์โมนเพศชาย

ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน สามารถเพิ่มอัตราเมแทบอลิซึมได้ประมาณร้อยละ 10 – 15 ส่วนฮอร์โมนเพศหญิงมีผลค่อนข้างน้อยต่ออัตราเมแทบอลิซึม

5.3 ฮอร์โมนเกี่ยวกับการเจริญเติบโต (Growth hormone)

สามารถเพิ่มอัตราเมแทบอลิซึมได้ประมาณร้อยละ 15 – 20 เนื่องจากออกฤทธิ์กระตุ้นเมแทบอลิซึมภายในเซลล์โดยตรง

6.การกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเธติก

เมื่อมีการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเธติก จะทำให้มีการหลั่งฮอร์โมนเนอร์เอพิเนฟรีนและเอพิเนฟรีน ออกมาในกระแสเลือด ฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้มีฤทธิ์กระตุ้นการสลายไกลโคเจน (glycogenolysis) ที่ตับและกล้ามเนื้อ และเพิ่มปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ นอกจากนี้ยังออกฤทธิ์ต่อเนื้อเยื่อไขมันชนิดที่เรียกว่า ไขมันสีน้ำตาล (brown fat) โดยการกระตุ้นกระบวนการ oxidative phosphorylation ในไมโตคอนเดรียที่มีเป็นจำนวนมากในเซลล์ไขมันชนิดนี้ ทำให้เกิดพลังงานความร้อนมากมายแต่ไม่เกิด เอทีพี ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของไมโตคอนเดรียในไขมันสีน้ำตาล (brown fat) กระบวนการที่ทำให้เกิดความร้อนในร่างกายนี้เรียกว่า nonshivering thermogenesis มีประโยชน์มากในการให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายในทารกแรกเกิด

7.อารมณ์

เมื่อมีความกังวลและความเครียด จะทำให้อัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น เพราะมีการหลั่งฮอร์โมนเอพิเนฟรีนมากขึ้นและกล้ามเนื้อมีความตึง (tension) เพิ่มมากขึ้น คนที่มีอารมณ์ซึมเศร้าจะมีอัตราเมแทบอลิซึมลดต่ำลง

8.ภาวะมีไข้

ขณะที่มีไข้ อัตราเมแทบอลิซึมจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลเร่งอัตราปฏิกิริยาเคมี เมื่ออุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้นทุก 1 องศาเซลเซียส จะทำให้อัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 14

9.ภูมิอากาศ

จากการศึกษาอัตราเมแทบอลิซึมของประชากรที่อยู่ในเขตภูมิอากาศต่าง ๆ กัน พบว่าประชากรที่อยู่ในเขตหนาว (arctic region) มีอัตราเมแทบอลิซึมสูงกว่าประชากรที่อยู่ในเขตร้อน (tropical region) ประมาณร้อยละ 10 – 20 ทั้งนี้เนื่องจากมีการปรับตัวของต่อมธัยรอยด์ กล่าวคือจะเพิ่มการหลั่งธัยรอยด์ฮอร์โมนเมื่ออยู่ในภูมิอากาศหนาวเย็น ซึ่งเป็นกลไกในการรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้ปกติ

10.การนอนหลับ

อัตราเมแทบอลิซึมต่ำกว่าปกติประมาณร้อยละ 10 – 15 ในระหว่างการนอนหลับ เนื่องจากมีการลดความตึงตัว (tone) ของกล้ามเนื้อลาย และลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติก

11.ภาวะทุโภชนาการ

เมื่อมีภาวะทุโภชนาการ หรืออดอาหารเป็นเวลานาน จะทำให้อัตราเมแทบอลิซึมลดลงได้ถึงร้อยละ 20 – 30 เนื่องจากร่างกายขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ ระบบประสาทซิมพาเธติกทำงานลดลง ส่งผลให้การหลั่งฮอร์โมนแคทีโคลามีนส์ (catecholamines) ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าการหลั่งธัยรอยด์ฮอร์โมนก็ลดลงอีกด้วย

2.7 ระบบพลังงานในขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ (Energy system in actions)

โดยทั่วไประบบพลังงานทั้ง 3 ระบบ จะถูกนำมาใช้เมื่อร่างกายมีการเคลื่อนไหว ถ้าร่างกายมีความต้องการเพิ่มขึ้น เช่น ในขณะออกกำลังกาย ธรรมชาติของกิจกรรมจะเป็นตัวกำหนดว่าระบบพลังงานชนิดใดจะมีอิทธิพลเหนือกว่า เมื่อร่างกายทำงานมากขึ้น เซลล์จำเป็นต้องได้รับพลังงานเพิ่มขึ้น โดยปริมาณพลังงานที่ต้องการในขณะออกกำลังกายจะเท่ากับปริมาณออกซิเจนที่เซลล์ใช้ การเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศกับปริมาณออกซิเจนที่หายใจออกขณะทำกิจกรรม จะแสดงให้เห็นว่าร่างกายต้องการออกซิเจนปริมาณเท่าไหร่ในการทำกิจกรรมนั้น ๆ วิธีการนี้เป็นวิธีการวัดการใช้ออกซิเจน ซึ่งค่าสูงสุดที่วัดได้จากแต่ละบุคคลเรียกว่า "Maximal oxygen consumption หรือ VO_{2max}" ซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงสมรรถภาพทางแอโรบิกของแต่ละบุคคล

2.8 การทำงานของระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิกในขณะพัก และขณะออกกำลังกาย (ชูศักดิ์ เวชแพศย์; และ กันยา ปาละวิวัธน์. 2536)

มีเรื่องสำคัญ 3 ประการ ที่จะต้องพิจารณาการทำงานของระบบแอนแอโรบิก และระบบแอโรบิก ทั้งในขณะพักและขณะออกกำลังกาย คือ

(1) ชนิดของอาหารที่ใช้ในเมแทบอลิซึม

(2) บทบาทของระบบพลังงานแต่ละระบบ

(3) การเกิดการคั่งของกรดแลคติกในเลือด

ในขณะพัก (At rest)

เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นพลังงานนั้น 2/3 ได้มาจากไขมัน ที่เหลืออีก 1/3 ได้จากคาร์โบไฮเดรต ส่วนโปรตีนนั้นใช้น้อยมาก และในขณะพักนี้ร่างกายใช้ระบบแอโรบิกเป็นต้นตอของพลังงานแต่เพียงอย่างเดียว เพราะปอดและหัวใจสามารถขนส่งและป้อนพลังงานให้ได้เพียงพอถึงแม้ว่า ระบบแอโรบิกจะทำงานแต่เพียงระบบเดียว แต่ก็พบว่ามีกรดแลคติกเกิดขึ้นในเลือดเล็กน้อยและมีจำนวนคงที่คือ ประมาณ 10 มิลลิกรัม/เลือด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เนื่องจากระบบของกรด

แลคติกนั้นคงที่และไม่เพิ่มขึ้น จึงเป็นไปได้ว่าร่างกายในขณะพักนั้นใช้ เอทีพี ที่เกิดจากระบบแอโรบิกแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งพลังงานที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการทำหน้าที่พื้นฐานของเซลล์ ทำให้ร่างกายดำรงชีวิตอยู่ได้ อัตราเร็วของการใช้พลังงานและออกซิเจนจะคงที่ในขณะพัก ดังนั้น จึงมีเวลาที่ร่างกายจะใช้ไขมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในขณะออกกำลังกาย (During exercise)

ในขณะออกกำลังกายหรือขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่างกายต้องการพลังงานเพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการจากกล้ามเนื้อที่ทำงานก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งในขณะพักความต้องการออกซิเจนโดยทั่วไปประมาณ 0.3 ลิตรต่อนาที แต่ในขณะออกกำลังกายความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเป็น 3 – 6 ลิตรต่อนาที เมื่อความหนักของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น จะเป็นการยากที่จะให้ออกซิเจนได้เพียงพอกับความต้องการของกล้ามเนื้อ ร่างกายจึงเริ่มใช้พลังงานจากระบบแอนแอโรบิกแทนระบบแอโรบิก จุดที่ร่างกายเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงนี้ เรียกว่า Aerobic threshold (AT) เมื่อระดับความหนักการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ออกซิเจนเริ่มไม่เพียงพอต่อความต้องการในการเผาผลาญเพื่อให้ได้พลังงานตามความต้องการของกล้ามเนื้อ ร่างกายจึงกลับไปใช้พลังงานจากระบบแอนแอโรบิก จุดที่ร่างกายเริ่มเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระบบแอนแอโรบิกนี้ เรียกว่า Anaerobic threshold (AnT)

ดังนั้น ร่างกายจึงต้องใช้ระบบแอนแอโรบิกและแอโรบิก อย่างไรก็ดี บทบาทของแต่ละระบบนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลังกาย ในการพิจารณาเรื่องนี้ จะต้องแบ่งการออกกำลังกายเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) การออกกำลังกายที่ต้องทำเต็มที่และสามารถทำได้เพียงระยะสั้น

(2) การออกกำลังกายที่ทำระยะยาวและทำในระดับต่ำกว่าระดับสูงสุด

(1) การออกกำลังกายในระยะสั้น

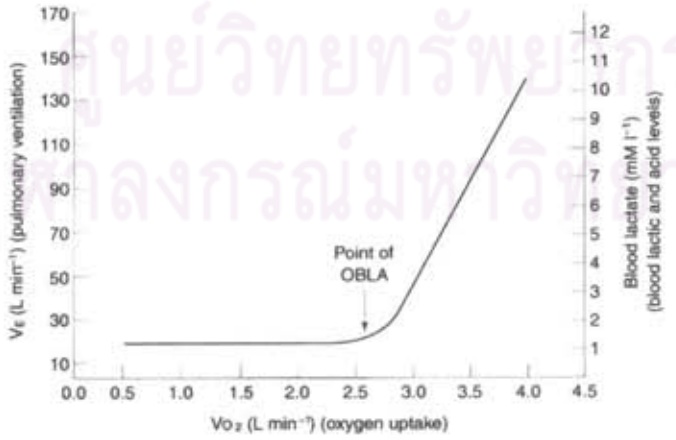
การออกกำลังกายในประเภทนี้ได้แก่ การวิ่ง 100 เมตร 200 เมตร และ 400 เมตร เป็นต้น รวมทั้งการออกกำลังกายอย่างอื่นที่มีความหนักและสามารถกระทำได้ไม่เกิน 2 – 3 นาที เท่านั้น จะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงในการออกกำลังกายประเภทนี้ที่สำคัญที่สุดคือ คาร์โบไฮเดรต รองลงไปคือไขมัน ส่วนโปรตีนนั้นเกี่ยวข้องน้อยมาก และจะเห็นได้ว่าระบบพลังงานที่สำคัญคือ ระบบแอนแอโรบิก ทั้งนี้เนื่องจากว่าระบบแอโรบิกแต่เพียงอย่างเดียวไม่สามารถป้อนพลังงานให้ได้เพียงพอ มีเหตุผล 2 ประการที่เกี่ยวข้องกับข้อจำกัดของระบบแอโรบิกในขณะออกกำลังกาย คือ

(1) บุคคลแต่ละคนจะมีเพดานสำหรับความสามารถทางด้านแอโรบิก หรือเรียกว่าเป็นความสามารถสูงสุดของการใช้ออกซิเจน (VO_{2max})

(2) จะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 2 – 3 นาที สำหรับการใช้ออกซิเจนที่จะปรับตัวให้เพิ่มขึ้นจนถึงระดับสูงได้ ตัวอย่างเช่น ผู้ที่ได้รับการฝึกดีแล้ว จะมีกำลังแอโรบิกสูงสุด (Maximum aerobic

power) 3 และ 5 ลิตร ของออกซิเจน/นาที สำหรับหญิงและชายตามลำดับ แต่สำหรับผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก จะมีค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดประมาณ 2.2 ลิตร/นาที สำหรับหญิง และ 3.2 ลิตร/นาที สำหรับชาย ค่าของการใช้ออกซิเจนที่ระดับนี้นั้นไม่เพียงพอที่จะป้อน เอทีพี ให้สำหรับการวิ่ง 100 เมตร ซึ่งอาจต้องการถึง 45 ลิตร/นาที สำหรับการวิ่ง 100 เมตร ที่ใช้เวลา 10 วินาที ดังนั้นจะต้องใช้ออกซิเจนประมาณ 8 ลิตร ระยะเวลาที่ซึ่งระดับของการใช้ออกซิเจนต่ำกว่าระดับที่จำเป็นที่จะต้องป้อนให้แก่ เอทีพี ที่ต้องการนั้นเรียกว่า การขาดออกซิเจน (Oxygen deficit) ดังนั้นในระยะนี้จึงต้องการพลังงานจากระบบฟอสฟาเจนและการสลายไกลโคเจนด้วยวิธีแอนแอโรบิก ซึ่งก็หมายความว่าในการออกกำลังกายอย่างหนักและระยะสั้นนั้น จะต้องมีการขาดออกซิเจนตลอดช่วงเวลาของการออกกำลังกาย การสลายไกลโคเจนชนิดแอนแอโรบิกนั้น จะทำให้กรดแลคติกคั่งมาก การหดตัวของกล้ามเนื้อก็จะถูกยับยั้งด้วยจึงทำให้เกิดการเมื่อยล้า กรดแลคติกที่คั่งอาจมีระดับสูงถึง 200 มิลลิกรัม เปอร์เซ็นต์ได้ ซึ่งจะมากกว่าระดับปกติถึง 20 เท่า

ดังนั้นการใช้ระบบพลังงานแอนแอโรบิก(Lactic acid energy system) ขณะออกกำลังกายอย่างหนัก จะทำให้เกิดกรดแลคติกภายในกล้ามเนื้อที่ทำงาน กรดแลคติกจะผ่านเข้าสู่กระแสเลือดและถูกขนส่งไปยังตับ ถ้าลดความหนักของการออกกำลังกายลง ร่างกายจะสามารถนำกรดแลคติกกลับไปใช้ได้ ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดเป็นตัวแทนของจุดเริ่มล้า(AnT) นักวิจัยจึงใช้ปริมาณกรดแลคติกในเลือดเพื่อกำหนดจุดเริ่มล้าของแต่ละคน(An individual's threshold) เช่นเดียวกับค่าเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Percentage of maximum heart rate) การเก็บตัวอย่างกรดแลคติกในเลือดในขณะออกกำลังกาย จะทำให้เห็นจุดที่ความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้นอย่างทันทีและรวดเร็ว ซึ่ง เรียกว่า Velocity of onset of blood lactic acid concentration (VOBLA) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การแสดงจุดที่มีการเพิ่มขึ้นของกรดแลคติก (OBLA) (ชูศักดิ์ เวชแพศย์; และ กันยา ปาละวิวัธน์. 2536)

(2) การออกกำลังกายระยะยาว

หมายถึง การออกกำลังกายที่นานกว่า 5 นาที ในกรณีนี้ อาหารที่เป็นต้นตอที่สำคัญคือคาร์โบไฮเดรตและไขมัน อย่างไรก็ดี ในระยะแรกของการออกกำลังกาย เช่น ในการทำงาน 1 หรือ 2 ชั่วโมง พลังงานที่สำคัญได้จากไกลโคเจน แต่ในตอนท้ายของการออกกำลังกายนั้น ร่างกายจะใช้ไขมันเป็นต้นตอสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากไกลโคเจนสำรองที่อยู่ในกล้ามเนื้อและในตับถูกใช้หมดไปแล้ว ในการออกกกำลังกายประเภทนี้ เอทีพี ส่วนใหญ่นั้นได้มาจากระบบแอโรบิก ส่วนระบบกรดแลคติกและระบบ เอทีพี – พีซี ก็เกี่ยวข้องด้วยแต่เพียงในระยะต้นเท่านั้น คือในระยะก่อนที่ระดับของการใช้ออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับคงที่ เมื่อระดับของการใช้ออกซิเจนสูงถึงระดับคงที่แล้วก็จะสามารถจ่าย เอทีพี ให้ได้เพียงพอ ดังนั้นกรดแลคติกจึงไม่คั่งและเพิ่มขึ้นจนถึงระดับสูง ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนในเรื่องนี้ได้แก่การวิ่งมาราธอน เมื่อสิ้นสุดการวิ่งระดับของกรดแลคติกจะเพิ่มมากขึ้นเป็นเพียง 2- 3 เท่าของที่พบในขณะพัก ส่วนมากการเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจากการวิ่งหรือการออกกำลังกายระยะยาวนั้น มักขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้คือ

(1) ระดับน้ำตาลในเลือดลดต่ำลง เนื่องจากกลัยโคเจนสำรองในตับถูกใช้หมดไป

(2) มีการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อเฉพาะแห่ง เนื่องจากกลัยโคเจนสำรองในกล้ามเนื้อถูกใช้หมดไป

(3) มีการเสียน้ำและอีเล็กโตรไลท์ไป ซึ่งทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น

ส่วนในการออกกำลังกายระยะยาว แต่เป็นการออกกำลังกายอย่างเบา เช่น การเดินหรือการเล่นกอล์ฟนั้น ระดับของกรดแลคติกในเลือดจะไม่สูงกว่าปกติ ทั้งนี้เนื่องจากระบบฟอสฟาเจนเพียงอย่างเดียวก็เพียงพอที่จะจ่าย เอทีพี ให้ได้ตามต้องการ ในกรณีเหล่านี้ อาการเมื่อยล้าอาจเกิดขึ้นช้ามาก เช่น เกิดขึ้นหลังจากออกกำลังกายถึง 6 ชั่วโมงไปแล้ว เป็นต้น

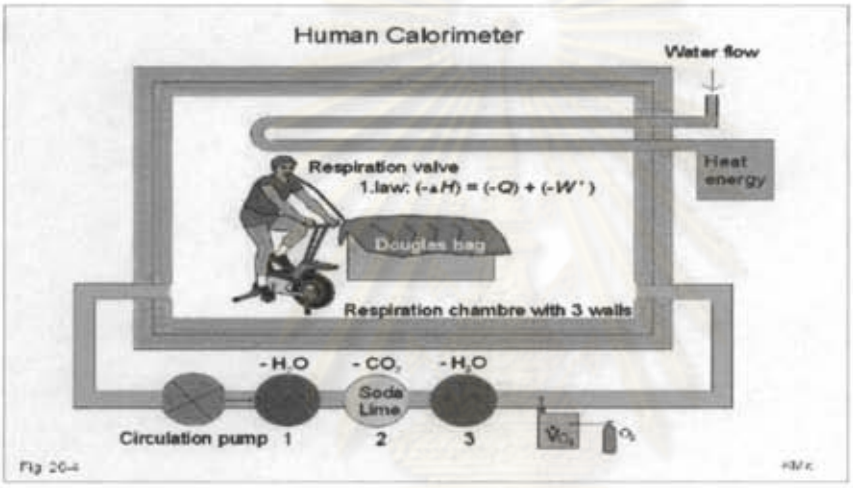
2.9 การวัดการใช้พลังงานของร่างกาย (Measurements of energy expenditure)

(McArdle; Katch, and Katch. 2007, สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2550)

การวัดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น (Calorimetry)

การวัดการใช้พลังงานของร่างกายสามารถวัดจากการวัดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณการเผาผลาญสารอาหารหรือการใช้พลังงานของร่างกาย การวัดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นอาจจะใช้วิธีการวัดความร้อนโดยตรง (Direct calorimetry) หรือใช้วิธีการวัดทางอ้อม (Indirect calorimetry) โดยการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นและถูกใช้ไปในขณะเกิดกระบวนการเผาผลาญในร่างกาย ดังนี้

1. วัดโดยตรง (Direct Calorimetry) เป็นการวัดปริมาณความร้อนที่ร่างกายผลิตขึ้น โดยผู้ทดลองจะเข้าไปอยู่ในห้องที่เรียกว่า แคลอรีมิเตอร์วัดการหายใจ (Respiration Calorimeter) หรือห้องที่บุฉนวน (Metabolic chamber) เป็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น 24 ชั่วโมง และจะทำการวัดความร้อนที่เกิดขึ้นที่เครื่องวัดอุณหภูมิ โดยความร้อนที่เกิดจากร่างกายในขณะทำกิจกรรมต่างๆ จะทำให้ท่อน้ำที่อยู่รอบ ๆ ห้องมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ซึ่งอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปนี้จะสะท้อนถึงการใช้พลังงานของร่างกาย (Energy expenditure) ดังภาพที่ 3 ในปัจจุบันวิธีนี้ไม่นิยมใช้ เพราะนอกจากจะใช้ต้นทุนสูงและขบวนการวัดมีความซับซ้อน จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมาก จึงใช้วิธีทางอ้อมแทน



ภาพที่ 3 แสดงการวัดการใช้พลังงานโดยตรง (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2550)

2. วัดโดยอ้อม (Indirect Calorimetry) เป็นการวัดการหายใจ (Respiratory calorimetry) โดยการวัดอัตราการแลกเปลี่ยนปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ขับออกมาและปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ร่างกายใช้ขณะหายใจในระยะเวลาที่กำหนด (VCO_2 : VO_2) เนื่องจากปริมาณของออกซิเจนที่ใช้ไปจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพลังงานที่ปล่อยออกมาเป็นความร้อน เป็นวิธีการที่สะดวก ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาส่วนมากจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Metabolic cart ในการวัดปริมาณ VO_2 และ VCO_2 โดยจะมีท่อต่อจากผู้ถูกวัดไปยังเครื่องมือวิเคราะห์การเผาผลาญและกิจกรรมที่ทำอาจจะอยู่ในขณะพักหรือเดิน วิ่ง ปั่นจักรยานวัดงานก็ได้ ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 การแสดงการวัดการใช้พลังงานทางอ้อม (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2550)

อัตราส่วนระหว่าง VCO_2 และ VO_2 เรียกว่า อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนการหายใจ หรือ Respiratory exchange ratio (RER) ซึ่งสามารถนำมาใช้คำนวณอัตราการเผาผลาญไขมันและคาร์โบไฮเดรต และพลังงานจากการเผาผลาญสารอาหารทั้งหมด โดยใช้สูตรของ Frayn, K. N. (1983) ดังนี้

การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต (กรัมต่อนาที) = $4.55 \times VCO_2 - 3.21 \times VO_2 - 2.87 \times n$

การเผาผลาญไขมัน (กรัมต่อนาที) = $1.67 \times VO_2 - 1.67 \times VCO_2 - 1.92 \times n$

โดย กำหนดโปรตีน (n) = 0

การวัดพลังงานแบบไม่วัดความร้อน (Noncalorimetric methods)

เป็นวิธีวัดจากการประมาณค่าพลังงานที่ร่างกายใช้ ด้วยข้อมูลที่สัมพันธ์กับค่าการใช้พลังงานจากวิธีการวัดพลังงานแบบทางอ้อม (Indirect respiratory calorimetry) เช่น การวัดด้วยการใช้ความสัมพันธ์ของเส้นตรงระหว่างอัตราการเต้นหัวใจและปริมาณการใช้ออกซิเจน (HR - VO_2 regression line) หรือการใช้เครื่องตรวจวัดการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Accelerometers) ขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น

การวัดพลังงานความร้อนทางอ้อม เป็นวิธีการวัดพลังงานที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีการวัดที่มีข้อผิดพลาดน้อย โดยวิธีนี้มีข้อผิดพลาดน้อยมาก แตกต่างจากการวัดพลังงานความร้อนทางตรงไม่เกิน 10% นอกจากนี้ยังสามารถวัดได้ง่ายกว่า สะดวกกว่า และที่สำคัญยังมีต้นทุนในการวัดที่น้อยกว่าการวัดพลังงานความร้อนทางตรง (สุวรรณา หังสพฤกษ์, 2544. อ้างอิงใน นิพนธ์ วิชชุตเวส, 2551) จากข้อได้เปรียบดังกล่าวทำให้มีการนำวิธีการวัดพลังงานความร้อนทางอ้อม มาใช้ในการศึกษาอัตราการใช้พลังงานทางด้านการกีฬาและการออกกำลังกายมากยิ่งขึ้น

3. จุดเริ่มล้า (Anaerobic threshold : AnT)

3.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับจุดเริ่มล้า

ในการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic threshold) ได้มีทฤษฎีและแนวคิดที่สอดคล้องกับประเด็นดังกล่าว ดังนี้ จุดเริ่มล้า (Anaerobic threshold) คือ จุดเริ่มมีการสะสมระดับการเกิดกรดแลคติกในปริมาณ 4 มิลลิโมลต่อลิตร หลังจากนั้น จะเริ่มมีการสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็วในกล้ามเนื้อ จุดเริ่มต้นที่มีการสะสมอย่างรวดเร็ว เรียกว่า จุดเริ่มล้า (Anaerobic threshold) จุดนี้มีอิทธิพลต่อการทำงานของร่างกาย ทำให้มีขีดจำกัดในการใช้ พลังงานแบบออกซิเจน (Aerobic energy) อาจเรียกอีกอย่างว่า "Onset of blood lactate accumulation (OBLA)" โดยจุดเริ่มล้าที่พบอยู่ในระดับการทำงานประมาณ 85 -90% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในแต่ละคน ดังนั้นเมื่อร่างกายเกิดจุดเริ่มล้าขึ้นทำให้มีผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานของร่างกาย รวมทั้งกระทบต่อการทำงานของระบบการใช้ออกซิเจนด้วย แต่ถ้ามีโปรแกรมการฝึกระบบการใช้ออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพทำให้ร่างกายชะลอระยะเวลาการเกิดจุดเริ่มล้า โดยกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะรวมกับออกซิเจนเพื่อเป็นพลังงานแก่ร่างกายพร้อมกับมี คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำระบายออกมา (http:/www.brainmac.demon.co.uk/lactic.html, 2000)

จากทฤษฎี แนวคิด และผลการวิจัยเกี่ยวกับจุดเริ่มล้า สรุปได้ดังนี้

1. ระดับจุดเริ่มล้า (Anaerobic threshold) เกิดจากภาวะร่างกายเริ่มมีการสะสมกรดแลคติกในปริมาณ 4 มิลลิโมลต่อลิตร หลังจากภาวะนี้ร่างกายจะมีระดับกรดแลคติกสะสมอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลต่อการทำงานของร่างกาย

2. โปรแกรมการพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิตที่มีประสิทธิภาพมีผลต่อการพัฒนาจุดเริ่มล้า

3. ความหนักของงานที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจ เมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น พร้อมกับระบบการใช้ระบบพลังงานจากออกซิเจนจะเริ่มลดลง

4. เมื่อร่างกายเกิดภาวะจุดเริ่มล้า ทำให้สมรรถภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตลดลง

5. ในภาวะจุดเริ่มล้าอัตราการใช้ระบบพลังงานจากออกซิเจนถูกเปลี่ยนไป นั่นคือเกิดการเปลี่ยนพลังงานจากการใช้ออกซิเจน (Aerobic energy) ไปสู่ระบบการไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic energy)

6. พลังงานจากการไม่ใช้ออกซิเจนได้มาจาก เอทีพี - ซีพี และไกลโคเจน

7. พลังงานจากการไม่ใช้ออกซิเจน มีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและยังขึ้นอยู่กับอายุ เพศ และเปอร์เซนต์ไขมันของร่างกาย

8. จุด OBLA (จุดเริ่มมีการสะสมกรดแลคติก 4 มิลลิโมลต่อลิตร) มีความสัมพันธ์กับจุดเริ่มเปลี่ยนพลังงานจากการใช้ออกซิเจนไปสู่ระบบการไม่ใช้ออกซิเจนในระดับ 0.84

การทดสอบระดับจุดเริ่มล้าหรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic threshold) (ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2536)

จุดเริ่มล้า หรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic threshold) หมายถึงระดับความหนักของการออกกำลังกาย หรือการใช้ก๊าซออกซิเจน ซึ่งมีการเพิ่มขบวนการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic metabolism) และเป็นที่ทราบกันดีว่าเมื่อร่างกายมีขบวนการดังกล่าวเพิ่มขึ้น ก็จะมีกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจุดเริ่มล้าจึงเป็นระดับที่พบว่ามีกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นในเลือด วิธีวัดค่าของจุดเริ่มล้าคือการเจาะเลือด เพื่อตรวจวัดระดับของกรดแลคติกเป็นระยะในขณะที่มีการออกกำลังกายและเพิ่มความหนักขึ้น อย่างไรก็ดีเทคนิคในการเจาะเลือดทำให้เกิดความเจ็บปวดและไม่สะดวกรวมทั้งต้องใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์กรดแลคติก วิธีที่รวดเร็วกว่าคือวิธีการสังเกตปริมาณการหายใจในแต่ละนาที (Minute ventilation) รวมทั้งปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น โดยที่ข้อมูลนี้จะเพิ่มเป็นเส้นตรงกับความหนักของการออกกำลังกายจนกระทั่งถึงจุดเริ่มล้าซึ่งมีปริมาณการหายใจในแต่ละนาทีและปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นทันที ซึ่งสามารถสังเกตได้ในการตรวจวัดสัดส่วนในการหายใจ (Ventilation equivalent) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของปริมาณการหายใจในแต่ละนาทีกับปริมาณการใช้ออกซิเจน (Oxygen consumption) (VE/ VO_2) พบว่า ในคนสภาวะปกติมีประมาณ 25 : 1 เมื่อมีการออกกำลังกายด้วยความหนัก 53% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen uptake) แต่ว่าในเด็กที่ความหนักเดียวกันจะมีปริมาณ 32 : 1 อย่างไรก็ตามในการว่ายน้ำอาจจะมีสัดส่วนในการหายใจต่ำกว่านี้ เนื่องมาจากการหายใจถูกจำกัดด้วยการว่ายน้ำ ซึ่งอาจเป็นปัญหาได้ว่า ผู้ที่ว่ายน้ำ และผู้ที่ออกกำลังกายเต็มที่อาจได้ก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ ในการออกกำลังกายที่หนักมากขึ้นค่าของสัดส่วนในการหายใจอาจสูงถึง 35 - 40 : 1 ส่วน Onset of blood lactate accumulation (OBLA) เมื่อออกกำลังกายให้อยู่ในภาวะคงที่ (Steady - rate) จะทำให้มีก๊าซออกซิเจนเพียงพอกับระบบกล้ามเนื้อทำงาน จึงไม่มีการคั่งของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ เมื่อมีการออกกำลังกายหนักมากขึ้นจะทำให้ปริมาณกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้นที่ระดับนี้เรียกว่า ส่วน Onset of blood lactate accumulation หรือ (OBLA) ซึ่งเป็นระดับที่ออกกำลังกายระหว่าง 55 - 60% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุดในคนที่ไม่ได้รับการฝึก แต่ในคนที่ได้รับการฝึกดีมากจะทำให้ค่า OBLA สูงขึ้นมากเกิน 80%

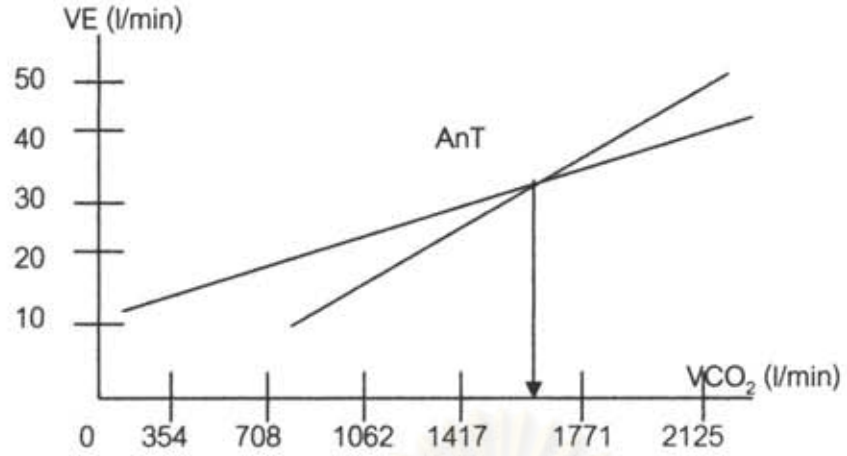
ในการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบจุดเริ่มล้า หรือแอนแอโรบิก เธรชโฮลด์ (Anaerobic threshold) ได้มีแนวคิดสอดคล้องกับประเด็นดังกล่าว ดังนี้ Jerry Devis (http:/www.doilsports.com.2000) มีแนวคิดว่า จุดเริ่มล้าเป็นจุดเปลี่ยนพลังงานจากแอโรบิกเป็นแอนแอโรบิก โดยที่ภายหลังจากสภาวะการเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดกรดแลคติกสะสมในร่างกายอย่างรวดเร็ว อันมีผลกระทบต่อการทำงานของร่างกาย ดังตัวอย่างเช่น ในระยะสุดท้ายของนักวิ่ง ถ้าสามารถพัฒนาระดับการเกิดจุดเริ่มล้าของนักกีฬา ทำให้เป็นผู้ได้เปรียบในการแข่งขัน ในการทดสอบจุดเริ่มล้าส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการทดสอบของคอนโคนี (Conconi test) เนื่องจากสะดวกและง่ายในการทดสอบ นอกจากนี้ยังมีแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาระดับการเกิดจุดเริ่มล้าประมาณ 180 - 185 ครั้งต่อนาทีของอัตราการเต้นของหัวใจ ดังนั้นจึงได้มีการพิสูจน์ความชัดเจนของแนวคิดดังกล่าว โดยดำเนินการศึกษาระดับจุดเริ่มล้าแบบในภาคสนาม (Field test) จากจักรยานคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถควบคุมความหนักของงานได้ โดยให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายประมาณ 15 นาที ด้วยการขี่จักรยาน ในการเริ่มทดสอบเริ่มต้นใช้ความเร็ว 13 ไมล์ต่อชั่วโมงและเพิ่มความเร็ว 14 ไมล์ต่อชั่วโมง ในทุก ๆ 3 นาที ของการทดสอบ ดำเนินการทดสอบอย่างต่อเนื่อง บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทุก 90 วินาที หลังจากเริ่มการทดสอบ นอกจากนั้นยังมีการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงทางกายและอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซของผู้เข้ารับ การทดสอบ ผลการทดสอบพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มเมื่อความเร็วของการทดสอบเพิ่มประมาณ 8 - 10 ครั้งต่อนาที จนกระทั่งความเร็วประมาณ 25 - 26 ไมล์ต่อชั่วโมง อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นเพียง 4 - 5 ครั้งต่อนาที เมื่อนำมาศึกษาในรูปของกราฟ พบว่า เส้นกราฟเริ่มเปลี่ยนแปลงไป

จุดเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่า จุดเริ่มล้า (Anaerobic threshold) (http:/www.doilsports.com.2000) การทดสอบจุดเริ่มล้า (Anaerobic threshold test) เมื่อทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธีการทดสอบทางตรง (Invasive) มีการหาจุดเริ่มล้าจากตัวอย่างเลือดของผู้ทดสอบ ทำให้ระดับจุดเริ่มล้ามีความเชื่อถือได้ นอกจากนั้นได้มีการศึกษาในภาคสนาม (Field test) โดยใช้วิธีการทดสอบทางอ้อม (Non - invasive) มีการหาจุดเริ่มล้าจากความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้นอย่างคงที่และต่อเนื่องทำให้ทราบระดับจุดเริ่มล้า วิธีการนี้มีผู้วิจัยบางคนยังไม่ยอมรับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจและจุดเริ่มล้า ตัวอย่างของวิธีการทดสอบจุดเริ่มล้า เช่น วิธีการทดสอบโดยการวิ่ง 10 กิโลเมตร แบบคอนโคนี การหาเปอร์เซนต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นต้น

จากการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการทดสอบแบบแรมพ์ (Ramp exercise protocols) สำหรับที่เกี่ยวกับทางคลินิก และการทดสอบสมรรถภาพของระบบหัวใจและปอดขณะออกกำลังกาย ของ Myers และ Bellin (2000) พบว่า วิธีการทดสอบแบบแรมพ์ (Ramp exercise protocols) สามารถใช้ประเมินความสามารถในการออกกำลังกายได้ทั้งในคนที่เป็นโรคและคนปกติได้เป็นอย่างเหมาะสม และสามารถออกแบบการทดลองได้เฉพาะบุคคล นอกจากนี้ยังเหมาะสมกับต่อการทอลองกีฬาที่ไม่มีความต่อเนื่องในการเล่น มีลักษณะการเล่นแบบหนักสลับเบา เนื่องจากวิธีการทดสอบแบบแรมพ์จะค่อย ๆ เริ่มระดับของความเร็ว หรือความชันอย่างใดพียงอย่างหนึ่ง ทำให้กราฟความสัมพันธ์ที่ได้มีความละเอียดสูง แต่อาจทำให้นักกีฬารู้สึกเบื่อได้ เพราะค่อย ๆ เพิ่มความหนักในการทดสอบทีละเล็กละน้อย (ACSM's Health – Related Physical Fitness Assessment Manual, 2008)

ดังนั้น จุดเริ่มล้าในงานวิจัยครังนี้ หมายถึง จุดที่ร่างกายได้มีการทำงานเพิ่มมากขึ้นจนเกิดการสะสมของกรดแลคติก (Lactic acid) ในกล้ามเนื้อสูง และมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 4 มิลลิโมลต่อเลือด 1 ลิตร ณ จุดนี้ร่างกายจะเริ่มเปลี่ยนการใช้พลังงานจากขบวนการเผาผลาญแบบใช้ออกซิเจนเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic metabolism) มากขึ้น จึงทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้าอย่างรวดเร็ว และต้องหยุดการออกกำลังกายในที่สุด สามารถแสดงผลเป็นค่าอัตราการเต้นหัวใจจำนวนครั้งต่อนาที (BPM) ได้ ซึ่งจุดเริ่มล้านี้ จะแสดงถึงจุดเริ่มของการออกกำลังกายที่ทำให้เกิดการหายใจเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ โดยสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของ V_E มากกว่าปริมาณการขับคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) (Beaver, and Wasserman, 1986, Simon, และคณะ 1983, Reinhard, และคณะ 1979. อ้างอิงใน ปริยาภรณ์ กุลศิริรัตน์. 2551) ซึ่งก็คือจุดที่เรียกว่าจุดทดแทนการหายใจ (Respiratory compensation point : RPC) หรือแอนแอโรบิกเทรดโฮล (Anaerobic threshold : AnT)

การกำหนดจุดเริ่มล้า (AnT) จะใช้วิธีที่เรียกว่า วี – สโลป (V-slope) เช่นเดียวกันกับการกำหนดจุด AT แต่กำหนดให้ V_E อยู่บนแกน y และปริมาณการขับคาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2) อยู่บนแกน x ดังภาพที่ 5 ณ จุดนี้กรดแลคติกเริ่มไม่สมดุล คือ การเกิดกรดแลคติกเริ่มมากกว่าการสลาย ซึ่งจะเป็นตัวขัดขวางการสลายไขมัน หรืออาจจะเรียกว่าเป็นจุดสูงสุดของระบบแอโรบิก

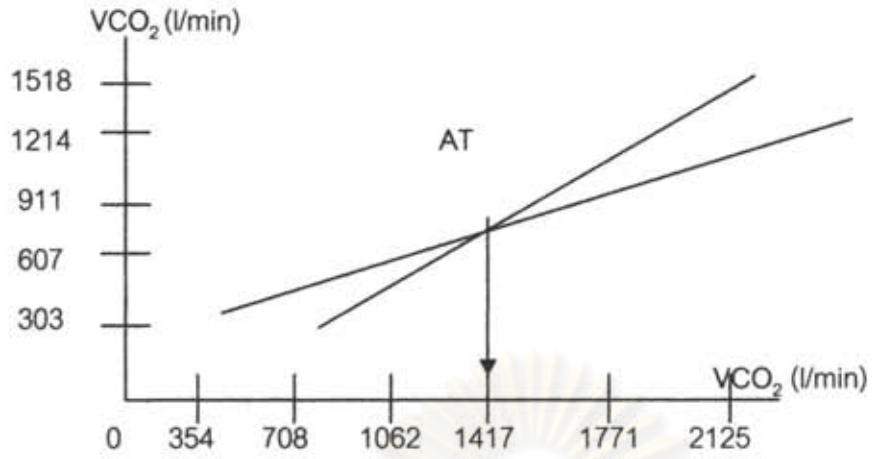


ภาพที่ 5 การแสดงจุด Anaerobic threshold (Meyer, T. และคณะ 2005)

3.2 **แอโรบิกเทรดโฮล** (Aerobic threshold : AT)

เมื่อเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายสูงขึ้นเรื่อย ๆ ความเข้มข้นของกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นจากปริมาณปกติ และนำไปสู่การเพิ่มมากขึ้นของการขับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ Excess CO_2 (Anderson, and Rhodes, 1991) ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณการใช้ออกซิเจน เนื่องจากการบัฟเฟอร์ไบคาร์บอเนตของโปรตอน อันเป็นผลมาจากการสลายกรดแลคติก (Wasserman, and Whipp, 1973) ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของแรงดันของคาร์บอนไดออกไซด์ (Partial pressure of CO_2 : P CO_2) และการหายใจก็จะถูกกระตุ้นให้ทำงานเพิ่มมากขึ้นเพื่อระบายอากาศ ดังนั้น ปริมาณการระบายอากาศ (Minute ventilation : V_E) ก็จะเพิ่มมากขึ้น เพื่อระบาย CO_2 โดยไม่เป็นสัดส่วนกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ออกซิเจน เรียกการเปลี่ยนแปลง ณ จุดนี้ว่าเวนติลาทอรี่เทรดโฮล (Ventilatory threshold : VT) หรือแอโรบิกเทรดโฮล (Aerobic threshold : AerT) ในขณะที่ Wasserman and McIlroy (1964) และ Wasserman and Whipp (1973) เรียกจุดเดียวกันนี้ว่าแอนแอโรบิก เทรดโฮล (Anaerobic threshold : AnT)

การกำหนดจุด AerT (AT) โดยทั่วไปจะใช้วิธีที่เรียกว่า V-slope (Beaver, and Wasserman, 1986) โดยให้ VCO_2 เป็นแกน y (y-axis) และ VO_2 อยู่ในแกน x (x-axis) โดย ณ จุดตัดระหว่าง 2 เส้น คือจุดที่เรียกว่าแอโรบิคเทรดโฮล ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การแสดงจุด Aerobic threshold (Meyer, T. และคณะ 2005)

4. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen uptake)

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด หมายถึง ปริมาณออกซิเจนสูงที่สุดต่อหน่วยเวลาที่ร่างกายสามารถดึงจากบรรยากาศ และขนส่งตามกระแสเลือดสู่เนื้อเยื่อ ในระหว่างที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายด้วยกล้ามเนื้อมัดใหญ่ต่อต้านความความต้านทานที่เพิ่มขึ้น ค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดนี้ได้มีการใช้ชื่อเรียกที่แตกต่างกันไปอย่างมากมาย อาทิเช่น Maximum oxygen consumption, Maximum aerobic power, Peak aerobic power, Maximum oxygen uptake (consumption), Maximum aerobic work capacity, Endurance capacity, และ Cardiorespiratory fitness และใช้คำย่อ คือ VO_{2max} (Thoden. 1991)

หน่วยที่ใช้แสดงค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนนั้น อาจแสดงเป็นค่าสมบูรณ์ของปริมาณออกซิเจนต่อหน่วยเวลา (ลิตร/นาที) หรือ ค่าปริมาณออกซิเจนต่อหน่วยเวลาที่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัว (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) หรือเป็น MET, 1 MET เป็นค่าการใช้ออกซิเจนขณะพักของชายน้ำหนักตัว 70 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.5 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที (ACSM. 2006)

ปัจจัยที่ใช้ในการวัดและคำนวณค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด สามารถคำนวณได้จากปัจจัยของระบบหัวใจหรือระบบหายใจตามสมการของ Fick ซึ่งแสดงความสัมพันธ์กับปัจจัยทั้งสอง ดังนี้

VO2max = Qmax x (a - VO2 difference) max (Holly. 1988)

ค่า Qmax = ปริมาตรการไหลของเลือดออกจากหัวใจต่อนาที

A – VO2 difference = ความแตกต่างของความเข้มข้นของออกซิเจนระหว่างเลือดแดงและเลือดดำ

แม้ว่าสมการดังกล่าวได้แสดงความเกี่ยวโยงระหว่างระบบหัวใจ – หลอดเลือด และระบบหายใจ (ปอด) การใช้ค่าดังกล่าวมาคำนวณหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้นยังไม่สะดวกในทางปฏิบัติ เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวไม่สามารถวัดได้โดยง่าย และมีความเสี่ยงอันตรายต่อชีวิต ดังนั้นความสัมพันธ์บนพื้นฐานของปัจจัยทางระบบหายใจจึงได้นำมาคำนวณค่าแทนดังนี้

$VO_2 = VE\ [0.265\ (1.0 - FEO_2 - FECO_2) - FEO_2]$ (Holly. 1988)

จากสมการดังกล่าว ค่าการใช้ออกซิเจนสามารถคำนวณ โดยใช้เครื่องวัดปริมาตรอากาศที่หายใจออก (VE) และปริมาตรอากาศที่หายใจเข้า (V_I) ผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊สออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อวัดสัดส่วนของออกซิเจน (FEO_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ ($FECO_2$) ในอากาศที่หายใจเข้าและออก การวัดดังกล่าวเป็นการวัดโดยตรง (Direct Method) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องทำในห้องปฏิบัติการ และขึ้นอยู่กับแรงจูงใจของผู้ทดสอบ ข้อมูลของเทเลอร์ (Taylor, Buskirk, and Henschel, 1995) แสดงให้เห็นว่า ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะวัดได้ค่าที่แท้จริงต่อเมื่อทำการทดสอบในสภาพแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจงเท่านั้นและวิธีการทดสอบนั้นต้องใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ทำงานในแบบที่ต้องมีการเคลื่อนที่แบบไดนามิก (Dynamic) ว่าการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีตรงนั้น แคชและคณะ (Katch, Sady, and Freedson, 1982) พบว่า ความผันแปรทางชีววิทยาของร่างกายนั้น มีส่วนเกี่ยวข้องถึง 90% ของค่าความผันแปรทั้งหมด (±5.6%) ส่วนความผิดพลาดด้านเทคนิคนั้นมีน้อยกว่า 10% การที่จะทำการทดสอบเพื่อให้ได้ผลเหมือนกัน (Good reproducibility) ทุกครั้งเมื่อทดสอบในคนเดียวกันนั้น ผู้ทำการทดสอบจะต้องทำงานได้เท่ากันภายใต้ภาวะเงื่อนไขที่กำหนดเดียวกัน ซึ่งในทางปฏิบัติจริงค่อนข้างจะทำได้ยาก ตัวอย่างเช่น ให้ผู้ที่ไม่เคยทดสอบและไม่คุ้นเคยกับเครื่องมือมาก่อนมาเข้ารับการทดสอบนั้นเป็นการยากที่จะบังคับหรือเชียร์ให้เขาออกแรงต่อไปจนหมดแรง และก็ไม่ทราบว่าเขาออกแรงเต็มความสามารถแล้วหรือไม่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดปัจจัยทางสรีรวิทยาเพื่อช่วยบ่งบอกว่าผู้ถูกทดสอบทำงานได้ถึงจุดความสามารถสูงสุดของเขาจริง ๆ ปัจจัยดังกล่าววัดได้จาก

1. อัตราการเต้นของชีพจรครั้งต่อนาที หรือมีค่ามากกว่า 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เมื่อคำนวณจากอายุ เช่น 220 – อายุ หรือ 205 – ½ (อายุ) (ACSM. 2006)

2. สัดส่วนของค่าการแลกเปลี่ยนแก๊ส CO_2 และ O_2 (VCO_2 / VO_2) หรือค่า $R \geq 1 - 1.15$ (Jackson, DerWeduwe, Schick, and Sanchaz. 1990)

3. กรดแลคติกในเลือดมากกว่า 8 มิลลิโมล/ลิตร

4. ค่าการใช้ออกซิเจน เพิ่มขึ้นน้อยกว่า 2 มิลลิลิตร เมื่อระดับการออกแรงทำงานเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ดีเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้น มีความแตกต่างกันในแบบทดสอบที่ใช้ จำนวนมัดกล้ามเนื้อร่วมในการทดสอบแตกต่างกัน การทดสอบที่ต้องใช้ทั้งส่วนของแขนและขาในการทดสอบ จะวัดได้ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด สูงกว่าการทดสอบที่ใช้แต่อย่างเดียวเท่านั้น เมื่อนำผู้ถูกทดสอบคนเดียวกัน มาทำการทดสอบด้วยเครื่องมือที่แตกต่างกัน พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะสูงสุดในการวิ่งบนลู่วิ่งหรือทำกิจกรรมที่ต้องใช้ทั้งแขนและขา เช่น เดินหรือวิ่ง ในการเล่นสกี Cox (1992) พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด จากการวิ่งบนลู่วิ่งสูงกว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่วัดได้จากการก้าวขึ้นลงม้านั่ง (Step test) ในผู้ใหญ่ที่มีอายุช่วง 40 – 50 ปี

4.1 ตัวบ่งชี้สมรรถภาพความทนทานของร่างกาย (VO_{2max} as predictor of endurance performance)

ถ้าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน เป็นตัวบ่งบอกสมรรถภาพความทนทานของร่างกาย ดังนั้น การแข่งขันเพื่อหาผู้ที่มีความทนทานของร่างกายที่ดีที่สุด สามารถกระทำได้ในห้องปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ที่ทำการวิจัยใช้ลู่วิ่งเป็นเครื่องมือในการทดสอบหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ใครที่มีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด สูงที่สุดคือผู้ชนะ จึงเป็นการง่ายกว่าที่จะลงไปทำการแข่งขันในลู่วิ่งของสนามกีฬาหรือสระว่ายน้ำ อย่างไรก็ตามสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด จึงเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งเท่านั้นในการประสบความสำเร็จของการเสริมสร้างความทนทานของร่างกายในกลุ่มคนที่มีความแตกต่างของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่า ผู้หญิงที่มีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด สูงมีแนวโน้มที่จะวิ่งมาราธอนได้เร็ว แต่ถ้าคนในกลุ่มมีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ใกล้เคียงอยู่ในระดับเดียวกัน ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่ได้เป็นตัวบ่งบอกความสามารถของแต่ละคนเพราะว่า ทุกคนมีความสามารถเท่าเทียมกัน ตัวอย่างเช่นนักกีฬา 2 คน ชื่อ Waitz และ Clayton มีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 73 และ 69 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ตามลำดับ ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดวัดในระยะสั้น ๆ ภายหลังจากที่ทำสถิติโลกในการแข่งขันมาราธอนหญิงและชาย อย่างไรก็ตาม Clayton สามารถทำเวลาในการวิ่งได้เร็วกว่า Waitz 15 นาที ปัจจัยสำคัญอื่น ๆ ที่ทำให้ประสบความสำเร็จรวมทั้งความเร็ว ความสามารถในการออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลาต่อเนื่องกันความสามารถในการกำจัดกรดแลคติก ปริมาณสูงสุดของเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายและความประหยัดในการใช้พลังงานค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สูงเป็นสิ่งที่นักกีฬาต้องการ ความทนทานจะต้องมีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ต่ำสุด

สำหรับนักกีฬาประเภทความทนทานในเพศหญิงควรจะต้องมีค่าประมาณ 65 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที (ml/kg/min) สำหรับนักวิ่งและนักสกีข้ามประเทศ (Cross-country skiers) ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่เหมาะสมสำหรับนักกีฬาว่ายน้ำคือ 55-60 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที นักปั่นจักรยานควรจะมีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดประมาณ 60 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ความต้องการต่ำสุดสำหรับการฝึกแบบแอโรบิกมีดังต่อไปนี้

- นักกีฬาพวกที่ร่างกายได้รับการเสริมสร้างความทนทาน ทุกคนจะมีความสามารถในการออกกำลังกายแบบแอโรบิก แม้ว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะเป็นตัวบ่งบอกสมรรถภาพทางกายที่เลวในกลุ่มนักกีฬาที่อยู่ในระดับที่เข้าร่วมการแข่งขันด้วยกัน ความสามารถสูงสุดของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระหว่างกลุ่มนักกีฬาด้วยกัน

- ปริมาณการใช้ออกซิเจนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วของการออกกำลังกายแบบทนทานเพิ่มขึ้น แม้ว่าประสิทธิภาพของนักกีฬามีการเปลี่ยนแปลงได้บ้างแต่เพียงเล็กน้อย แม้ว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ที่มีค่าสูงมีความสำคัญสำหรับการเสริมสร้างความทนทานของร่างกายให้อยู่ในระดับดีเลิศ ไม่ใช่เพียงแต่ต้องการสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ที่สูงเพื่อที่จะได้ประสบความสำเร็จในการฝึก Noakes ใช้การตอบคำถามเพื่อที่จะใช้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นตัวบ่งชี้ถึงสมรรถภาพความทนทานของร่างกายโดยอยู่บนพื้นฐานของสิ่งต่อไปนี้

1. พบว่าค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาส่วนใหญ่ จะเพิ่มขึ้นตามระดับความหนักของงานจนกระทั่งถึงความหนักของงานที่สูงสุด

2. จากการศึกษาพบว่า อัตราการใช้ออกซิเจน (VO_2) ขณะออกกำลังกายจะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งก็ไม่สามารถที่จะเพิ่มต่อไปได้ และไม่มีหลักฐานที่แสดงว่ามีขีดจำกัดของการขนส่งออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อที่กำลังหดตัวก่อนที่จะเริ่มทำการศึกษาแล้ว

3. ในการศึกษาผลของการให้เลือดเพิ่ม (Blood doping) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ไม่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางกาย การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพทางกายจะคงอยู่ภายในเวลาเพียง 2 - 3 วัน ขณะที่การเปลี่ยนแปลงของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะคงอยู่เป็นเวลานานกว่า

4. การออกกำลังกายในที่สูงจากระดับน้ำทะเลมาก ๆ ไม่ได้ถูกจำกัดโดยความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด หรือข้อจำกัดที่เกิดจากหน้าที่ของระบบไหลเวียน และระบบทางเดินหายใจ

5. อาการเหนื่อยขณะออกกำลังกายที่ความหนักสูงสุดเกิดขึ้นขณะที่มีการใช้ออกซิเจนปริมาณต่ำ ในขณะที่ปั่นจักรยานมากกว่าขณะวิ่งในคนคนเดียวกัน

6. ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดที่วัดได้ขณะที่มีอาการเหนื่อยขณะออกกำลังกายบนลู่วิ่งที่เพิ่มความชัน และความเร็วขึ้นเรื่อย ๆ มีค่าต่ำที่สุดในนักกีฬา

7. การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพขณะวิ่ง เพื่อเสริมสร้างความทนทานของร่างกาย พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาของ Noskes แนะนำว่าสมรรถภาพความทนทานของร่างกายมีค่าสูงสุด เมื่อความเร็วของลู่วิ่งมีค่าสูงสุดด้วย ความเร็วสูงสุดอาจทำให้เส้นใยแอคตินและมัยโอซินมีการจับตัวกัน และทำให้เกิดแรงจากการหดตัวมากขึ้น (High cross bridge cycling) และเกิดการปรับตัวของระบบ ทางเดินหายใจด้วย การปรับตัวของระบบทางเดินหายใจช่วยป้องกันการเกิดอาการหอบเหนื่อย (Dyspnea) จากการออกกำลังกาย

4.2 เครื่องมือวิธีการทดสอบและค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

แมคอาร์เดิลและคณะ (Mc Ardle; Katch, and Katch, 2007) พบว่า ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) ขณะที่ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องมือและวิธีการทดสอบต่างชนิดกัน แสดงให้เห็นถึงจำนวนกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทดสอบ เมื่อทดสอบโดยใช้แขนและขา ค่าจะสูงกว่าการทดสอบโดยใช้ขาอย่างเดียว ในการทดสอบโดยคนเดียวกันแต่ใช้เครื่องมือที่ต่างกัน พบว่าค่าสูงสุดพบขณะวิ่งบนลู่วิ่งหรือการใช้กล้ามเนื้อทั้งแขนและขา ค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่ได้จากการวิ่งบนลู่วิ่งจะสูงกว่าการทดสอบโดยปั่นจักรยานวัดงานประมาณ 5% (Astrand. 1961: 997-981) เมื่อใช้แขนปั่นจักรยาน พบว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้น เทียบได้เท่ากับ 70% ของการทดสอบโดยการวิ่งบนลู่วิ่งหรือปั่นจักรยาน (Astrand. 1961)

การทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยทางอ้อมหรือภาคสนาม (Field test)

เนื่องจากการวัดโดยตรงผ่านเครื่องวิเคราะห์แก๊ส โดยให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงที่ระดับสูงสุดนั้นไม่สามารถทำได้ง่ายในทางปฏิบัติในทุกคน เพราะมีปัจจัยในเรื่องของห้องปฏิบัติการราคาแพง แรงจูงใจของผู้ทดสอบ และยังต้องคำนึงถึงสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ถูกทดสอบอีกด้วย โดยเฉพาะเมื่อต้องการวัดในประชากรจำนวนมาก (Mc Ardle; Katch, and Katch, 2007)

การทดสอบในภาคสนาม

อัตราการเต้นของหัวใจหรือชีพจร เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงการทำงานของร่างกายตามความหนักของงานที่เพิ่มขึ้น ควบคู่กับปริมาณออกซิเจนที่ใช้ไปอย่างดี แม้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอัตราการเต้นของหัวใจ กับการใช้ออกซิเจนในลักษณะเส้นตรงนั้น ยังมีข้อสงสัยอยู่บ้าง (Mc Ardle; Katch, and Kate, 1991) การหาค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน จากการทดสอบที่ระดับก่อนถึงจุดสูงสุด (Submaximum test) จะทำนายค่าการใช้ออกซิเจนจากค่าชีพจรที่วัดได้จากแต่ละระดับงานที่ทำกับค่าอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับอัตราการใช้ออกซิเจน (HR - VO_2)นั้น อนุมานว่าเส้นตรงเมื่อระดับความหนักของงานเพิ่มขึ้นและค่าความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะสัมพันธ์กับอัตราการเต้นชีพจนสูงสุดเมื่อทำงานอย่างเต็มความสามารถแล้ว ซึ่งหลักการนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ มากมาย อาทิเช่น การทดสอบโดยใช้จักรยาน Cycle test Modification เป็นต้น (Astrand-Rhyming Nomogram. 1954: 221)

ความเป็นไปได้ในการทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ควรจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ (Modified form Rose; et al. 1982 อ้างอิงใน ปรียาภรณ์ กุลศิริรัตน์, 2551)

1. แบบทดสอบควรจะง่าย ใช้เวลาสั้น 10 - 20 นาที ผู้ถูกทดสอบไม่จำเป็นต้องมีทักษะพิเศษ

2. ไม่ควรจะต้องใช้เครื่องมือพิเศษ เจ้าหน้าที่เทคนิค และห้องปฏิบัติการ

3. วิธีการทดสอบต้องปลอดภัย ดังนั้นควรทดสอบที่ระดับความสามารถเกือบสูงสุด (Submaximum) ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพได้ถึงสามเท่า เมื่อเทียบกับการทดสอบที่ระดับความสามารถสูงสุดน่าจะนำมาใช้

4. แบบทดสอบควรจะกระตุ้นให้มีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางสรีรวิทยา และร่างกายได้ใช้กล้ามเนื้อทั่วร่างกาย ทำงานแบบไม่ต้องมีการเคลื่อนที่มากที่สุด

5. แบบทดสอบ ควรจะต้องมีการวัดปัจจัยที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ได้อย่างง่าย แม่นยำและได้ค่าคงเดิมเมื่อทำการวัดซ้ำภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน

6. แบบทดสอบเป็นที่ยอมรับของประชากร ยิ่งมีความคล้ายกับลักษณะงานในชีวิตประจำวันมาก ก็จะเป็นที่ยอมรับได้ง่าย

7. ผลจากการทดสอบสามารถนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่างานที่ผู้ถูกทดสอบทำได้ เช่น แสดงเป็นวัตต์ เป็นต้น

8. ถ้าการทดสอบนั้นทำในประชากรจำนวนมาก จำเป็นต้องควบคุมหรือทราบค่าสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิอากาศ ความเร็วลม รวมถึงข้อมูลการออกกำลังกาย อาหาร และการสูบบุหรี่ของผู้ถูกทดสอบด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

สินชัย รัศมีเฟื่อง (2527) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเวลาของการตอบสนองและความเร็วของการชกหมัดแบบต่าง ๆ ในมวยสากล พบว่าเวลาตอบสนองและความเร็วของการชกหมัด ตรงขวา ตรงซ้าย ฮุคขวา ฮุคซ้าย อัปเปอร์คัทขวา และหมัดอัปเปอร์คัทซ้าย ไม่มีความแตกต่างกัน

นอง เสียงหล่อ (2528) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกาย ความถี่ของการชก และคะแนนจากการแข่งขันของนักมวยสากลสมัครเล่น ผลปรากฏว่าความสัมพันธ์ของสมรรถภาพทางกาย ความถี่ของการชก และคะแนนจากการแข่งขันของนักมวยสากลสมัครเล่น มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงทั้งหมด

ราตรี สินธุนาวา (2535) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและเท้า ความเร็วและความอดทนของกล้ามเนื้อกับผลการแข่งขันของนักมวยสากลในกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 24 ผลการวิจัยพบว่า จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของนักมวยแต่ละรุ่น พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเวลา ปฏิกิริยาตอบสนองระหว่างตากับมือ และเท้า พบว่าในนักมวยรุ่นฟลายเวท ($r = -0.64$ และ $r = -0.52$ ตามลำดับ) เฟเธอร์เวท ($r = -0.82$ และ $r = -0.92$ ตามลำดับ) และไลท์เวลเตอร์เวท ($r = -0.60$ และ $r = -0.58$ ตามลำดับ) และความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเปอร์เซ็นต์ความล้าของกล้ามเนื้อมือซึ่งบ่งบอกถึงความอดทน มีค่าสูงในนักมวยรุ่นแบนตั้มเวท ($r = -0.77$) และเวลเตอร์เวท ($r = -0.60$) ซึ่งแสดงว่านักมวย 2 รุ่นนี้นักมวยที่มีผลการแข่งขันในอันดับดีจะต้องมีความอดทนของกล้ามเนื้อสูง สามารถออกหมัดติดต่อกันไปได้นานโดยไม่เมื่อยล้า ส่วนนักมวยรุ่นฟินเวท เฟเธอร์เวท และเวลเตอร์เวท พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับความเร็ว (Speed) ของกล้ามเนื้อมือ ($r = 0.76$, $r = 0.75$ และ $r = 0.66$ ตามลำดับ) ดังนั้นแสดงว่าในนักมวย 3 รุ่นนี้ ผู้ที่ประสบชัยชนะมีลักษณะเด่น คือ มีความเร็วของกล้ามเนื้อสามารถรุกและรับได้อย่างรวดเร็วเมื่อนำเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือและเท้าของนักมวยที่ชนะเลิศเปรียบเทียบกับที่ได้ที่ 2 ของนักมวยทุกรุ่น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ ส่วนด้านความเร็วความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อมือ และจำนวนหมัด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จีระเดช เอกะกุลานันท์ (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบผลการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วระหว่างวิธีการวิ่งและซาวน่าที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักมวยสากลสมัครเล่น" ผลการวิจัยพบว่า การลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วระหว่างวิธีวิ่งและซาวน่า มีผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักมวยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ถนอมศักดิ์ เสนาคำ (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง " การใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทย " โดยศึกษาถึงความต้องการพลังงานในขณะแข่งขันเกมเซปักตะกร้อของนักกีฬาหญิงทีมชาติไทย จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขันมีค่าเฉลี่ย 140 ครั้ง/นาที อัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย 22 มล/กก/นาที เทียบได้กับ 54% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย 42 มล/กก/นาที อัตราการใช้พลังงานตลอดเกมการแข่งขันเฉลี่ย 1,133 กิโลจูล (271 กิโลแคลอรี) และระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันคือ พลังงานระบบแอนแอโรบิก 25% พลังงานระบบแอนแอโรบิก – แอโรบิก 43% และพลังงานระบบแอโรบิก 32% (แอนแอโรบิก 75%และแอโรบิก 25%)

ปิยะฉัตร สุทธิจินดา (2548) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อในการชกหมัดตรงในนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นทีมชาติไทย โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีทักษะมวยสูง และกลุ่มที่มีทักษะปานกลาง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่มีทักษะสูงมีลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อที่สอดคล้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกายในการออกหมัดตรง เป็นผลมาจากทักษะและความชำนาญจากการฝึกซ้อม ผลการทดลองที่ได้สามารถช่วยให้ผู้ฝึกสอน และนักมวยเข้าใจลำดับ การทำงานของกล้ามเนื้อในการชกหมัดตรงอย่างถูกต้อง เพื่อนำไปใช้พัฒนาทักษะการชกของนักมวยต่อไป

จันทร์พร แช่มช้อย (2549) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลของการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นที่ขึ้นทะเบียนกับการกีฬาแห่งประเทศไทย จำนวน 15 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองก่อนและหลังการใช้ความเย็น ในช่วงเวลาพักด้วยการดื่มน้ำเย็น การดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็น และการดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองภายหลัง การใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักระหว่างแต่ละวิธีการ พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้สรุปได้ว่า การใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักสามารถลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองได้ทั้ง 3 วิธี แต่มีแนวโน้มว่า การใช้ความเย็นด้วยการดื่มน้ำเย็นพร้อมเช็ดตัวด้วยน้ำเย็นสามารถลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองได้ดีกว่า การดื่มน้ำเย็นพร้อมพรมด้วยละอองน้ำเย็นและการดื่มน้ำเย็น

ปรียาภรณ์ กุลศิริรัตน์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การใช้พลังงานของนักกีฬาเนตบอล" โดยศึกษาถึงการใช้พลังงานในขณะแข่งขันกีฬาเนตบอล ในแต่ละตำแหน่งการเล่น ผลการวิจัยพบว่า นักกีฬาเนตบอลมีอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขันเฉลี่ย 151 ครั้ง/นาที ความสามารถในการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย 22.16 มล./กก./นาที เทียบได้ 65% ของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO2max) 34.32 มล./กก./นาที อัตราการใช้พลังงานตลอดเกมการแข่งขันเฉลี่ย 407 กิโลแคลอรี และระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันคือ พลังงานระบบแอนแอโรบิก 18% พลังงานระบบแอนแอโรบิก – แอโรบิก 60% และพลังงานระบบแอโรบิก 22%

ภาคภูมิ แจ้งโพธิ์นาค (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับเวลาตอบสนองของการชกหมัดตรงของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นทีมชาติไทย" โดยศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับเวลาตอบสนองของการชกหมัดตรงของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นทีมชาติไทย ผลการวิจัยพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่มีความสัมพันธ์กับเวลาตอบสนองของการชกหมัดตรงของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นทีมชาติไทย

สาคร แก้วสมุทร์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการแข่งขันกีฬามวยสากลสมัครเล่นในกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35" ผลการวิจัยพบว่า

1.ปัจจัยภายในที่มีผลต่อความสำเร็จในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัย ครั้งที่ 35 มีทั้งหมด 5 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านมีค่าความถี่และร้อยละ ดังนี้ ปัจจัยทางด้านสรีรมีระดับความคิดเห็นที่มากที่สุด คือ มีโครงสร้างร่างกายที่สมส่วนอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 58.33 ปัจจัยทางด้านสมรรถภาพร่างกายนักกีฬามีระดับความคิดเห็นมากที่สุด มีระดับความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 61.11 ปัจจัยทางด้านเทคนิคทักษะนักกีฬามีระดับความคิดเห็นมากที่สุด คือ มีระดับทักษะในการออกหมัดหน้าหรือหมัดนำอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 47.22 ปัจจัยในระหว่างการแข่งขันมีนักกีฬาระดับความคิดเห็นมากที่สุด คือ ความรับผิดชอบระหว่างแข่งขันของนักกีฬามีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.78 ปัจจัยด้านจิตวิทยา นักกีฬามีระดับความคิดเห็นมากที่สุด คือ มีน้ำใจนักกีฬาอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเปียร้อยละ 77.77 นักกีฬามีสัญชาติญาณการเป็นนักสู้อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 58.33

2. ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อความสำเร็จในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัย ครั้งที่ 35 ทั้งหมด 5 ด้านมีค่าความถี่และร้อยละ ดังนี้ ปัจจัยด้านกายภาพนักกีฬามีระดับความคิดเห็นมากที่สุด คือ บริเวณและสถานที่ตั้งเวทีแข่งขันมีความเหมาะสมและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ในระหว่างแข่งขัน อยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 55.56 ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ นักกีฬามีระดับความคิดเห็นมากที่สุดใน

ด้านนี้ คือ มีการสนับสนุนด้านงบประมาณอย่างดี มีการฝึกซ้อมอย่างเหมาะสม และมีการจัดเสื้อผ้า อุปกรณ์ฝึกซ้อมส่วนตัวให้อย่างพอเพียง อยู่ในระดับมากคิดเป็นร้อยละ 47.22 ปัจจัยด้านชาติกำเนิด นักกีฬามีระดับความคิดเห็นมากที่สุดในด้านนี้ คือสิ่งที่ติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด (พรสวรรค์) อยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 16.67 อยู่ในระดับมากคิดเป็นร้อยละ 50.00 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้านผู้ฝึกสอนนักกีฬามีระดับความคิดเห็นมากที่สุดในด้านนี้ คือ การให้กำลังใจจากผู้ฝึกสอนอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63.89 การวางแผนและการแก้เกมของผู้ฝึกสอน อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 58.33 ปัจจัยด้านโชคหรือดวงนักกีฬามีระดับความคิดเห็นมากที่สุดในด้านนี้ คือ การจับฉลากแบ่งสายในการแข่งขันอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.22

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Wasserman, Whipp, Royal, and Beaver. (1983) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับจุดเริ่มล้าและการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ใช้ในการหายใจในขณะออกกำลังกาย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาอาสาสมัคร ผลการวิจัยพบว่า อัตราการใช้ออกซิเจนสัมพันธ์กับระดับจุดเริ่มล้า และถ้าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าไม่สัมพันธ์กับจุดเริ่มล้า แสดงให้เห็นว่าว่าอาจเกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบไหลเวียนโลหิต

Ismail, Nudri, and Zawiah. (1997) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาพลังงานที่สามารถพยากรณ์คุณสมบัติที่ต้องการคัดเลือกนักกีฬาระดับนานาชาติ โดยทำการศึกาในนักกีฬาชาย จำนวน 84 คน 9 ชนิดกีฬา และนักกีฬาหญิง จำนวน 24 คน 4 ชนิดกีฬา ทำการประเมินปัจจัยต่างๆ เช่น โครงสร้างทางร่างกาย พลังงานที่ใช้ตลอดทั้งวัน มวลร่างกาย เป็นต้น จากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่า การใช้พลังงานพื้นฐานที่ต้องการโดยประมาณสำหรับกีฬาชนิดต่างๆ อยู่ที่ 44 – 55 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม/วัน ในนักกีฬาผู้ชาย และอยู่ระหว่าง 38 – 50 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม/วัน ในนักกีฬาผู้หญิง

Gjerest, Johansen, and Moser. (1997) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ในความต้องการของร่างกายในการใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาระยะสั้น และศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบแบบภาคสนาม (Field test) และในห้องปฏิบัติการ (Laboratory test) ผลการวิจัยพบว่า การใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในการวิ่งระยะสั้นกับจุดเริ่มล้ามีการเริ่มสะสมกรดแลคติกอย่างรวดเร็ว และจุดเริ่มล้าในนักกีฬาระยะสั้นในการทดสอบแบบในสนามและในห้องปฏิบัติการมีความสัมพันธ์กัน

Blanksby, et al. (1998) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเต้นหัวใจและการประเมินการใช้พลังงานในขณะเต้นรำจากการแข่งขันเต้นรำแบบร่วมสมัยและแบบละตินอเมริกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเต้นรำจำนวน 10 คน ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจในขณะเต้นรำ และวัดความสัมพันธ์ของออกซิเจนที่ได้รับกับอัตราการเต้นของหัวใจในขณะที่เดินบนลู่กล จากผลการศึกษาครั้งนี้ สามารถประเมินค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนได้ดังนี้ ในผู้ชาย การเต้นนแบบร่วมสมัย และแบบละตินอเมริกัน มีค่า 42.8 มล./กก./นาที และ 42.8 มล./กก./นาที ตามลำดับ ในผู้หญิงการเต้นแบบร่วมสมัย และแบบละตินอเมริกัน มีค่า 34.7 มล./กก./นาที และ 36.1 มล./กก./นาที ตามลำดับ และปริมาณการใช้พลังงานในขณะเต้นรำ ในผู้ชาย การเต้นแบบร่วมสมัย และแบบละตินอเมริกัน มีค่า 54 กิโลจูล/นาที และ 54 กิโลจูล/นาที ตามลำดับ ในผู้หญิง การเต้นแบบร่วมสมัย และแบบละตินอเมริกันมีค่า 34.7 กิโลจูล/นาที และ 36.1 กิโลจูล/นาที ตามลำดับ

Novas, Rowbottom, and Jenkins. (2003) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาการหาพลังงานในขณะแข่งขันโดยวิธีปฏิบัติทางภาคสนามของนักกีฬาเทนนิส โดยให้นักกีฬาเทนนิสหญิง จำนวน 24 คน ทำการทดสอบแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาเทนนิสโดยการเพิ่มความหนักขึ้นเรื่อยๆ โดยวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนตลอดการทดสอบในแต่ละคนร่วมกับ RPE การคำนวณอัตราการใช้พลังงานระหว่างทดสอบจะคำนวณจากผลรวมของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนในระหว่างทดสอบและการเป็นหนี้ออกซิเจนในระหว่างการฟื้นตัว หารด้วยระยะเวลาในการทดสอบ ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของค่าพลังงานจากสมรรถภาพการใช้อกซิเจนกับ RPE ในแต่ละคน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ และการหาพลังงานด้วยวิธีการหาความสัมพันธ์โดยวิธีทางอ้อมกับภาคสนามนั้นมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน ทำให้ค่า RPE สามารถประเมินพลังงานที่ใช้ในขณะเล่นกีฬาเทนนิสได้

Gulshan, and Indranil. (2006) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานทางด้านสรีรวิทยาของนักกีฬามวยสากลชายประเทศอินเดีย โดยศึกษาทางด้านโครงร่างและส่วนประกอบ สรีรวิทยาชีวเคมี และการปรับตัวทางด้านระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิตต่อการเพิ่มความหนักในการทดสอบและการแข่งขันจริงในแต่ละยก โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่มีอายุมากกว่ากับกลุ่มเยาวชน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่มีอายุมากกว่ามีปัจจัยพื้นฐานทางด้านสรีรวิทยาดีกว่ากลุ่มเยาวชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และปัจจัยทางด้านอายุ และระดับความหนักของการฝึกซ้อมส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานในระบบพลังงานแบบแอโรบิกและแบบแอนแอโรบิก ซึ่ง

ผลของการวิจัยครั้งนี้ทางด้านสรีรวิทยาที่ตอบสนองในระหว่างการเพิ่มความหนักในการทดสอบออกกำลังกาย สามารถเป็นประโยชน์ในการช่วยสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางด้านระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิตของนักกีฬามวยสากลได้

Smith. (2006) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานทางด้านสรีรวิทยาในนักกีฬาที่มีอายุมากกว่าเยาวชนและนักกีฬาเยาวชนในกีฬามวยสากลสมัครเล่นทีมชาติอังกฤษ โดยศึกษาทางด้านการลดน้ำหนัก สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดในขณะแข่งขันของนักกีฬา สรุปได้ว่า การแสดงศักยภาพของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกและระบบพลังงานแบบแอโรบิก และวิธีการลดน้ำหนักในปัจจุบันของนักกีฬามีผลเสียต่อร่างกาย ทำให้เกิดการลดลงของจำนวนสารอาหารที่จำเป็น ศักยภาพในการแข่งขันลดลง และเพิ่มปัจจัยสี่ยงทางด้านสุขภาพให้กับนักกีฬามากขึ้น

Chatterjee, Banerjee, and Majumdar. (2006) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การใช้พลังงานในนักกีฬามวยสากลหญิง" เพื่อหาพลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติอินเดีย จำนวน 20 คน โดยคำนวณพลังงานจากสมการอัตราการเต้นของหัวใจกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนของแต่ละคน โดยอัตราการเต้นของหัวใจจะบันทึกผ่านคลื่นวิทยุ จากผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การใช้พลังงานของนักกีฬามวยสากลหญิงทีมชาติอินเดียจำนวน 20 คนเพิ่มมากขึ้นตามระดับความหนักของการออกกำลังกาย และสามารถเปรียบเทียบการใช้พลังงานกับเพศชายเมื่อมีน้ำหนักตัวเท่ากัน ทำให้ผู้ฝึกสอนสามารถวางแผนโปรแกรมโภชนาการที่เหมาะสมกับการใช้พลังงานได้ ทำให้ผู้ฝึกสอนสามารถวางแผนโปรแกรมการฝึกซ้อมให้สอดคล้องกับพลังงานที่นักกีฬาใช้ในการแข่งขัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอบแนวความคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน และรูปแบบของการชกมีผลต่อการใช้พลังงานของกีฬามวยสากลสมัครเล่น เพื่อให้ผู้ฝึกสอนสามารถนำไปเป็นแนวทางการวางแผนโปรแกรมการฝึกซ้อม หรือโปรแกรมโภชนาการที่ถูกต้องและเหมะสมกับสถานการณ์การแข่งขันจริง โดยขั้นตอนการศึกษาวิจัยได้ผ่านการพิจารณาและการคัดกรองงานวิจัยเพื่อเข้ารับการพิจารณาจริยธรรมโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์และการใช้สัตว์ทดลองในการวิจัย กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ภาคผนวก ก) ซึ่งประกอบด้วยวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยชุดปัจจุบัน หรือเคยเป็นตัวแทนในการเข้าร่วมเก็บตัวฝึกซ้อมเพื่อแข่งขันรายการต่าง ๆ ที่ผ่านมากับทางสมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 16 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยชุดปัจจุบัน เป็นตัวแทนของทีมชาติไทยเข้าร่วมในการเก็บตัวนักกีฬากับสมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์เพื่อทำการฝึกซ้อมสำหรับการเตรียมการแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ในปี พ.ศ. 2553 ที่ประเทศจีน เป็นเพศหญิง มีอายุตั้งแต่ 17 ปี และไม่เกิน 26 ปี จำนวน 10 คน โดยแบ่งเป็นรุ่นน้ำหนัก 6 รุ่น ในแต่ละรุ่นจะมีนักกีฬาดังต่อไปนี้

1. รุ่น 46 กิโลกรัม : นักกีฬาชุดบี 1 คน
2. รุ่น 48 กิโลกรัม : นักกีฬาชุดเอ 1 คน และนักกีฬาชุดบี 1 คน
3. รุ่น 51 กิโลกรัม : นักกีฬาชุดเอ 1 คน และนักกีฬาชุดบี 1 คน
4. รุ่น 54 กิโลกรัม : นักกีฬาชุดเอ 1 คน
5. รุ่น 57 กิโลกรัม : นักกีฬาชุดเอ 1 คน และนักกีฬาชุดบี 1 คน

6. รุ่น 60 กิโลกรัม : นักกีฬาชุดเอ 1 คน และนักกีฬาชุดบี 1 คน

เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีการชี้แจงกลุ่มตัวอย่างในเรื่องเอกสารก่อนการเข้าร่วมโครงการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. นำเสนอโครงร่างวิจัยให้ผู้ฝึกสอน ผู้บริหารสมาคม และนักกีฬารับทราบก่อนผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทำการศึกษางานวิจัย

2. มีการนำเสนอขั้นตอนการวิจัยให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเข้าใจก่อน

3.มีการลงนามในเอกสารใบยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย ถือว่าเป็นผู้ที่เต็มใจสมัครเข้าร่วมในการเป็นกลุ่มตัวอย่างของโครงการวิจัย

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

<u>เกณฑ์ในการคัดเข้า</u> <u>(Inclusion criteria)</u>

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยชุดปัจจุบันที่เป็นตัวแทนของทีมชาติไทยเข้าร่วมในการเก็บตัวนักกีฬากับทางสมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์เพื่อทำการฝึกซ้อมสำหรับการเตรียมการแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ในปี พ.ศ. 2553 ที่ประเทศจีน

2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องไม่มีปัญหาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ หรือการบาดเจ็บใด ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมในงานวิจัย

3. ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีความสมัครใจที่จะเข้าร่วมในงานวิจัย

<u>เกณฑ์ในการคัดออก</u> <u>(Exclusion criteria)</u>

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีปัญหาการบาดเจ็บ และมีอุปสรรคที่ไม่สามารถเข้าร่วมในงานวิจัยได้

2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สมัครใจในการเข้าร่วมงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังต่อไปนี้

1. เครื่องชั่งน้ำหนักตัวอัตโนมัติ (Automatic weighting scale ยี่ห้อ Tanita)
2. ตลับเมตรวัดส่วนสูง (Height scale)
3. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical impedance analyzer ยี่ห้อ Maltron)
4. แผ่นอิเล็กโทรด (Electrode plates ยี่ห้อ Ambu blue sensor SP)
5. เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบโพลาร์ทีมทู (Polar team^2)
6. โปรแกรมสำเร็จรูปของโพลาร์ทีม^2

7. นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ
8. เครื่องคอมพิวเตอร์
9. เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Portable cardiopulmonary gas exchange system ยี่ห้อ Cosmed K2)
10. ลู่วิ่งกล
11. กล้องวีดิโอบันทึกภาพ
12. โปรแกรมวิเคราะห์การออกหมัด (Focus x2 program)

ขั้นตอนดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 การหาการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดโปรแกรมการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่น

การจำลองสถานการณ์การแข่งขันมวยสากลสมัครเล่น จะจำลองการแข่งขันให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์แข่งขันจริงมากที่สุด ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ โดยการจัดการแข่งขันนี้จัดให้เป็นไปตามกฎ กติกาการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่นทุกประการ และมีคณะกรรมการทั้งหมด 6 ท่านที่ได้รับการรับรองจากสหพันธ์มวยสากลสมัครเล่นนานาชาติ (AIBA) เป็นผู้ตัดสินคะแนนในการแข่งขันแต่ละแมทช์ ซึ่งการจำลองการแข่งขันจะจัดขึ้นทั้งหมด 3 ครั้ง รวม 15 แมทช์ โดยทำการจัดการแข่งขันแบบแข่ง 1 วันสลับกับการพัก 1 วัน และแต่ละวันจะชก จำนวน 4 ยก ยกละ 2 นาที พักระหว่างยก 1 นาที โดยมีการจัดตารางการแข่งขันดังต่อไปนี้

คู่ที่ \ วัน	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5
1	A-48 กับ B-46	หยุดพัก	A-48 กับ B-51	หยุดพัก	A-48 กับ B-48
2	A-51 กับ A-54		A-51 กับ B-57		A-51 กับ A-54
3	A-57 กับ A-60		A-57 กับ A-54		A-57 กับ A-60
4	B-60 กับ B-57		A-60 กับ B-60		B-46 กับ B-51
5	B-48 กับ B-51		B-48 กับ B-46		B-60 กับ B-57

เนื่องจากนักกีฬามวยสากลหญิงทีมชาติไทยมีจำนวนทั้งหมด 10 คน และได้แบ่งเป็นทีมชาติชุดเอ จำนวน 5 คน และทีมชาติชุดบี จำนวน 5 คน ทำให้การจัดตารางการแข่งขันในแต่ละวันเป็นไปตามความเหมาะสมของผู้ฝึกสอนที่ต้องการให้นักกีฬามีการใช้พลังงานในการแข่งขันสูงสุด

ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงได้มีการชกกันข้ามรุ่นน้ำหนักที่นักกีฬาลงแข่งขันด้วยกัน โดยพิจารณาจากความสามารถในการชกที่ใกล้เคียงกันของนักกีฬาที่ลงแข่งคู่กัน ดังตารางการแข่งขันด้านบน

2. การเตรียมอุปกรณ์ สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้พร้อมก่อนที่จะมีการแข่งขันตามโปรแกรมที่จัดขึ้น

3. ชี้แจงเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 คน ทราบถึงวิธีดำเนินการทดลอง โดยอธิบายวัตถุประสงค์และข้อปฏิบัติที่จำเป็นในการทดลอง และให้ผู้ทดลองปฏิบัติไปตามวิธีการที่กำหนด

4. การทำการทดลอง

เนื่องจากการวัดอัตราการเผาผลาญพลังงานจากการหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นวิธีการวัดอัตราการใช้พลังงานแบบทางอ้อม (Indirect calorimetry) ซึ่งดูได้จากกราฟความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (HR - VO_2 regression line) จึงมีขั้นตอนการปฏิบัติดังต่อไปนี้

นำกลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 คน มาทดสอบหาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption : VO_{2max}) และจุดเริ่มล้า (Anaerobic threshold : AnT) ก่อนการเริ่มโปรแกรมการแข่งขันที่จัดขึ้น 1 – 2 วัน ในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธีการทดสอบแบบแรมพ์ (Ramp treadmill protocol) (Myrna el al.,2005) มีวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ดังนี้

ก่อนการทดสอบให้ผู้เข้ารับการทดลองเดินอบอุ่นร่างกายบนลู่วิ่งด้วยความเร็วและความชันที่เหมาะสมกับตนเอง คือ รู้สึกว่าไม่เบาและหนักจนเกินไป โดยความเร็วอยู่ในช่วง 3 - 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความชันอยู่ที่ 0 % เดินไปเรื่อย ๆ จนครบ 3 นาที เมื่อสิ้นสุดการอบอุ่นร่างกายให้เพิ่มความชันจากเดิมอีก 2 % และเพิ่มความเร็วจากเดิม 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเพิ่มความชันอีก 2 % และเพิ่มความเร็วจากเดิม 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเช่นเดิม ทำไปเช่นนี้เรื่อย ๆ จนถึงความเร็วสุดท้ายที่ 17 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความชันอยู่ที่ 5 % ซึ่งใช้เวลาโดยประมาณ 10 นาที หรือผู้ถูกทดสอบไม่สามารถทดสอบต่อไปได้อีก การทดสอบมีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที หรือผู้ทดสอบมีค่าตามเกณฑ์ 2 ใน 3 ข้อ (ACSM, 2006) ดังต่อไปนี้

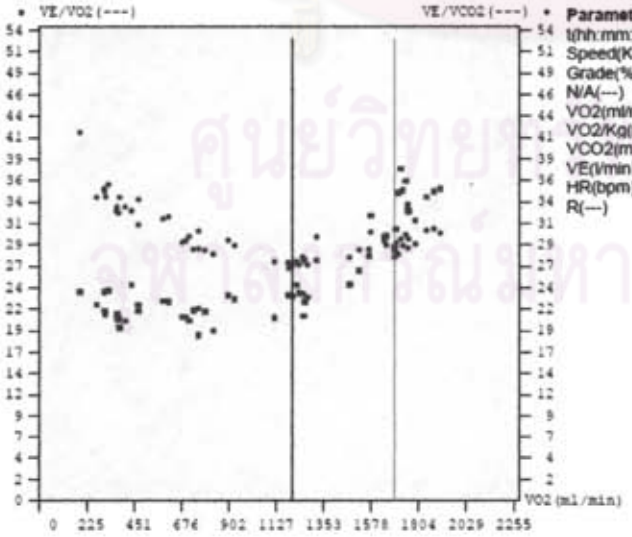
1) อัตราการส่วนการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ (RER) มากกว่า 1.0
2) ผู้เข้ารับการทดลองไม่สามารถทำต่อไปได้
3) ปริมาณการใช้ออกซิเจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อความหนักของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น (Establishment of a flat on the oxygen intake curve in relation to the load)

ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องทางสรีรวิทยาที่ได้จากการบันทึกค่าของเครื่องวิเคราะห์แก๊สทุก ๆ 5 วินาที ได้แก่

1) อัตราการเต้นของหัวใจ (HR)
2) สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (VO_2)
3) สมรรถภาพการใช้ คาร์บอนไดออกไซด์ (VCO_2)
4) สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max})
5) ปริมาณอากาศที่หายใจออก (VE)
6) อัตราการส่วนการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ (RER)

4.1 ถ้าหากผู้เข้ารับการทดสอบได้หยุดการทดสอบลง หรือไม่สามารถที่จะทดสอบต่อไปได้ โดยไม่เป็นไปตามเกณฑ์ข้างต้น ปริมาณการใช้ออกซิเจนที่ได้จากการทดสอบจะเรียกว่า Peak oxygen consumption (VO_2 peak หรือ PeakVO_2) แทน Maximal oxygen consumption (VO_{2max}) ตามหลักของสถาบันวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (American Collage of Sports Medicine : ACSM, 2006)

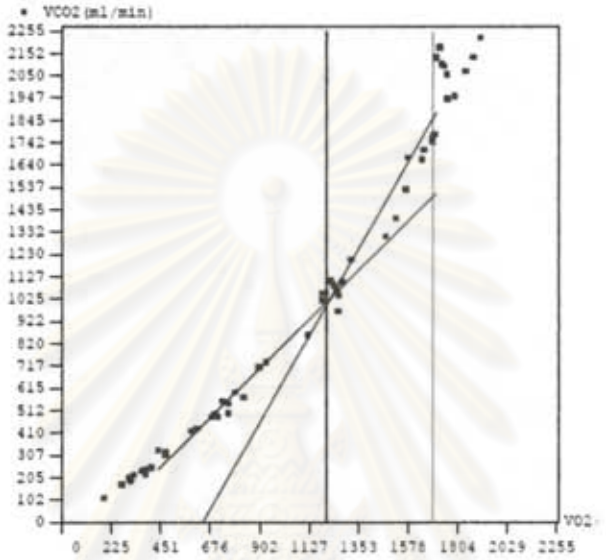
4.2 ค่าจุดเริ่มล้า (Anaerobic threshold : AnT) ซึ่งเป็นจุดหรือระดับที่ร่างกายเริ่มมีการเปลี่ยนการใช้พลังงานแบบแอโรบิก มาเป็นระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก ซึ่งงานวิจัยนี้จะหาโดยใช้ค่า การระบายอากาศ (Ventilatory threshold) โดยหาได้จาก วิธีหาจากค่าวี – สโลป (V - slope method) โดยจะดูจากการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนของอัตราส่วนระหว่าง VE / VO_2 (Wasserman, 1983) ดังภาพที่ 7



Parameter	Values @LT	@VO2max	% Max	Values @RC
t(hh:mm:ss)	00:08:45	00:12:45	68.6%	00:11:30
Speed(Km/h*10)	40	68	58.8%	55
Grade(%)	12	16	75.0%	14
N/A(---)	0	0	0.0%	0
VO2(ml/min)	1204	1908	63.1%	1688
VO2/Kg(ml/min/Kg)	22.47	35.60	63.1%	31.50
VCO2(ml/min)	1053	2221	47.3%	1760
VE(l/min)	31.0	72.5	42.7%	52.5
HR(bpm)	129	172	75.0%	165
R(---)	0.87	1.16	75.0%	1.04

ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างอัตราส่วนระหว่าง VE / VO_2 ที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

4.3 ค่า Aerobic threshold เป็นจุดที่กรดแลคติกเริ่มไม่สมดุล คือ การเกิดกรดแลคติกเริ่มมากกว่าการสลาย ซึ่งจะเป็นตัวขัดขวางการสลายไขมัน หรืออาจจะเรียกว่าเป็นจุดสูงสุดของระบบแอโรบิก ซึ่งงานวิจัยนี้จะหาโดยใช้ค่าการระบายอากาศ (Ventilatory threshold) โดยหาได้จาก วิธีหาจากค่าวี – สโลป (V - slope method) โดยจะดูจากการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนของอัตราส่วนระหว่าง VCO_2 / VO_2 (Wasserman, 1983) ดังภาพที่ 8



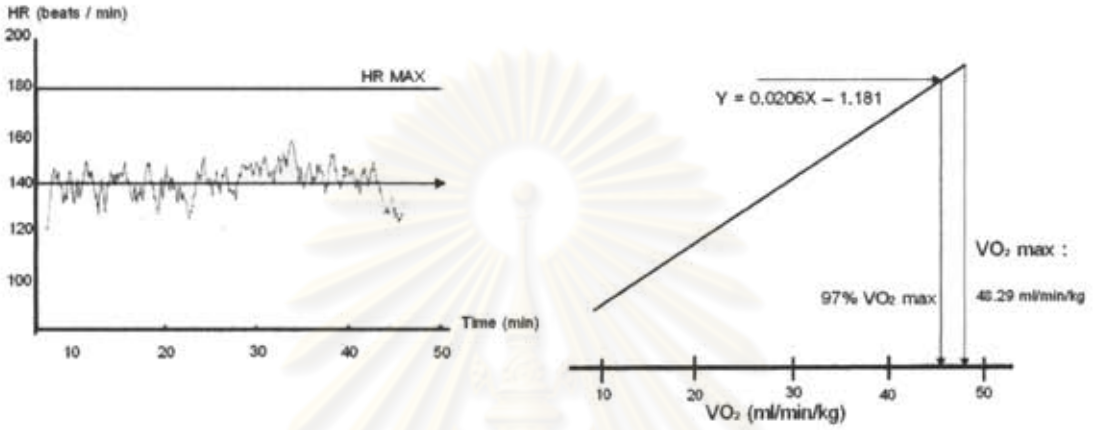
ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างอัตราส่วนระหว่าง VCO_2 / VO_2 ที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

5. ทำการวัดอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขัน (Heart rate during competition)

ทำการวัดอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขัน โดยใช้เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบโพลาร์ทีม (Polar team system) และใส่ให้กับนักกีฬาแต่ละคน ซึ่งจะใส่คนละ 1 เครื่อง เพื่อไม่ให้เกิดการซ้อนทับกัน โดยจะคาดเครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบโพลาร์ทีมไว้รอบเอว และในขณะแข่งขัน เครื่องจะบันทึกอัตราการเต้นหัวใจและเวลาทุก ๆ 5 วินาทีโดยจะต้องทำการวัดตั้งแต่เริ่มต้นตลอดจนสิ้นสุดการแข่งขันในแต่ละแมทช์ รวมถึงเวลาพักระหว่างยกในแต่ละยกตลอดการแข่งขัน หลังจากนั้นจะนำไปวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้ซอฟต์แวร์ Polar precision performance. ในภายหลังต่อไป

6. การคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงาน (Energy expenditure) ในขณะแข่งขัน จะคำนวณโดยนำค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ที่ได้ในห้องปฏิบัติการไปใช้ในการคำนวณสมการความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณการใช้ออกซิเจน (HR - VO_2 relationship method) ของแต่ละคน หลังจากนั้นจะนำอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยที่ได้ในขณะแข่งขัน มาเปรียบเทียบกับสมการความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณการใช้

ออกซิเจนของแต่ละคนที่วัดได้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสมการนี้สร้างจากข้อมูลของแต่ละคนเพื่อประเมินพลังงานขณะแข่งขัน โดยนำค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน มาเปลี่ยนเป็น ค่าพลังงานขณะออกกำลังกาย มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี โดยที่สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน 1 ลิตรในขณะออกกำลังกายจะสามารถเปลี่ยนเป็นการใช้พลังงานได้เท่ากับ 5 กิโลแคลอรี (Sherry,1990)
ดังภาพที่ 9



(1) (2)

ภาพที่ 9 (1) แสดงถึงอัตราการเต้นของหัวใจในขณะแข่งขัน และ (2) แสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนของแต่ละคนในระหว่างการทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในห้องปฏิบัติการ

7. การหาระบบพลังงานแอโรบิก (Aerobic system) หรือระบบแอนแอโรบิก(Anaerobic system) ที่ใช้ในขณะแข่งขันนั้น ใช้การหาระบบพลังงานด้วยการวัดการระบายอากาศ (Ventilatory threshold) ซึ่งคำนวณโดยวิธีการวี – สโลป (V-Slope method) จะได้อัตราการเต้นของหัวใจ ณ จุดนั้นด้วย ทำให้สามารถใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเกณฑ์ ในการแบ่งระบบพลังงานทั้ง 3 ระบบที่ใช้ไปในขณะแข่งขันได้

ดังนั้นสามารถสรุปได้ ดังนี้

HR > AnT = Anaerobic system (LA)

HR ที่ AT ถึง AnT = Anaerobic and Aerobic system (LA-O_2)

HR < AT = Aerobic system (O_2)

<u>ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์รูปแบบการชกและการหาพลังงานที่ใช้ในแต่ละรูปแบบการชกของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย</u>

เนื่องจากการจำลองการแข่งขันของนักกีฬา มีคณะกรรมการตัดสินระดับสากลมาเป็นกรรมการตัดสินคะแนนในทุกแมทช์ และไม่มีการบังคับรูปแบบการชกของนักกีฬาก่อนลงทำการแข่งขัน ทำให้การจัดจำลองการแข่งขันในงานวิจัยครั้งนี้คล้ายคลึงกับการแข่งขันจริงมากที่สุด เมื่อบันทึกภาพการแข่งขันทุกแมทช์แล้ว จึงนำมาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบของการชก ดังวิธีการต่อไปนี้

1. การสนทนากลุ่มย่อย ประกอบด้วย ผู้ฝึกสอนทั้ง 3 ท่าน นักกีฬาทั้ง 10 คน ผู้ที่มีประสบการณ์ด้านกีฬามวยสากล 1 คน และผู้วิจัย โดยการสนทนาจะเป็นแบบไม่เป็นทางการ เพื่อที่จะได้ไม่ไปรบกวน หรือเป็นอุปสรรคต่อการฝึกซ้อมของนักกีฬา เพื่อยืนยันรูปแบบการชกของนักกีฬาในแต่ละแมทช์ที่ผู้วิจัยได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักกีฬาที่ได้บันทึกภาพวีดิโอไว้

2. ก่อนที่จะเริ่มทำการสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยได้ให้ผู้ฝึกสอนทั้ง 3 ท่าน และนักกีฬา 10 คน ทำแบบสอบถามเกี่ยวกับรูปแบบการชก เพื่อทราบถึงรูปแบบการชกที่นักกีฬาถนัด ก่อนการวิเคราะห์รูปแบบการชกในแต่ละแมทช์

3. ผู้วิจัยบอกเป้าหมายในการสนทนากลุ่มเพื่อความเข้าใจตรงกันและได้ข้อมูลที่ถูกต้องก่อนที่จะเริ่มการสนทนา และจะเก็บความลับของกลุ่มตัวอย่างให้ดีที่สุด

4. จากการบันทึกภาพวีดิโอการจำลองการแข่งขันทั้งหมด 15 แมทช์ ผู้วิจัยนำภาพวีดิโอที่บันทึกมาฉายในการสนทนากลุ่มย่อยทีละ 1 แมทช์การแข่งขัน พร้อมสรุปรูปแบบการชกของแมทช์นั้น และหลังจากนั้นจึงเริ่มฉายแมทช์ต่อไป

5. ผู้วิจัยทำหน้าที่ดำเนินการณ์สัมภาษณ์หลังจากฉายภาพวีดิโอจบ 1 แมทช์ โดยจะสัมภาษณ์ตามคำถามที่เตรียมไว้แล้วประมาณ 1 – 3 ข้อเกี่ยวกับรูปแบบการชก ดังต่อไปนี้

   5.1 ลักษณะการชกของนักกีฬาในแต่ละคนมีรูปแบบการชกอย่างไรในยกที่ 1 ถึงยกที่ 4 และผู้วิจัยจึงจดบันทึกว่านักกีฬาแต่ละคนในแมทช์นั้นมีรูปแบบการชกแบบใด และต่างกับรูปแบบอื่นอย่างไร

   5.2 ข้อบกพร่อง หรือสิ่งที่นักกีฬาควรแก้ไขจากผู้ฝึกสอน ผู้มีประสบการณ์ ผู้วิจัยจะจดบันทึกแล้วนำผลย้อนกลับที่ได้ไปให้นักกีฬา เพื่อการปรับปรุง และพัฒนาทักษะของนักกีฬาต่อไป

   5.3 ผู้วิจัยจะสรุปรูปแบบการชกจากความคิดเห็นของผู้ที่เข้าร่วมสนทนากลุ่มทั้งหมดที่เห็นพ้องต้องกันเป็นส่วนใหญ่ หรือมากกว่าครึ่งนึง จึงจะได้ผลสรุปของรูปแบบการชกของนักกีฬาแต่ละคนในแต่ละแมทช์การแข่งขันนั้น ๆ

6. เมื่อทราบถึงรูปแบบการชกของนักกีฬาทั้ง 15 แมทช์เรียบร้อยแล้ว จึงนำพลังงานที่คำนวณไว้แล้วจากสมการที่ได้จากห้องทดลองในทุกแมทช์การแข่งขัน นำมาจับคู่การใช้พลังงานในขณะแข่งขันให้ตรงกับรูปแบบของการชกในแมทช์เดียวกัน ทำให้ทราบถึงพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันของรูปแบบของการชกนั้น ๆ ของนักกีฬาแต่ละคน

<u>ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์สมรรถนะการออกหมัดเพื่อทำคะแนนของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยในแต่ละแมทช์การแข่งขัน</u>

การวิเคราะห์สมรรถนะการออกหมัดเพื่อทำคะแนนของนักกีฬาในแต่ละแมทช์นั้น เพื่อวิเคราะห์ภาพรวมของรูปแบบการชก นอกเหนือจากการสนทนากลุ่ม ซึ่งทำให้น่าเชื่อถือมากขึ้น จากการวิเคราะห์สมรรถนะการออกหมัดด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์โดยละเอียด มีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ทำการบันทึกภาพการแข่งขันด้วยกล้องวีดิโอในทุกแมทช์ที่นักกีฬาแต่ละคนลงทำการแข่งขัน

2. หลังจากนั้นนำวีดิโอที่บันทึกภาพการแข่งขัน มาวิเคราะห์สมรรถนะการออกหมัดเพื่อทำคะแนนในแต่ละแมทช์ที่นักกีฬาลงทำการแข่งขัน

3. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ร่วมกับรูปแบบการชกของนักกีฬา เพื่อดูว่าแต่ละรูปแบบการชกของนักกีฬานั้น มีสมรรถนะการออกหมัดเป็นอย่างไร

ความเสี่ยงและผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมโครงการวิจัย มีดังต่อไปนี้

การวิจัยครั้งนี้เพื่อความปลอดภัยกับกลุ่มตัวอย่าง จึงมีการตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ เพื่อมิให้เกิดความเสี่ยงใด ๆ ที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย อาจมีกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ แขนขาเพียงเล็กน้อย เมื่อทำการทดสอบกับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการทดสอบสมรรถภาพทางกาย แต่อาการดังกล่าวจะหายเป็นปกติในเวลาอันสั้น หากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเกิดการบาดเจ็บขณะทำการวิจัย ผู้วิจัยจะทำการช่วยเหลือในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น หากอาการไม่ดีขึ้นจะนำส่งสถานพยาบาลที่ใกล้ที่สุดในทันที และผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบให้ได้รับการดูแลอย่างเหมาะสม โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

การพิทักษ์สิทธิ์ผู้เข้าร่วมโครงการ

1. ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นกลุ่มอาสาสมัครที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยข้อมูลส่วนตัว และจากการทดลอง จะเก็บไว้เป็นความลับ และผู้วิจัยจะเสนอผลของงานวิจัยในภาพรวม

2. หากกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ได้รับบาดเจ็บเนื่องจากการศึกษาทดลอง ผู้วิจัยจะทำการช่วยเหลือในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น และจะนำส่งสถานพยาบาลที่ใกล้ที่สุดในทันที และผู้ทำการวิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบให้ได้รับการดูแลอย่างเหมาะสม

3. หากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมีความประสงค์ในการขอยกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัย สามารถทำได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องทำการชี้แจงเหตุผล โดยไม่มีการสูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมในคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ดังนี้

1. คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของค่าที่ได้จากการวัดปริมาณการใช้พลังงานขณะแข่งขันของนักกีฬาทั้งหมด

2. คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของรูปแบบทั้ง 3 รูปแบบของการชกที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานขณะแข่งขันของนักกีฬา

3. ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรทั้ง 3 รูปแบบการชก และภายในรูปแบบทั้ง 3 ครั้ง ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เมื่อพบว่ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD)

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลการใช้พลังงานในขณะแข่งขันนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย ตลอดระยะเวลาที่จัดจำลองโปรแกรมการแข่งขัน จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

ผลการวิจัยเชิงคุณภาพได้นำเสนอเกี่ยวกับข้อมูลเชิงคุณภาพในแต่ละรูปแบบการชกของนักกีฬาทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบรุก (Fighter) รูปแบบรับ (Boxer) และรูปแบบผสมผสาน (Combination) โดยนำเสนอแบบอธิบายเป็นความเรียง

ตอนที่ 2 ผลการวิจัยเชิงปริมาณ

จากผลการวิจัยเชิงคุณภาพทำให้ได้ผลการวิจัยเชิงปริมาณเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลการใช้พลังงานในขณะแข่งขันนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย โดยนำเสนอในรูปแบบตาราง และอธิบายเป็นความเรียง มีดังต่อไปนี้

2.1 ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย (BMI) เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%fat) มวลของเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกาย (BCM) อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก (RMR) ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (HRrest) จุดเริ่มล้า (AnT) และอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HRmax) ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

2.2 ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นหัวใจ (HR) ความสามารถในการใช้ออกซิเจน (VO_2) ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) และเปอร์เซนต์ของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (% VO_{2max}) ขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

2.3 ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปริมาณการใช้พลังงานรวมขณะแข่งขัน (กิโลแคลอรี) ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย ในการจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขันครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และรวมทั้ง 3 ครั้ง

2.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน (กิโลแคลอรี) ในแต่ละรูปแบบการชก โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว (One – way analysis of

variance with repeated measures) และเมื่อพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD)

2.5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยรวมทั้งเกมการแข่งขัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

จากการวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับรูปแบบการชกของนักกีฬา และวิเคราะห์สมรรถนะการออกหมัดเพื่อทำคะแนนในแต่ละแมทช์การแข่งขัน ทำให้ได้ข้อสรุปของรูปแบบการชกทั้ง 3 รูปแบบ จากการสังเกตพฤติกรรมของนักกีฬาที่ทำการแข่งขัน และการวิเคราะห์การออกหมัดเพื่อทำคะแนนของนักกีฬา ดังต่อไปนี้

3.1 รูปแบบรุก (Fighter) เป็นรูปแบบการชกที่นักกีฬาจะเดินหน้าบุกเข้าหาคู่ต่อสู้ก่อนตั้งแต่ยกแรก ๆ เป็นส่วนใหญ่ เป็นลักษณะของคนที่ชอบบู๊ ซึ่งจะเดินเข้าไปหาคู่ต่อสู้และออกหมัดเพื่อทำคะแนนก่อนคู่ต่อสู้ ซึ่งนักกีฬาที่มีรูปแบบรุกนี้จะใช้พลังงานน้อยว่าคู่ต่อสู้ ก็ต่อเมื่อนักกีฬามีประการณ์มากกว่าคู่ต่อสู้ มีทักษะที่ดีในการออกหมัด ทำให้จำนวนหมัดที่ออกไปเพื่อทำคะแนนมีประสิทธิภาพมากกว่า จึงทำคะแนนได้มากกว่าคู่ต่อสู้โดยออกหมัดน้อยกว่า ในทางตรงกันข้ามถ้านักกีฬามีประสบการณ์น้อยกว่าคู่ต่อสู้ นักกีฬาจะต้องเดินเข้าหาคู่ต่อสู้เพื่อทำคะแนน ทำให้นักกีฬามีการใช้พลังงานมากกว่าคู่ต่อสู้

3.2 รูปแบบรับ (Boxer) เป็นรูปแบบการชกที่นักกีฬาจะมีการตั้งรับคอยคู่ต่อสู้ที่จะเดินเข้ามาหา ทำให้นักกีฬาจะตั้งการ์ดป้องกันและรับหมัดจากคู่ต่อสู้ ถอยหลบหลีกคู่ต่อสู้ และหาจังหวะในการออกหมัดกลับเพื่อทำคะแนน ซึ่งนักกีฬาที่มีรูปแบบรับนี้จะใช้พลังงานน้อยว่าคู่ต่อสู้ ก็ต่อเมื่อนักกีฬามีประสบการณ์มากกว่าคู่ต่อสู้ ทำให้มีทักษะที่ดีในการออกหมัด จำนวนหมัดที่ออกไปเพื่อทำคะแนนมีประสิทธิภาพมากกว่า จึงทำคะแนนได้มากกว่า โดยใช้พลังงานน้อยกว่า แต่จะออกหมัดเยอะกว่าคู่ต่อสู้ เนื่องจากนักกีฬามีประสบการณ์มากกว่า ทำให้เห็นจังหวะในการทำคะแนนมากกว่าคู่ต่อสู้ ในทางตรงกันข้ามถ้านักกีฬามีประสบการณ์น้อยกว่าคู่ต่อสู้ นักกีฬาจะต้องออกหมัดเพื่อทำคะแนนไล่ให้ทันคู่ต่อสู้ ทำให้นักกีฬามีการใช้พลังงานมากกว่าคู่ต่อสู้

3.3 การผสมผสาน (Combination) เป็นการผสมผสานรูปแบบการชกทั้ง 2 แบบ ได้แก่ การเดินต่อยในรูปแบบรุก หรือบางทีอาจเป็นฝ่ายตั้งรับเหมือนกับรูปแบบรับ ซึ่งจะเกิดขึ้นภายในยกเดียวกัน โดยในแต่ละยกทั้ง 2 ฝ่ายจะสลับกันเป็นแบบรุก หรือรับ ขึ้นกับคู่ต่อสู้ของนักกีฬาที่เข้าทำการแข่งขัน ทำให้จำนวนหมัดที่ออกเพื่อทำคะแนน และการใช้พลังงานใกล้เคียงกัน ซึ่งคะแนนที่ได้ไม่ห่างกันมากนัก เนื่องมาจากนักกีฬาทั้ง 2 ฝ่ายมีการเคลื่อนไหวร่างกายเกือบจะตลอดเวลา

จากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่า นักกีฬาแต่ละคนจะมีความถนัดคนละรูปแบบกัน แต่ก็สามารถชกได้ทั้ง 3 รูปแบบ เพราะนักกีฬาทุกคนมีเทคนิค และทักษะการชกจากโปรแกรมการฝึกซ้อมที่มีพื้นฐานเดียวกัน แต่ถ้านักกีฬาถนัดรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ก็จะสอนเทคนิค และทักษะที่เน้นรูปแบบนั้น เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของนักกีฬา ซึ่งนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นของประเทศไทยจะ

เป็นรูปแบบการตั้งรับมากกว่ารูปแบบอื่น ๆ แต่ส่วนมากรูปแบบของการชกจะขึ้นอยู่กับคู่ต่อสู้ในแต่ละแมทช์ที่เข้าร่วมทำการแข่งขันกับนักกีฬามากกว่าความถนัดของนักกีฬาแต่ละคน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ผลการวิจัยเชิงปริมาณ

2.1 ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย (BMI) เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%fat) มวลของเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกาย (BCM) อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก (RMR) ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (HRrest) จุดเริ่มล้า (AnT) และอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HRmax) ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย (BMI) เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%fat) มวลของเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกาย (BCM) อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก (RMR) ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (HRrest) จุดเริ่มล้า (AnT) และอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HRmax) ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

ตัวแปร	จำนวนนักกีฬา (คน)	ค่าต่ำสุด (minimum)	ค่าสูงสุด (maximum)	ค่าเฉลี่ย (mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
อายุ (ปี)	10	17	26	21	3
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	10	159	167	164	3
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	10	47.5	62	55.7	4.7
BMI (กิโลกรัม/เมตร^2)	10	17	23.9	20.9	2.1
% Body Fat	10	12.3	20.1	16.4	2.6
BCM (กิโลกรัม)	10	23.1	27.6	25.6	1.4
RMR (กิโลแคลอรี)	10	1395	1497	1449	37
VO_{2max} (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	10	29.77	55.92	41.97	7.13
HRrest (ครั้ง/นาที)	10	47	77	57	9
AT (ครั้ง/นาที)	10	143	175	162	10
HRmax (ครั้ง/นาที)	10	158	183	173	8

จากตารางที่ 7 พบว่า นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุเท่ากับ 21 ± 3 ปี ส่วนสูงเท่ากับ 164 ± 3 เซนติเมตร น้ำหนักเท่ากับ 55.7 ± 4.7 กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเท่ากับ 20.9 ± 2.1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายเท่ากับร้อยละ 16.4 ± 2.6 มวลของเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกายเท่ากับ 25.6 ± 1.4 กิโลกรัม อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพักเท่ากับ 1449 ± 37 กิโลแคลอรี ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนเท่ากับ 41.97 ± 7.13 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเท่ากับ 57 ± 9 ครั้งต่อนาที จุดเริ่มล้าเท่ากับ 162 ± 10 ครั้งต่อนาที และอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดเท่ากับ 173 ± 8 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นหัวใจ (HR) ความสามารถในการใช้ออกซิเจน (VO_2) ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) และเปอร์เซนต์ของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (% VO_{2max}) ขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นหัวใจ (HR) ความสามารถในการใช้ออกซิเจน (VO_2) ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) และเปอร์เซนต์ของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (% VO_{2max}) ขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

รูปแบบการชก	จำนวนนักกีฬา (คน)		HR (bpm)	VO_2 (ml/kg/min)	VO_{2max} (ml/kg/min)	%VO_{2max} (ml/kg/min)
รวม 3 รูปแบบ	10	Mean	169	38.71	41.85	92.31
		SD	6	1.52	1.48	1.61
รูปแบบรุก (Fighter)	3	Mean	171	39.71	42.34	94.01
		SD	6	5.76	6.45	7.02
รูปแบบรับ (Boxer)	3	Mean	168	36.96	40.19	90.81
		SD	5	9.68	6.95	10.54
รูปแบบผสมผสาน (Combination)	4	Mean	168	39.47	43.03	92.11
		SD	7	5.93	7.44	5.96

จากตารางที่ 8 พบว่า นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นหัวใจ (HR) ความสามารถในการใช้ออกซิเจน (VO_2) ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (VO_{2max}) และเปอร์เซนต์ของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (% VO_{2max}) ขณะแข่งขันดังต่อไปนี้ รวม 3 รูปแบบเท่ากับ 169 ± 6 ครั้งต่อนาที 38.71 ± 1.52 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที 41.85 ± 1.48 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที และ 92.31 ± 1.61 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ตามลำดับ รูปแบบรุก (Fighter) เท่ากับ 171 ± 6 ครั้งต่อนาที 39.71 ± 5.76 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที 42.34 ± 6.45 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที และ 94.01 ± 7.02 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ตามลำดับ รูปแบบรับ (Boxer) เท่ากับ 168 ± 5 ครั้งต่อนาที 36.96 ± 9.68 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที 40.19 ± 6.95 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที และ 90.81 ± 10.54

มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ตามลำดับ รูปแบบผสมผสาน (Combination) เท่ากับ 168 ± 7 ครั้งต่อนาที 39.47 ± 5.93 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที 43.03 ± 7.44 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที และ 92.11 ± 5.96 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปริมาณการใช้พลังงานรวมขณะแข่งขัน (กิโลแคลอรี) ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย ในการจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขันครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และรวมทั้ง 3 ครั้ง

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปริมาณการใช้พลังงานรวมขณะแข่งขัน (กิโลแคลอรี) ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย ในการจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขันครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และรวมทั้ง 3 ครั้ง

รูปแบบการชก	จำนวนนักกีฬา (คน)		ครั้งที่ 1 (kcal total)	ครั้งที่ 2 (kcal total)	ครั้งที่ 3 (kcal total)	รวมทั้ง 3 ครั้ง (kcal total)
รวม 3 รูปแบบ	10	Mean	86.97	85.68	87.71	86.79
		SD	19.39	16.49	18.37	1.03
รูปแบบรุก (Fighter)	3	Mean	90.48	80.11	91.95	87.51
		SD	16.43	11.07	17.75	6.45
รูปแบบรับ (Boxer)	3	Mean	81.70	90.51	79.71	83.97
		SD	33.27	16.49	31.10	5.75
รูปแบบผสมผสาน (Combination)	4	Mean	88.29	86.23	90.53	88.35
		SD	12.95	22.32	8.06	2.15

จากตารางที่ 9 พบว่า นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณการใช้พลังงานรวมขณะแข่งขัน (กิโลแคลอรี) ในการจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขัน ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และรวมทั้ง 3 ครั้ง ดังต่อไปนี้ รวม 3 รูปแบบเท่ากับ 86.97 $\pm$ 19.39 กิโลแคลอรี 85.68 $\pm$ 16.49 กิโลแคลอรี 87.71 $\pm$ 18.37 กิโลแคลอรี และ86.79 $\pm$ 1.03 กิโลแคลอรี ตามลำดับ รูปแบบรุก (Fighter) เท่ากับ 90.48 $\pm$ 16.43 กิโลแคลอรี 80.11 $\pm$

11.07 กิโลแคลอรี 91.95 ± 17.75 กิโลแคลอรี และ 87.51 ± 6.45 กิโลแคลอรี ตามลำดับ รูปแบบรับ (Boxer) เท่ากับ 81.70 ± 33.27 กิโลแคลอรี 90.51 ± 16.49 กิโลแคลอรี 79.71 ± 31.10 กิโลแคลอรี และ 83.97 ± 5.75 กิโลแคลอรี ตามลำดับ รูปแบบผสมผสาน (Combination) เท่ากับ 88.29 ± 12.95 กิโลแคลอรี 86.23 ± 22.32 กิโลแคลอรี 90.53 ± 8.06 กิโลแคลอรี และ 88.35 ± 2.15 กิโลแคลอรี ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน (กิโลแคลอรี) ในแต่ละรูปแบบการชก โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว (One – way analysis of variance with repeated measures) และเมื่อพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD)

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน (กิโลแคลอรี) ในแต่ละรูปแบบการชก โดยการวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวแปร	รูปแบบการชก (Style)				
พลังงานในขณะแข่งขันโดยรวม (กิโลแคลอรี)	รูปแบบรุก (Fighter) M ± SD	รูปแบบรับ (Boxer) M ± SD	รูปแบบผสมผสาน (Combination) M ± SD	F	Sig
ครั้งที่ 1	90.48±16.43	81.70±33.27	88.29±12.95	.137	.874
ครั้งที่ 2	80.11±11.07	90.51±16.49	86.23±22.32	.252	.784
ครั้งที่ 3	91.95±17.75	79.71±31.10	90.53±8.06	.353	.715

P > .05

จากตารางที่ 10 พบว่า นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยในแต่ละรูปแบบของการชก มีการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน ทั้งครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

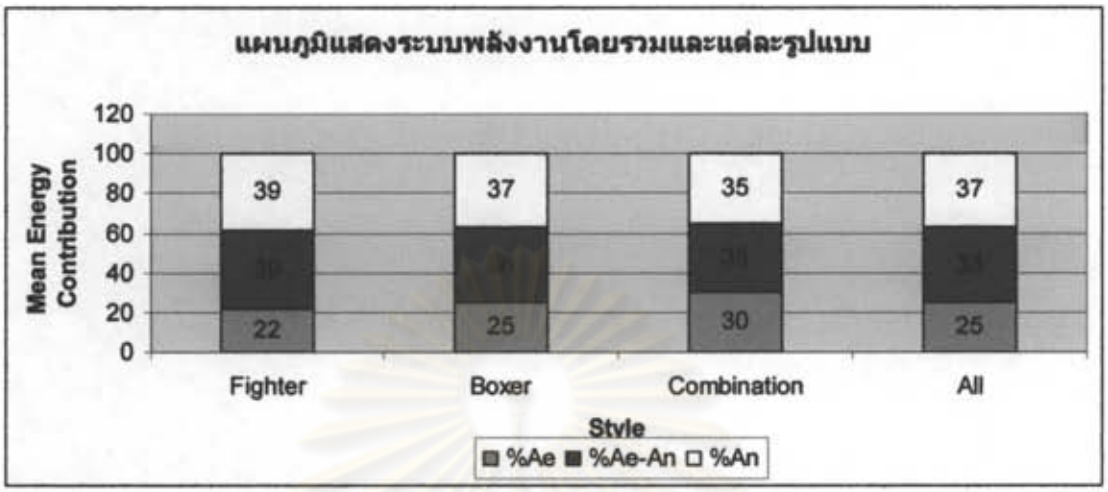
2.5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยรวมทั้งเกมการแข่งขัน

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยรวมทั้งเกมการแข่งขัน

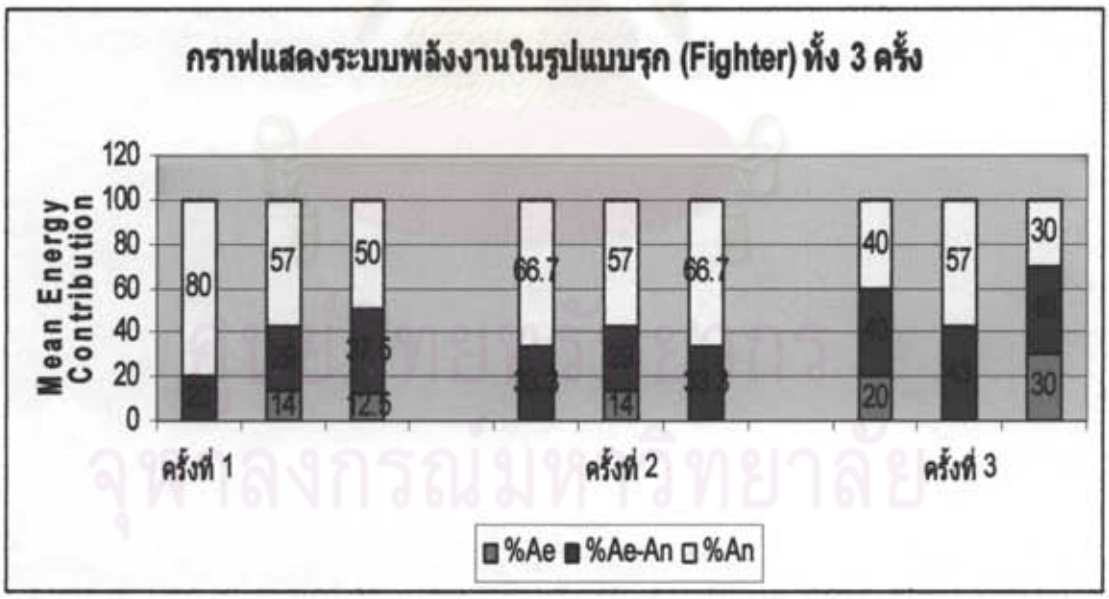
รูปแบบการชก	จำนวนนักกีฬา (คน)		ระบบแอโรบิก (Aerobic System) (%)	ระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก (Anaerobic - Aerobic System) (%)	ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic System) (%)
รวม 3 รูปแบบ	10	Mean	25	38	37
		SD	4	2	2
รูปแบบรุก(Fighter)	3	Mean	22	39	39
		SD	7.25	7.18	14.99
รูปแบบรับ (Boxer)	3	Mean	25	38	37
		SD	6.99	7.57	12.88
รูปแบบผสมผสาน (Combination)	4	Mean	30	35	35
		SD	9.32	5.05	10.92

จากตารางที่ 11 และ แผนภูมิที่ 10 พบว่า นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขัน คือ ระบบแอโรบิก ระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก และระบบแอนแอโรบิก ดังต่อไปนี้ รวม 3 รูปแบบเท่ากับร้อยละ 25 $\pm$ 4 ร้อยละ 38 $\pm$ 2 และร้อยละ 37 $\pm$ 2 ตามลำดับ รูปแบบรุก (Fighter) เท่ากับร้อยละ 22 $\pm$ 7.25 ร้อยละ 39 $\pm$ 7.18 และร้อยละ 39 $\pm$ 14.99 ตามลำดับ รูปแบบรับ (Boxer) เท่ากับร้อยละ 25 $\pm$ 6.99 ร้อยละ 38 $\pm$ 7.57 และร้อยละ 37 $\pm$ 12.88 ตามลำดับ รูปแบบผสมผสาน (Combination) เท่ากับร้อยละ 30 $\pm$ 9.32 ร้อยละ 35 $\pm$ 5.05 และร้อยละ 35 $\pm$ 10.92 ตามลำดับ

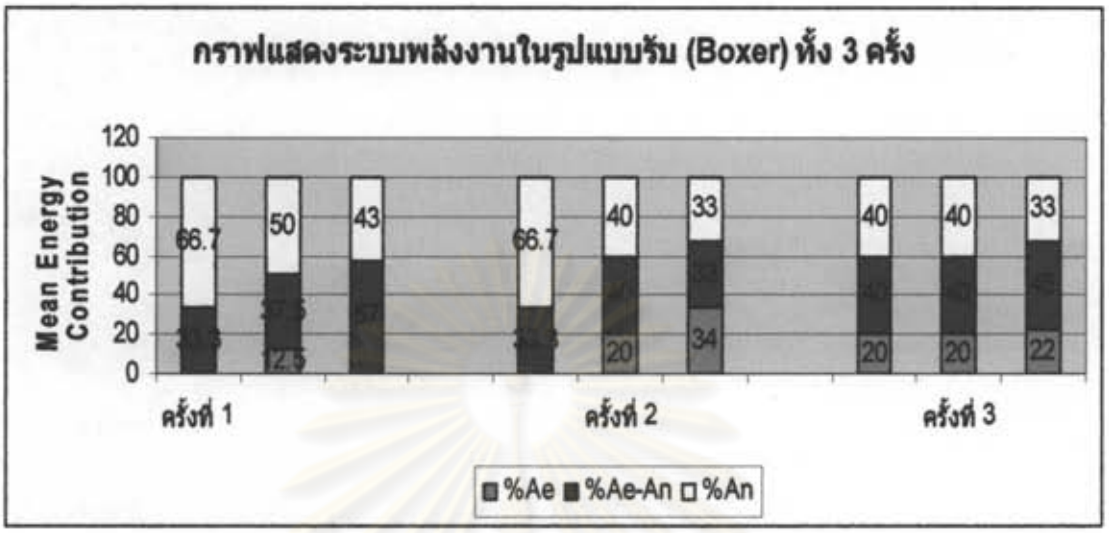
แผนภูมิที่ 10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระบบพลังงานที่ใช้ตลอดการแข่งขันของทั้ง 3 รูปแบบและโดยรวม



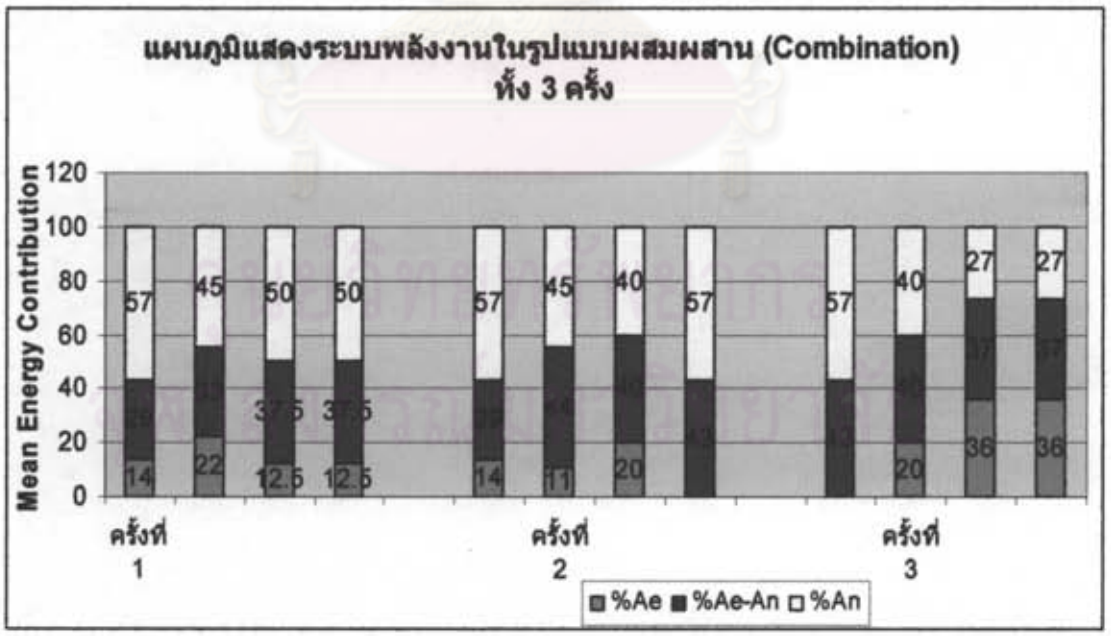
แผนภูมิที่ 11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระบบพลังงานที่ใช้ตลอดการแข่งขันของรูปแบบรุก (Fighter) ทั้ง 3 ครั้งที่ทำการแข่งขัน



แผนภูมิที่ 12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระบบพลังงานที่ใช้ตลอดการแข่งขันของรูปแบบรับ (Boxer) ทั้ง 3 ครั้งที่ทำการแข่งขัน



แผนภูมิที่ 13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระบบพลังงานที่ใช้ตลอดการแข่งขันของรูปแบบผสมผสาน (Combination) ทั้ง 3 ครั้งที่ทำการแข่งขัน



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานตลอดการแข่งขันของเกมกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย และรูปแบบของการชกที่มีผลต่อพลังงานที่ใช้ในการแข่งขันกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงอายุระหว่าง 17 - 26 ปี ตัวแทนของทีมชาติไทยเข้าร่วมในการเก็บตัวนักกีฬากับสมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์เพื่อฝึกซ้อมสำหรับเตรียมการแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ที่ประเทศจีนในปี พ.ศ. 2553 จำนวน 10 คน สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยด้วยความเต็มใจ โดยมีคุณสมบัติดังนี้ มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ ปราศจากการบาดเจ็บใด ๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการวิจัย ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยที่กลุ่มตัวอย่างได้รับการชี้แจงถึงขั้นตอนต่าง ๆ ของการดำเนินการวิจัย และการปฏิบัติตัวโดยละเอียด พร้อมกับลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย จากนั้นกลุ่มตัวอย่างทุกคนต้องทำการวัดองค์ประกอบของร่างกาย อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก ทดสอบสมรรถภาพทางกาย และความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน ก่อนการจำลองโปรแกรมการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่น และในวันที่จัดจำลองโปรแกรมการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่นทั้งหมด 3 ครั้ง ซึ่งควบคุมโดยผู้วิจัยหรือผู้ช่วยวิจัยชุดเดียวกัน และมีสภาวะแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน (สถานที่และช่วงเวลาเดียวกัน) ทำการบันทึกอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขัน โดยใช้เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบโพลาร์ทีมคาดไว้รอบเอว หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจจากการแข่งขันมาเปรียบเทียบกับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับการใช้ออกซิเจนที่ได้จากการวัดในห้องทดลอง ได้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงในแต่ละคน และนำไปคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามระเบียบทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างรูปแบบของการชกที่มีผลต่อการใช้พลังงานตลอดการแข่งขันด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way analysis of variance - ANOVA) หากพบความแตกต่างจะทำการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีแอลเอสดี (LSD) โดยมีระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัยพบว่า

1. เกณฑ์การแบ่งรูปแบบการชกของนักกีฬาออกเป็น 3 รูปแบบได้มาจากการวิเคราะห์ของผู้ฝึกสอนประจำทีม ตัวนักกีฬาเอง ผู้มีประสบการณ์ และผู้วิจัยโดยมีการสนทนากลุ่มย่อย เพื่อสรุปรูปแบบการชกที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จริง ด้วยการสังเกตุพฤติกรรมของนักกีฬา นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สมรรถนะการออกหมัดเพื่อทำคะแนนของนักกีฬาในทุกแมทช์ที่นักกีฬาแข่งขัน ทำให้การวิเคราะห์รูปแบบการชกของนักกีฬามีความน่าเชื่อถือขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบหลัก ดังต่อไปนี้

1.1 รูปแบบรุก (Fighter) เป็นรูปแบบการชกที่นักกีฬาจะเดินหน้าบุกเข้าหาคู่ต่อสู้ก่อนตั้งแต่ยกแรก ๆ เป็นส่วนใหญ่ เป็นลักษณะของคนที่ชอบบู๊ ซึ่งจะเดินเข้าไปหาคู่ต่อสู้และออกหมัดเพื่อทำคะแนนก่อนคู่ต่อสู้

1.2 รูปแบบรับ (Boxer) เป็นรูปแบบการชกที่นักกีฬาจะมีการตั้งรับคอยคู่ต่อสู้ที่จะเดินเข้ามาหา ทำให้นักกีฬาจะตั้งการ์ดป้องกันและรับหมัดจากคู่ต่อสู้ ถอยหลบหลีกคู่ต่อสู้ และหาจังหวะในการออกหมัดกลับเพื่อทำคะแนน

1.3 การผสมผสาน (Combination) เป็นการผสมผสานรูปแบบการชกทั้ง 2 แบบ ได้แก่ การเดินต่อยในรูปแบบรุก หรือบางทีอาจเป็นฝ่ายตั้งรับเหมือนกับรูปแบบรับ ซึ่งจะเกิดขึ้นภายในยกเดียวกัน โดยในแต่ละยกทั้ง 2 ฝ่ายจะสลับกันเป็นแบบรุก หรือรับ ขึ้นกับคู่ต่อสู้ของนักกีฬาที่เข้าทำการแข่งขัน

จากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่า นักกีฬาแต่ละคนจะมีความถนัดคนละรูปแบบกัน แต่ก็สามารถชกได้ทั้ง 3 รูปแบบ เพราะนักกีฬาทุกคนมีเทคนิค และทักษะการชกจากโปรแกรมการฝึกซ้อมที่มีพื้นฐานเดียวกัน แต่ส่วนมากรูปแบบของการชกจะขึ้นอยู่กับคู่ต่อสู้ในแต่ละแมทช์ที่เข้าร่วมทำการแข่งขันกับนักกีฬามากกว่าความถนัดของนักกีฬาแต่ละคน

นอกจากนี้นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะแข่งขันดังนี้ รูปแบบรุก (Fighter) เท่ากับ 171 ± 6 ครั้ง/นาที รูปแบบรับ (Boxer) เท่ากับ 168 ± 5 ครั้ง/นาที และ รูปแบบผสมผสาน (Combination) เท่ากับ 168 ± 7 ครั้ง/นาที มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนในขณะแข่งขันดังนี้ รูปแบบรุก (Fighter) เท่ากับ 39.71 ± 5.76 มล./กก./นาที. รูปแบบรับ (Boxer) เท่ากับ 36.96 ± 9.68 มล./กก./นาที. และรูปแบบผสมผสาน (Combination) เท่ากับ 39.47 ± 5.93 มล./กก./นาที. มีค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในขณะแข่งขันดังนี้ รูปแบบรุก (Fighter) เท่ากับ 42.34 ± 6.45 มล./กก./

นาที. รูปแบบรับ (Boxer) เท่ากับ 40.19 ± 6.95 มล./กก./นาที. และ รูปแบบผสมผสาน (Combination) เท่ากับ 43.03 ± 7.44 มล./กก./นาที. และมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์ของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนในขณะแข่งขันดังนี้ รูปแบบรุก (Fighter) เท่ากับร้อยละ 94.01 ± 7.02 รูปแบบรับ (Boxer) เท่ากับร้อยละ 90.81 ± 10.54 และ รูปแบบผสมผสาน (Combination) เท่ากับร้อยละ 92.11 ± 5.96

2. นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย มีค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมขณะแข่งขันในการจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขัน ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 และรวมทั้ง 3 ครั้ง ดังนี้ รูปแบบรุก (Fighter) เท่ากับ 90.48 ± 16.43 กิโลแคลอรี 80.11 ± 11.07 กิโลแคลอรี 91.95 ± 17.75 กิโลแคลอรี และ 87.51 ± 6.45 กิโลแคลอรี่ ตามลำดับ รูปแบบรับ (Boxer) เท่ากับ 81.70 ± 33.27 กิโลแคลอรี 90.51 ± 16.49 กิโลแคลอรี 79.71 ± 31.10 กิโลแคลอรี และ 83.97 ± 5.75 กิโลแคลอรี ตามลำดับ และ รูปแบบผสมผสาน (Combination) เท่ากับ 88.29 ± 12.95 กิโลแคลอรี 86.23 ± 22.32 กิโลแคลอรี 90.53 ± 8.06 กิโลแคลอรี และ 88.35 ± 2.15 กิโลแคลอรี ตามลำดับ

3. ปริมาณการใช้พลังงาน (Energy Expenditure) ในขณะแข่งขันกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง ในแต่ละรูปแบบการชก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย มีค่าเฉลี่ยของระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขัน (%) คือ พลังงานระบบแอนแอโรบิก พลังงานระบบแอนแอโรบิก - แอโรบิก และพลังงานระบบแอโรบิก ดังนี้ รูปแบบรุก (Fighter) เท่ากับร้อยละ 22 ± 7.25 ร้อยละ 39 ± 7.18 และร้อยละ39 ± 14.99 ตามลำดับ รูปแบบรับ (Boxer) เท่ากับร้อยละ 25 ± 6.99 ร้อยละ 38 ± 7.57 และร้อยละ 37 ± 12.88 ตามลำดับ รูปแบบผสมผสาน (Combination) เท่ากับร้อยละ 30 ± 9.32 ร้อยละ 35 ± 5.05 และ ร้อยละ 35 ± 10.92 ตามลำดับ และระบบพลังงานโดยรวมทั้งหมดเท่ากับ ร้อยละ 25 ± 4 ร้อยละ 38 ± 2 และ ร้อยละ 37 ± 2 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นถึงการศึกษาทางสรีรวิทยาพื้นฐาน การใช้พลังงานในขณะแข่งขันและเปรียบเทียบการใช้พลังงานในแต่ละรูปแบบการชก ได้แก่ รูปแบบรุก รูปแบบรับ และรูปแบบผสมผสานของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้ฝึกสอนกีฬาสามารถวางแผนและจัดโปรแกรมการฝึกซ้อม โปรแกรมโภชนาการที่ถูกต้อง และเหมาะสมยิ่งขึ้นทั้งช่วงระหว่างการฝึกซ้อม และระหว่างการแข่งขันให้กับนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง เพื่อให้นักกีฬาได้ฟื้นตัวที่ดี และแสดงศักยภาพสูงสุดในการแข่งขัน ทำให้นักกีฬามีโอกาสประสบความสำเร็จสูงสุด โดยจะอภิปรายผลการทดลองตามหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาและการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

ค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนักตัว และดัชนีมวลกาย ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย พบว่าอยู่ในระดับเกณฑ์ปกติตามสถาบันวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (American Collage of Sports Medicine : ACSM, 2006) ซึ่งทางสถาบันได้กำหนดเกณฑ์การจำแนกระดับความอ้วนไว้หลายระดับด้วยค่าดัชนีมวลกาย ซึ่งค่าของผู้ที่มีดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.50 – 25.00 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ถือว่าเป็นผู้ที่มีน้ำหนักตัวปกติ ไม่อ้วนและไม่ผอมเกินไป ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายนั้น โดยปกตินักกีฬาหญิงไม่ควรมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเกินร้อยละ 15 (วาสนา คุณาอภิสิทธิ์, 2541 อ้างอิงใน เทเวศน์ พิริยะพฤนท์, 2541) จากผลการวิจัยพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ปกติเพียงเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากช่วงที่เก็บข้อมูลงานวิจัย นักกีฬาเพิ่งกลับมาจากช่วงพักการแข่งขัน (off season) และเริ่มเก็บตัวฝึกซ้อมเพื่อแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์เพียง 1 เดือนหลังจากหยุดพัก ทำให้ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมถึงการรับประทาน หรือการดำเนินชีวิตประจำวันของนักกีฬาแต่ละคนก่อนการเก็บข้อมูลวิจัยได้ ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าเกณฑ์ปกติเพียงเล็กน้อย ซึ่งโดยปกติแล้วปัจจัยที่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ได้แก่ การระบายของเหลว น้ำ แอลกอฮอล์ การออกกำลังกาย มีประจำเดือน เจ็บป่วย หรือร่างกายเปียกน้ำ นอกจากนี้ที่เปอร์เซ็นต์ไขมันในแต่ละคนแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ วิถีชีวิต อาชีพ และกิจกรรมของแต่ละบุคคลด้วย (http://www.tanitathai.com/service3.php) โดยทั่วไปการลดน้ำหนักในนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นทั้งชายและหญิงมีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมที่สุด คือ การวิ่งพร้อมใส่ชุดเซาว่าเป็นการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ววิธีหนึ่ง แต่ก็ก่อให้เกิดผลเสียกับสุขภาพและสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา เนื่องจากการลดน้ำหนักด้วยวิธีนี้เป็นการสูญเสียน้ำที่มีในร่างกายและเหงื่อถูกขับออกมากเกินไปแทนที่จะเป็นไขมัน ซึ่งน้ำเป็นของเหลวที่สำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย ถ้าร่างกายสูญเสียน้ำถึง 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวจะทำให้ความทนทานของร่างกายลดลง (วรนันท์ ศุภพิพัฒน์, 2536 อ้างอิงใน สุพิช จันทะสิทธิ์, 2546) สอดคล้องกับคำกล่าวของ Smith (2006) ที่ว่าวิธีการลดน้ำหนักในปัจจุบันมีผลทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายลดลง การแสดงศักยภาพในขณะแข่งขันของนักกีฬาลดลง และเพิ่มปัจจัยเสี่ยงที่มีต่อสุขภาพของนักกีฬาได้ ดังนั้นการทราบถึงข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา โดยเฉพาะเปอร์เซ็นต์ไขมันที่มีในร่างกายตลอดการฝึกซ้อม จะทำให้ผู้ฝึกสอนสามารถวางแผนโปรแกรมการลดน้ำหนักแบบระยะยาวได้ เพื่อนักกีฬาจะได้มีสมรรถภาพทางกายที่ดี ซึ่งการลดน้ำหนักระยะยาวจะช่วยเพิ่มการใช้พลังงานมากขึ้น

นักกีฬามีสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงขึ้น มีผลต่อสมรรถภาพในการไม่ใช้ออกซิเจนของร่างกายลดลงเล็กน้อย และมีผลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายดีขึ้น (สุพิช จันทะสิทธิ์, 2546)

นอกจากนี้ค่าของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต และระบบการหายใจ ซึ่งทั้ง 2 ระบบนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตพลังงานเพื่อนำไปใช้ในการออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่องและเป็นระยะเวลานาน ๆ จะมีค่าแตกต่างกันไปตาม สถานะทางเพศ อายุ ขนาดรูปร่าง ดังคำกล่าวของ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) โดยปกติแล้วการเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเกิดขึ้นได้โดยมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 2 ประการ คือ การขนส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อลายเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มอัตราการไหลของเลือดจากหัวใจต่อนาที (SV x HR) และกล้ามเนื้อลายสกัดออกซิเจนออกมาใช้จากหลอดเลือดของกล้ามเนื้อลายเพิ่มขึ้น (อุดม ทิพยมนตรี, 2540 อ้างอิงใน วีรพัฒน์ ยอดกมลศาสตร์, 2550) จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า ค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 41.85 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ถือว่ามีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับกีฬาชนิดอื่น ๆ เช่น วอลเล่ย์บอล บาสเกตบอล เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะการเล่นที่คล้ายคลึงกันกับกีฬามวยสากลสมัครเล่น เนื่องจากเป็นกีฬาที่เล่นไม่ต่อเนื่อง มีความหนักในการทำกิจกรรมแบบออกแรงทันทีค่อนข้างสูง ซึ่งเกณฑ์ปกติโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 40 – 52 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที (Neumann, 1988) แสดงให้เห็นว่ากีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยมีสมรรถภาพทางกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาระบบพลังงานพื้นฐานให้มีประสิทธิภาพที่ดี ได้แก่ ระบบแอโรบิก หลังจากนั้นจึงจะสามารถพัฒนาระบบพลังงานอื่น ๆ ต่อไป ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยในด้านการวัดค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นปัจจัยพื้นฐานในการกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกาย หรือพัฒนาโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมกับนักกีฬาแต่ละบุคคลได้

การหาพลังงานในขณะแข่งขัน หาได้จากการนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะแข่งขันมาเปรียบเทียบกับสมการถดถอยเชิงเส้นตรงในแต่ละคน จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับความสามารถในการใช้ออกซิเจน ที่ได้จากการหาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในห้องทดลอง ทำให้สามารถคำนวณค่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะแข่งขันเปลี่ยนไปเป็นค่าพลังงานที่ร่างกายนำไปใช้ได้ ทำให้อัตราการเต้นหัวใจเป็นตัวบ่งชี้ถึงความต้องการทางสรีรวิทยาที่สูงในแต่ละชนิดกีฬาได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำอัตราการเต้นหัวใจมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย หรือแข่งขันได้อีกด้วย ซึ่งผลการตอบสนองของอัตราการเต้นหัวใจของนักกีฬาในระหว่างแข่งขัน ชี้ให้เห็นว่า ระดับความหนักของเกมการแข่งขัน และรูปแบบการเล่นที่มีลักษณะการเล่นแบบไม่ต่อเนื่องกันนั้นมีผลต่ออัตราการ

เต้นหัวใจ ซึ่งผลการวิจัยนี้พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยโดยเฉลี่ยมีค่า 169 ครั้งต่อนาที คิดเป็นร้อยละ 97 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ทำให้ได้ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนเท่ากับ 39.71 มิลลิลิตร/นาที อัตราการใช้พลังงานตลอดการแข่งขันเฉลี่ย 86.79 กิโลแคลอรี และระบบพลังงานที่ใช้คือ พลังงานระบบแอนแอโรบิก 37% พลังงานระบบแอนแอโรบิก - แอโรบิก 38% และพลังงานระบบแอโรบิก 25% และเมื่อนำค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนมาเปรียบเทียบกับการจัดหมวดหมู่ของระดับความหนักของการออกกำลังกายจากกิจกรรมทางกาย (Mc Ardle, Katch, and Katch, 2007) ทำให้ทราบว่าถ้าคนเรามีปริมาณการใช้พลังงาน และอัตราการใช้ออกซิเจนเกินกว่า 5.5 กิโลแคลอรี/นาที และ 19.9 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที ตามลำดับ จะถือว่าเป็นกิจกรรมที่มีความหนักระดับที่มากถึงมากที่สุด

นอกจากนี้งานวิจัยของ Reilly, Secher, Snell, and Williams (1981) พบว่า ระดับความหนักของการออกกำลังกายในกีฬามวยสากลที่อยู่ในระดับค่อนข้างหนักเช่นเดียวกับกีฬาที่มีลักษณะของรูปแบบการเล่นคล้ายกัน เช่น เทคควันโด บาสเกตบอล เป็นต้น ซึ่งมีงานวิจัยของ Toskovic (2002) สนับสนุนว่า ปริมาณการใช้พลังงานตลอดการแข่งขันของนักกีฬาเทคควันโดหญิงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.8 กิโลแคลอรี/นาที จากผลจากงานวิจัยมีค่าอัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ยอยู่ที่ 38.71 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที สามารถชี้ให้เห็นได้ว่า ระดับความหนักของการออกกำลังกายในกีฬามวยสากลในปัจจุบัน อยู่ที่ระดับความหนักสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่าน ๆ มา เนื่องมาจากนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น มีพื้นที่ในการแข่งขันที่จำกัด ซึ่งมีขนาดสนามเล็กกว่าสนามกีฬาเทคควันโด และโดยธรรมชาติของกีฬามวยสากลสมัครเล่นต้องมีการเคลื่อนไหวร่างกายอยู่ตลอดเวลา เพื่อหลบหลีก ป้องกัน หรือหาจังหวะในการทำคะแนนด้วยความรวดเร็ว และแม่นยำ ทำให้นักกีฬามีการใช้กล้ามเนื้อทั้งส่วนบนและส่วนล่างไปพร้อม ๆ กัน ทำให้ใช้พลังงานโดยรวมมากกว่าการใช้มัดกล้ามเนื้อที่เน้นเฉพาะส่วนล่างของร่างกายเพียงอย่างเดียว (Secher, 1977) ซึ่งสอดคล้องกับ Vokac (1975) พบว่า การใช้แขนทำงานมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจเนื่องมาจากระบบประสาทส่วนกลางรับรู้การกระตุ้นจากเนื้อเยื่อส่วนบนของร่างกายได้เร็วกว่าส่วนอื่น และอาจเป็นเพราะความแตกต่างของการระดมหน่วยยนต์ภายในมัดกล้ามเนื้อจากกระบวนการสลายกลูโคส หรือไกลโคเจน ซึ่งส่งผลให้เกิดการสร้างพลังงานที่นำมาใช้กับร่างกายแตกต่างกัน (Scott et al., 2006) อีกทั้งยังสอดคล้องกับ สนธยา สีละมาด (2551) ที่กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพลังงานที่ใช้ในการเล่นกีฬา ประกอบด้วย ความเข้มข้นของการออกกำลังกาย ระยะเวลาในการออกกำลังกาย อัตราความเร็วขอกการออกกำลังกาย และทักษะกับประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ซึ่งมีงานวิจัยของ Chatterjee, Banerjee, and Majumdar (2006) สนับสนุนกับ สนธยา สีละมาด (2547) โดยผลจากการวิจัยพบว่า พลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขัน

ขึ้นอยู่กับความหนักของเกมส์การแข่งขัน นอกจากนี้สิ่งสำคัญที่ต้องตระหนักถึงคือ ความแตกต่างของแต่ละบุคคลมีค่อนข้างมาก ในแง่ของการผลิตพลังงานรวม และระบบพลังงานที่ใช้ในการแข่งขัน เนื่องมาจากมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนักของการออกกำลังกาย เช่น แรงจูงใจ ความวิตกกังวล อากาศร้อน เป็นต้น แต่ค่อนข้างจะไม่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ เมื่อระดับความหนักของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น (Astrand and Saltin, 1961)

ส่วนระบบพลังงานที่ใช้ในขณะแข่งขันที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับ Ghosh (1995) ซึ่งพบว่า กีฬามวยสากลนั้นจะมีการใช้พลังงานในระบบแอนแอโรบิกร้อยละ 70 ถึง 80 และระบบพลังงานแบบแอโรบิกเพียงร้อยละ 20 ถึง 30 เท่านั้น เนื่องจากกีฬามวยสากล เป็นกีฬาที่มีลักษณะการเล่นแบบไม่ต่อเนื่องที่มีลักษณะเฉพาะ คือ ระยะเวลาในการแข่งขันสั้น แต่ความหนักที่ใช้ในการออกกำลังกาย หรือแข่งขันในขณะนั้นเป็นความหนักที่สูงมาก ทำให้การฟื้นตัวอาจไม่ทันท่วงที ดังนั้นการแสดงศักยภาพสูงสุดของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น จะขึ้นอยู่กับการทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างระบบพลังงานที่ใช้แบบแอนแอโรบิก และแบบแอโรบิก เป็นสำคัญ (Smith, 2006) ซึ่งปริมาณการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของผู้หญิง สามารถเปรียบเทียบกับผู้ชายได้ ถ้าอยู่รุ่นน้ำหนักเดียวกัน (Chatterjee, Banerjee, and Majumdar, 2006) และเมื่อพิจารณาถึงระบบพลังงานที่ใช้ในกีฬามวยสากลสมัครเล่น การฝึกซ้อม หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำแล้ว ผู้ฝึกสอนสามารถนำไปวางแผนโปรแกรมการฝึกซ้อมที่เหมาะสมยิ่งขึ้น หรือแนะนำนักกีฬาเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากการรับประทานอาหารเข้าไปให้สอดคล้องกับพลังงานที่ร่างกายนำมาใช้ได้

2. รูปแบบของการชกและปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในขณะแข่งขัน

การสรุปรูปแบบการชกของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยนั้น ได้มาจากประสบการณ์ที่ผ่านมาของผู้ฝึกสอนทีมชาติไทยหญิงทั้ง 3 ท่าน นักกีฬา ผู้มีประสบการณ์ทางด้านมวยสากล และจากการที่ผู้วิจัยที่ได้เข้าร่วมฝึกงานกับสมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นมา ทำการสนทนากลุ่มย่อยและการวิเคราะห์รูปแบบการชกโดยการสังเกตนักกีฬาที่ลงแข่งขันทั้งมุมแดงและมุมน้ำเงินในแมทช์จำลองที่จัดแข่งขันขึ้นทีละแมทช์จนครบทั้งหมด 15 แมทช์ ซึ่งColeman (1998) Mike และHugh (2004) ได้กล่าวว่าการสังเกตด้วยสายตาในการฝึกซ้อมมีความไม่น่าเชื่อถือ และแม่นยำเท่าที่ควร และคำแนะนำที่ได้จากผู้ฝึกสอนส่วนใหญ่จะมาจากการสังเกตุพฤติกรรมของนักกีฬาเป็นหลัก เนื่องจากสมัยก่อนยังไม่มีเทคโนโลยีทางการกีฬาเข้ามาช่วยวิเคราะห์ จึงทำให้การสังเกตุพฤติกรรมเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในตอนนั้น ซึ่งตามหลักทางวิทยาศาสตร์แล้วถือว่า ไม่ค่อยน่าเชื่อถือ และแม่นยำเท่าไหร่นัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำโปรแกรมทางด้านเทคโนโลยีทางการกีฬามาใช้ในการวิเคราะห์สมรรถนะของนักกีฬาในการออก

หมัดเพื่อทำคะแนนของนักกีฬาในแต่ละคน โดยทำการวิเคราะห์การออกอาวุธของนักกีฬาในลักษณะต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับการให้คะแนนจากผู้ตัดสินมวยสากลสมัครเล่นที่ได้รับการรับรองจากสหพันธ์มวยสากลสมัครเล่นนานาชาติ (AIBA) เพื่อให้รูปแบบการชกของนักกีฬามีความน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยจะทำการวิเคราะห์ในแต่ละรูปแบบจากแมทช์ที่จัดจำลองการแข่งขัน ซึ่งเมื่อพิจารณาตามหลักการวิเคราะห์การแสดงศักยภาพของนักกีฬา (performance analysis) ดังคำกล่าวของ Dan (2004) ที่ว่า ปัจจัยที่ใช้วัดระดับของการแสดงศักยภาพของนักกีฬามีอยู่ 4 ปัจจัยหลัก คือ

1. ปัจจัยทางด้านแทคติก : รูปแบบของการเล่น ซึ่งรวมถึงรูปแบบในการชก การออกหมัดเพื่อทำคะแนน หรือการแก้เกมของผู้ฝึกสอนในแต่ละยกด้วย
2. ปัจจัยทางด้านเทคนิค : เทคนิค ทักษะ ที่สามารถบอกได้ด้วยประสบการณ์ในการเล่นกีฬาและการแสดงศักยภาพของนักกีฬา
3. ปัจจัยทางด้านสรีรวิทยา : ข้อมูลทางด้านความหนักของการเล่นกีฬา เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ การใช้พลังงานของร่างกาย เป็นต้น
4. ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา : สิ่งที่มีผลต่อการกระตุ้นอารมณ์และจิตใจของนักกีฬา

ปัจจัยสำคัญที่จะวิเคราะห์คือ ปัจจัยทางด้านแทคติก และเทคนิค เพื่อสร้างความเข้าใจถึงความต้องการทางด้านสรีรวิทยา จิตวิทยา และเทคนิคที่ต้องใช้ให้เหมาะสมกับชนิดกีฬานั้น ๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ศักยภาพในการเล่นของนักกีฬาสามารถประเมินผลของความสำเร็จได้ 3 รูปแบบ คือ

1. การประเมินนักกีฬาในด้านความสัมพันธ์กับคู่ต่อสู้ : เป็นการเปรียบเทียบโดยตรงกับฝ่ายตรงข้าม แต่อาจคลาดเคลื่อนได้ถ้านักกีฬาไม่ได้มีมาตรฐานเดียวกัน
2. การประเมินนักกีฬาที่มีมาตรฐานเดียวกัน : เป็นการเปรียบเทียบระหว่างนักกีฬาที่มีพื้นฐานเท่ากัน ทำให้ข้อมูลที่ได้เป็นสามารถนำไปใช้ประโยชน์และเป็นที่น่ายอมรับ
3. การประเมินนักกีฬากับข้อมูลการแสดงศักยภาพของนักกีฬาที่มีมาก่อนหน้านี้ : การเก็บข้อมูลทางด้านจำนวนแมทช์ที่นักกีฬาแข่งขัน ข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ของนักกีฬาสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งนักกีฬาสามารถประเมินเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานกับการแสดงศักยภาพที่ดีที่สุดของนักกีฬาได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงยกตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์แมทช์จำลองการแข่งขันที่จัดขึ้นตามงานวิจัยของ Dan (2004) โดยใช้การเปรียบเทียบนักกีฬากับคู่ต่อสู้ในแต่ละแมทช์การแข่งขัน เพื่อที่จะได้รู้ถึงปัจจัยที่มีผลต่อการแสดงศักยภาพจริงของนักกีฬาในขณะแข่งขัน โดยจะยกตัวอย่างที่เห็นได้ชัดดังต่อไปนี้

1. แมทต์ที่ 1 นักกีฬาคนที่ 1 มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬามวยสากลสมัครเล่น 9 ปี จากการสัมภาษณ์ในแบบสอบถาม พบว่านักกีฬามีความถนัดในรูปแบบการชกแบบรับ คือ รอให้คู่ต่อสู้เดินเข้าทำคะแนนก่อน ทำให้นักกีฬาจะตั้งการ์ดป้องกันรับหมัดจากคู่ต่อสู้ แล้วจึงหาจังหวะช่วงชิงในการสวนกลับเพื่อทำคะแนนบ้าง โดยแมทต์นี้เจอกับนักกีฬาคนที่ 2 มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬามวยสากลสมัครเล่น 6 ปี จากการสัมภาษณ์ในแบบสอบถาม พบว่านักกีฬามีความถนัดในรูปแบบการชกแบบรับเช่นกัน เนื่องจากในแมทต์นี้นักกีฬาคนที่ 1 ได้ทำการต่อยในรูปแบบการชกที่ตนเองไม่ถนัด คือ ต้องชกในรูปแบบของการรุก และนักกีฬาคนที่ 2 ได้ทำการต่อยตามความถนัด คือ รูปแบบการชกแบบรับ เมื่อวิเคราะห์ถึงการออกหมัดเพื่อทำคะแนนเทียบกับนักกีฬาคนที่ 2 พบว่านักกีฬาคนที่ 1 มีการออกหมัดเพื่อทำคะแนนน้อยกว่า แต่หมัดที่ออกไปสามารถทำคะแนนในการแข่งขันได้มากกว่า เนื่องมาจากนักกีฬาคนที่ 1 ที่มีประสบการณ์มากกว่า ฝีมือดีกว่า ข้อมูลพื้นฐานทางด้านสมรรถภาพทางกายสูงกว่า ทำให้มีการใช้พลังงานในขณะแข่งขันน้อยกว่านักกีฬาคนที่ 2 ทำให้ไม่จำเป็นต้องออกหมัดเพื่อทำคะแนนกับนักกีฬาคนที่ 2 มากนัก ถึงแม้ตนเองจะไม่ถนัดก็ตาม แต่ก็สามารถทำคะแนนได้มากกว่าอีกฝ่าย ซึ่งตรงกันข้ามกับนักกีฬาคนที่ 2 ที่มีประสบการณ์อ่อนกว่า สมรรถภาพทางกายต่ำกว่า ทำให้ต้องออกหมัดในการทำคะแนนมากกว่านักกีฬาคนที่ 1 เพื่อที่จะทำคะแนนให้ทันคู่ต่อสู้

2. แมทต์ที่ 2 นักกีฬาคนที่ 1 มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬามวยสากลสมัครเล่น 7 ปี จากการสัมภาษณ์ในแบบสอบถาม พบว่านักกีฬามีความถนัดในรูปแบบการชกแบบรุก คือ เริ่มเดินเข้าหาคู่ต่อสู้เพื่อทำคะแนนก่อนเสมอ โดยแมทต์นี้เจอกับนักกีฬาคนที่ 2 มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬามวยสากลสมัครเล่น 6 ปี จากการสัมภาษณ์ในแบบสอบถาม พบว่านักกีฬามีความถนัดในรูปแบบการชกแบบรับ คือ รอให้คู่ต่อสู้เดินเข้าทำคะแนนก่อน ทำให้นักกีฬาจะตั้งการ์ดป้องกันรับหมัดจากคู่ต่อสู้ แล้วจึงหาจังหวะช่วงชิงในการสวนกลับเพื่อทำคะแนนบ้าง เนื่องจากในแมทต์นี้นักกีฬาทั้ง 2 ฝ่ายได้ต่อยตามความถนัดของตนเอง ทำให้เมื่อวิเคราะห์การออกหมัดเพื่อทำคะแนนเทียบกับนักกีฬาคนที่ 2 พบว่านักกีฬาคนที่ 1 มีการออกหมัดเพื่อทำคะแนนน้อยกว่า แต่หมัดที่ออกไปสามารถทำคะแนนในการแข่งขันได้มากกว่า เนื่องมาจากนักกีฬาคนที่ 1 ที่มีประสบการณ์มากกว่า ฝีมือดีกว่า ข้อมูลพื้นฐานทางด้านสมรรถภาพทางกายสูงกว่า ทำให้มีการใช้พลังงานในขณะแข่งขันน้อยกว่า นักกีฬาคนที่ 2 ทำให้ไม่จำเป็นต้องออกหมัดเพื่อทำคะแนนกับนักกีฬาคนที่ 2 มากนัก ก็สามารถทำคะแนนได้มากกว่าอีกฝ่าย ซึ่งตรงกันข้ามกับนักกีฬาคนที่ 2 ที่มีประสบการณ์อ่อนกว่า สมรรถภาพทางกายต่ำกว่า ทำให้ต้องออกหมัดในการทำคะแนนมากกว่านักกีฬาคนที่ 1 เพื่อที่จะทำคะแนนให้ทันคู่ต่อสู้

3. แมทต์ที่ 3 นักกีฬาคนที่ 1 มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬามวยสากลสมัครเล่น 8 ปี จากการสัมภาษณ์ในแบบสอบถาม พบว่านักกีฬามีความถนัดในรูปแบบการชกแบบรับ คือ รอให้คู่

ต่อสู้เดินเข้าทำคะแนนก่อน ทำให้นักกีฬาจะตั้งการ์ดป้องกันรับหมัดจากคู่ต่อสู้ แล้วจึงหาจังหวะช่วงชิงในการสวนกลับเพื่อทำคะแนนบ้าง โดยแมทต์นี้เจอกับนักกีฬาคนที่ 2 มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬามวยสากลสมัครเล่น 3 ปี จากการสัมภาษณ์ในแบบสอบถาม พบว่านักกีฬามีความถนัดในรูปแบบการชกแบบรับเช่นกัน เนื่องจากในแมทต์นี้นักกีฬาคนที่ 1 ได้ทำการต่อยตามความถนัด คือ รูปแบบการชกแบบรับ และนักกีฬาคนที่ 2 ได้ทำการต่อยในรูปแบบการชกที่ตนเองไม่ถนัด คือ ต้องชกในรูปแบบของการรุก เมื่อวิเคราะห์ถึงการออกหมัดเพื่อทำคะแนนเทียบกับนักกีฬาคนที่ 2 พบว่านักกีฬาคนที่ 1 มีการออกหมัดเพื่อทำคะแนนมากกว่า และหมัดที่ออกไปสามารถทำคะแนนในการแข่งขันได้มากกว่าเช่นกัน เนื่องมาจากนักกีฬาคนที่ 1 ที่มีประสบการณ์มากกว่า ฝีมือดีกว่า ข้อมูลพื้นฐานทางด้านสมรรถภาพทางกายสูงกว่า ทำให้มีการใช้พลังงานในขณะแข่งขันน้อยกว่านักกีฬาคนที่ 2 ทำให้นักกีฬาคนที่ 2 ที่มีประสบการณ์น้อยกว่า และไม่ถนัดในรูปแบบที่ชกจึงทำให้ไม่สามารถช่วงชิงจังหวะในการออกหมัดเพื่อทำคะแนนให้ทันคู่ต่อสู้ได้

4. แมทต์ที่ 5 นักกีฬาคนที่ 1 มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬามวยสากลสมัครเล่น 6 ปี จากการสัมภาษณ์ในแบบสอบถาม พบว่านักกีฬามีความถนัดในรูปแบบการชกแบบรับ คือ รอให้คู่ต่อสู้เดินเข้าทำคะแนนก่อน ทำให้นักกีฬาจะตั้งการ์ดป้องกันรับหมัดจากคู่ต่อสู้ แล้วจึงหาจังหวะช่วงชิงในการสวนกลับเพื่อทำคะแนนบ้าง โดยแมทต์นี้เจอกับนักกีฬาคนที่ 2 มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬามวยสากลสมัครเล่น 2 ปี จากการสัมภาษณ์ในแบบสอบถาม พบว่านักกีฬามีความถนัดในรูปแบบการชกแบบรับเช่นกัน เนื่องจากในแมทต์นี้นักกีฬาทั้ง 2 คน ได้ทำการต่อยในรูปแบบการชกที่ตนเองไม่ถนัด คือ ต้องชกในรูปแบบผสมผสาน คือ นักกีฬาจะเป็นฝ่ายรุกบ้าง เมื่อต้องการทำคะแนนก่อน และเป็นฝ่ายรับเมื่อคู่ต่อสู้บุกเข้ามาหา เมื่อวิเคราะห์ถึงการออกหมัดเพื่อทำคะแนนเทียบกับนักกีฬาคนที่ 2 พบว่านักกีฬาคนที่ 1 มีการออกหมัดเพื่อทำคะแนนพอ ๆ กันกับนักกีฬาคนที่ 2 แต่หมัดที่ออกไปของนักกีฬาคนที่ 1สามารถทำคะแนนในการแข่งขันได้มากกว่า เนื่องมาจากนักกีฬาคนที่ 1 ที่มีประสบการณ์มากกว่า ฝีมือดีกว่า ข้อมูลทางด้านความสามารถในการนำออกซิเจนมาใช้ดีกว่า จึงทำให้มีการใช้พลังงานในขณะแข่งขันน้อยกว่านักกีฬาคนที่ 2 ซึ่งมีความสามารถในการนำออกซิเจนมาใช้ไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับนักกีฬาคนที่ 1 ทำให้เหนื่อยและเมื่อยล้าก่อนนักกีฬาคนที่ 1

จากการวิเคราะห์แมทต์ที่สำคัญดังที่ได้อภิปรายมาแล้ว และจึงนำข้อมูลทางด้านการใช้พลังงานของแต่ละรูปแบบการชกมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ผลของการวิจัยพบว่า รูปแบบของการชก ได้แก่ รูปแบบรุก (Fighter) รูปแบบรับ (Boxer) และรูปแบบผสมผสาน (Combination) มีการใช้พลังงานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องมาจากรูปแบบของการชกเป็นเพียงส่วนหนึ่งในปัจจัยทางด้านทักษะและประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ซึ่งโดยปกติการฝึกซ้อมของนักกีฬาจะมีการฝึกซ้อมทางด้านทักษะและเทคนิคเหมือนกันทุกคน ทำให้

ทักษะของนักกีฬาที่มีประสบการณ์ใกล้เคียงกันมีทักษะในกีฬามวยสากลคล้ายคลึงกัน และนักกีฬาทีมชาติที่มีจำนวนจำกัด ทำให้พลังงานในแต่ละรูปแบบใกล้เคียงกัน จึงไม่เห็นความแตกต่างในการใช้พลังงานมากนัก จึงสรุปได้ว่า นักกีฬาในแต่ละคน จะมีรูปแบบการชกที่ถนัดแตกต่างกันไป แต่ก็สามารถชกได้ทั้ง 3 รูปแบบ ขึ้นอยู่กับคู่ต่อสู้ที่ลงแข่งขันด้วยเป็นหลัก ทำให้ผู้ฝึกสอนสามารถวางแผนการฝึกซ้อมได้อย่างเหมาะสมให้กับนักกีฬาโดยที่ไม่ต้องคำนึงถึงรูปแบบของการชกที่ถนัดของนักกีฬาแต่ละคนที่ฝึกซ้อมร่วมกันได้

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่ควรคำนึงถึงอีกหลายปัจจัย ได้แก่ ความหนักของการออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อม ซึ่งสอดคล้องกับ Khanna, and Manna (2006) ที่กล่าวสรุปไว้ว่า อายุและระดับความหนักของการฝึกซ้อมส่งผลต่อสัดส่วนของพลังงานระบบแอโรบิกและระบบแอนแอโรบิก ทำให้ผู้ฝึกสอนควรวางแผนการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาการนำพลังงานในร่างกายมาใช้ โดยการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีความหนักค่อนข้างสูงเพื่อให้คล้ายคลึงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักกีฬา ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงต่อมา คือ มวลของเซลล์กล้ามเนื้อในร่างกาย น้ำหนัก เปอร์เซนต์ไขมัน และอัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพัก เนื่องจากกีฬามวยสากลสมัครเล่น ต้องใช้รุ่นน้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการแข่งขัน ทำให้นักกีฬาต้องลดน้ำหนักก่อนการแข่งขันให้ได้ จากงานวิจัยของ Smith (2006) พบว่า นักกีฬาจะลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วโดยการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายเป็นส่วนใหญ่ ทำให้นักกีฬาจะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 2 – 3 ของน้ำหนักตัวทั้งหมดในช่วงพักก่อนการชั่งน้ำหนักตัวในวันต่อไป ทำให้ผู้ฝึกสอนควรวางแผนการลดน้ำหนักในระยะยาวจะส่งผลดีกับสมรรถภาพร่างกายของนักกีฬามากกว่าการลดอย่างรวดเร็ว เพราะโดยธรรมชาติของกีฬามวยสากลสมัครเล่นตามกติกาการแข่งขันของสหพันธ์มวยสากลสมัครเล่นนานาชาติหรือ AIBA นั้น การชั่งน้ำหนักของนักกีฬานั้นจะต้องชั่งในช่วงเช้าของวันแข่งขันทุกครั้ง นักกีฬาจะต้องทำการควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในพิกัดตลอดช่วงการแข่งขัน ซึ่งแตกต่างกับกีฬาต่อสู้ประเภทอื่น ๆ ที่จะชั่งน้ำหนักในวันแรกก่อนทำการแข่งขันครั้งเดียวเท่านั้น จากการวิจัยพบว่าความหนักของรูปแบบการแข่งขันนั้นมีความหนักที่สูงคือ มีการใช้พลังงานในระบบแอนแอโรบิก - แอโรบิก และแอนแอโรบิกเป็นหลัก ประกอบกับการควบคุมน้ำหนัก ทำให้จะต้องใช้เวลาในการฟื้นสภาพที่ค่อนข้างยาวนานกว่ากีฬาประเภทอื่น ๆ

จากความหนักของการเล่นกีฬาในนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยมีความหนักสูงมาก โดยทั่วไปการฟื้นฟูร่างกายให้กลับมาเหมือนเดิมนั้น ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ทำให้การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายจึงเป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน เนื่องจากธรรมชาติของการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่นในแต่ละรายการ จะจัดการแข่งขันแบบแข่ง 1 วัน พัก 1 วัน หรือแข่งติดกันหลาย ๆ วัน ถ้านักกีฬาไม่ได้รับการฝึกมาอย่างดี จะทำให้การฟื้นฟูสมรรถภาพของนักกีฬากลับมาไม่ถึง 100 % ในการลงแข่งครั้งต่อไป ทำให้ศักยภาพในการแข่งขันลดลงไปมาก การที่นักกีฬาแสดง

ความสามารถในการออกสมรรถนะที่ระดับสูงสุด จะถูกจำกัดด้วยความสามารถในการฟื้นตัว และซ่อมแซมส่วนที่เสียหายของกล้ามเนื้อหลังการฝึกหนักได้เร็วเพียงใด ซึ่งการที่จะทำให้นักกีฬาเกิดสมรรถนะกล้ามเนื้อสูงสุด สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การได้รับโภชนาการที่ถูกต้องในปริมาณ และสัดส่วนที่ถูกต้อง ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการฝึก และการปรับตัวของร่างกายในการสร้างความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อจะเกิดในช่วงเวลาพักระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง ซึ่งการรับประทาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีนพิเศษ และอาหารเสริมอื่น ๆ ในระหว่างการฝึกและหลังการฝึกจะช่วยลดโอกาสที่จะเกิดการฝึกซ้อมที่หนักเกิน (Overtraining) และเพื่อโอกาสที่ทำให้เกิดสมรรถนะที่ดีเยี่ยมได้

จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า พลังงานส่วนใหญ่ได้มาจากพลังงาน 2 ระบบหลัก คือ แอนแอโรบิก 37 % และระบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก 38 % (รวมเป็นระบบแอนแอโรบิก 75 %) ซึ่งมีพื้นฐานการพัฒนาของทั้ง 2 ระบบมาจากระบบแอโรบิกที่ดีของนักกีฬาแต่ละคน ซึ่งธรรมชาติของกีฬามวยสากลสมัครเล่นจะต้องใช้ความรวดเร็วในการทำคะแนน ตามกติกาของการแข่งขันที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทำให้ความหนักของการเล่นกีฬานี้เพิ่มสูงขึ้น และนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นจะต้องทำการแข่งขันใน 1 แมทช์ จำนวน 4 ยก ยกละ 2 นาที และทำการพักระหว่างการแข่งขันระหว่างยก ยกละ 1 นาที ซึ่งจากการวิจัยครั้งนี้พบว่านักกีฬาจะต้องเคลื่อนไหวร่างกายตลอด 2 นาที ทำให้ต้องใช้ระบบพลังงานทั้ง 2 ระบบนี้เป็นหลัก และการเคลื่อนไหวต่าง ๆ นั้นจะต้องกระทำอย่างรวดเร็วเพื่อสร้างจังหวะในการจู่โจมคู่ต่อสู้ ในทางตรงกันข้ามคู่ต่อสู้ก็จะต้องสร้างจังหวะในการหลบหลีกและทำการรุกกลับโดยฉับพลันเช่นกัน เพื่อที่จะต้องทำแต้มให้ได้จากการออกอาวุธ จากข้อมูลที่ได้จากการวิจัย ระดับความหนักของการออกกำลังกายและชนิดของระบบพลังงานที่ควรจะใช้ตลอดการแข่งขัน สามารถนำไปเป็นแนวทางในการวางแผนโปรแกรมการฝึกซ้อม หรือแนะนำโปรแกรมโภชนาการได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับการแข่งขันจริงของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย เพื่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาให้ถึงศักยภาพสูงสุดต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1. จากการจำลองรูปแบบการแข่งขันในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า ความหนักของเกมการแข่งขันอยู่ในระดับหนัก ทำให้พลังงานที่ใช้เป็นแบบระบบแอนแอโรบิก - แอโรบิก และระบบพลังงานแบบแอโรบิก เป็นหลัก

2. รูปแบบการชกในนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นทั้ง 3 รูปแบบมีปริมาณการใช้พลังงานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้สามารถวางแผนการฝึกซ้อมให้สอดคล้องกับความหนักของกีฬามวยสากลสมัครเล่นและระบบพลังงานที่ใช้เป็นสำคัญ ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงรูปแบบการชก

3. ปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบของการใช้พลังงานในขณะแข่งขันมีอยู่หลายปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น การรับประทานอาหารในชีวิตประจำวัน การมีรอบเดือน เป็นต้น ทำให้เป็นข้อจำกัดของงานวิจัย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งต่อไป ควรเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เช่น ศึกษาในกลุ่มโรงเรียนกีฬา รุ่นเยาวชน หรือรุ่นยุวชน เป็นต้น เพื่อเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยมากขึ้น โดยแต่ละกลุ่มประมาณ 10 คน

2. การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการควบคุมปริมาณการฝึกซ้อม และความหนักของการอบอุ่นร่างกาย ก่อนที่จะทำการแข่งขัน เพื่อลดการเกิดความไม่เท่าเทียมกันในงานวิจัย

3. การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการประสานงานกับ กกท. หรือ สมาคมมวยสากลสมัครเล่นฯ ที่ทางประเทศไทยเป็นเจ้าภาพในการแข่งขัน เพื่อทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของนักกีฬาในสถานการณ์การแข่งขันจริง เพื่อเปรียบเทียบระดับการใช้พลังงานของนักกีฬาตั้งแต่รอบแรกจนถึงรอบชิงชนะเลิศ ทำให้ได้ช่วงของการใช้พลังงานที่สามารถนำไปวางแผนเตรียมความพร้อมให้กับนักกีฬาก่อนลงแข่งขันรายการระดับนานาชาติต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จันทร์พร แซ่มซ้อย. ผลของการใช้ความเย็นในช่วงเวลาพักที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549.

จรวย แก่นวงษ์คำ. มวยไทย มวยสากล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2546.

จุไรพร สมบุญวงค์ และคณะ. เมแทบอลิซึม และพลังงาน (Energy Metabolism) ใน สรีรวิทยาพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง 2546 เล่ม 3. หน้า 90-97. (ม.ป.ท.), 2546.

จีระเดช เอกะกุลานันท์. การเปรียบเทียบผลการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วระหว่างวิธีการวิ่งและเชาว่าที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักมวยสากลสมัครเล่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

จีรนันท์ แกล้วกล้า. โภชนาการสำหรับนักกีฬาและผู้ออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัชน์. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ธรรมกมลการพิมพ์, 2536.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และคนอื่นๆ. การศึกษาปัจจัยความสำเร็จของชนิดกีฬาที่เป็นความหวังของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: การกีฬาแห่งประเทศไทย กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2552.

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

เทเวศน์ พิริยะพฤนท์ และคณะ. การเสริมสร้างคุณภาพชีวิต. [ออนไลน์]. 2541. แหล่งที่มา: http://www.swu.ac.th/royal/book6/b6c7t4.html. [2552, กันยายน 3]

นิพนธ์ วิชชุตเวส. ผลของการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องและแบบสะสมที่มีต่อการใช้พลังงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.

นอง เสียงหล่อ. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกาย ความถี่ของการชก และคะแนนจากการแข่งขันของนักมวยสากลสมัครเล่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาพลศึกษา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2528.

น้อม สังข์ทอง. มวยสากล1 (Boxing1). พิมพ์ครั้งที่ 1. สถานที่พิมพ์ : งานส่งเสริมการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2541.

ปนัดดา โรจน์พิบูลย์สถิตย์. ชีวเคมีทางการแพทย์: เมตาบอลิสมของสารอาหารเชิงบูรณาการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บุ๊คเน็ท, 2546.

ประดิษฐ์ มีสุข. ชีวเคมีประยุกต์ด้านสุขภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถานที่พิมพ์ : ภาควิชาเอกสารและตำรากลุ่มงานส่งเสริมการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2546.

ปิยะฉัตร สุทธิจินดา. ชีวกลศาสตร์การทำงานของกล้ามเนื้อของหมัดตรงในนักมวยสากลสมัครเล่นทีมชาติไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548.

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

ภนารี พานเพียรศิลป์. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ หมาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2541.

ภาคภูมิ แจ้งโพธิ์นาค. ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับเวลาตอบสนองของการชกหมัดตรงของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นทีมชาติไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2551.

ราตรี สินธุนาวา. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและเท้า ความเร็วและความอดทนของกล้ามเนื้อกับผลการแข่งขันของนักมวยสากลในกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 24. กองวิจัยและพัฒนา. การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2535.

วีรพัฒน์ ยอดกมลศาสตร์. การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานของการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพชนิดต่างๆระหว่างหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและหญิงที่มีน้ำหนักปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

สินชัย รัศมีเพื่อง. การศึกษาเวลาตอบสนองและความเร็วของการชกหมัดแบบต่าง ๆ ในมวยสากล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาพลศึกษา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2527.

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

สาคร แก้วสมุทร์. ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการแข่งขันกีฬามวยสากลสมัครเล่นในกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.

สาลี่ สุภาภรณ์. วิจัยเชิงคุณภาพทางพลศึกษาและกีฬา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สามลดา, 2550.

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

สุพิช จันทะสิทธิ์. การศึกษาการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วและการลดน้ำหนักที่ใช้ระยะเวลานานที่มีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน สมรรถภาพการไม่ใช้ออกซิเจนและเวลาปฏิกิริยาตอบสนองในนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.

สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ. บทคัดย่อวิทยานิพนธ์และการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา พ.ศ. 2548-2551. กรุงเทพหมานคร: กลุ่มวิจัยและพัฒนา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2552.

ภาษาอังกฤษ

American College of Sport Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 7th ed. Pennsylvania : Lippincott Williams & Wilkin, 2006.

American College of Sport Medicine. ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual. 2nd ed. Philadephia : Lippincott Williams & Wilkin, 2008.

American College of Sport Medicine. ACSM's Resource Manual for Guidelines or Exercise Testing and Prescription. 5th ed. Philadephia: Lippincott Williams & Wilkin, 2006.

Astrand, P. O., and Saltin, B. Maximal Oxygen Uptake and Heart Rate in Various Types of Muscular Activity. Journal of Applied Physiology. 16(1961): 997-981.

Astrand, P. O., Rodahl, K. Applied Work Physiology. 3rd ed. New York: McGraw Hill, 1987.

Bangsbo, E., William, J., Garett, R., and Kirkkendall, D. T. Physiological of Intermittent Exercise. Philadephia, pp.53-66. USA, Exercise and Science: Lippincott Williams & Wilkins Publications, 2000.

Beaver, W. L., Wasserman, K., and Whipp, B. J. A New Method for Detecting Anaerobic Threshold by Gas Exchange. J Appl Physiol. 60(June 1986): 2020-7.

Blanhsby, B. A., and Reidy, P. W. Heart Rate and Estimated Energy Expenditure During Ballroom Dancing. British Association of Sport and Medicine. 22(Febuary 1998): 57-60.

Bompa, T. O. Periodization Training for Sports. Champaign, IL: Human Kinetics, 1999.

Chatterjee, P., Banerjee, A. K., and Majumdar, P. Energy Expenditure in Women Boxing. Kathmandu University Medical Journal. 15(2006): 319-323.

Conconi, F., Ferrari, M., Ziglio, P. G., Droghetti, P., and Codeca, L. Determination of the Anaerobic Threshold by a Noninvasive Field Test for Runner. Journal of Applied Physiology. 56(March 1982): 896-873.

Cox, M. H., Thomas, S. G., Weller I. M. R., and Corey, P. Reliability and Validity of a Fitness Assessment for Epidemiological Studies. Canadian Journal of Sports Science. 17(1992): 49-55.

Duffield, R., Dawson, B., Pinnington, H. C., and Wong, P. Accuracy and Relia-bility of a Cosmed K4b2 Portable Gas Analysis System. J Sci Med Sport. 7(January 2004): 11–22.

Frayn, K. N. Calculation of Substrate Oxidation Rates in Vivo from Gaseous Exchange. Journal of Applied Physiology. 55(1983): 628-634.

Ghosh, A. K., Goswami, A., and Ahuja, A. Heart rate and blood lactate response in amateur competitive boxing. Indian Journal of Medical Research. 102(1995): 179-183.

Gjerest, A., Johansen, E., and Moser, T. Aerobic and Anaerobic Demands in Short Distance Orienteering. Scientific Journal of Orienteering. 13(August 1997): 4-25.

Gulshan, L. K., and Indranil, M. Study of Physiological Profile of Indain Boxers. Journal of Sports Science and Medicine. 5(July 2006): 90-98.

Hargreaves, M., Spriet, L. Exercise Metabolism. 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2007.

Henry, J. M., Han, C. G., Wim, H. M., and Richard, A. W. Measuring Physical Activity and Energy Expenditure. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.

Holly, R. G. Measurement of the Maximal Rate of Oxygen Uptake. In Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. pp 171-177. Philadelphia: Lea & Febiger, 1988.

Ismail, M. N., Wan, N., and Zawiah, H. Energy Expenditure Studies to Predict Requirements of Selected National Atheletes. Mal J Nutr. 3(1997): 71-81.

Jackson, A., DerWeduwe, K., Schick, R., and Sanchez, R. An Analysis of the Validity of the Three-mile Run as a Field Test of Aerobic Capacity in College Males. Research Quarterly for Exercise and Sports. 6(1990): 233-237.

Jerry, D. 2000, June. Anaerobic Threshold Training. Available from http://www.Doitsports.com [18 August 2552]

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

Katch, V. L., Sady, S. S., and Freedson, P. Biological Variability in Maximum Aerobic Power. Medicine and Science in Sports and Exercise. 14(1982): 21-25.

Keins, B. Effect of Endurance Training on Fatty Acid Metabolism: Local Adaptations. Medicine and Science in Sports and Exercise. 29(1997): 640-645.

Khanna, G. L., and Manna, I. Study of Physiological Profile of Indian Boxers. Journal of Sports Science and Medicine. 5(2006): 90-98.

Lactate Testing. 2000, June. Available from http://www.brainmac.demon.co.uk. [24 August 2552]

Marcus, S. Physiological Profile of Senior and Junior England International Amateur Boxers. Journal of Sports Science and Medicine. CSSI(July 2006): 74-89.

Maughan, R. J., and Shirreffs, S. M. Biochemistry of Exercise IX. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.

McArdle, W., Katch, F. I., and Kate, V. I. Exercise Physiology, Energy, Nutrition, and Human Performance. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger. 1991.

McArdle, W. D., Katch, F., and Katch, v. Exercise Physiology, Energy, Nutrition, and Human Performance. 6th ed. Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkin. 2007.

McLaughlin, J. E., King, G. A., Howley, E. T., Bassett, D. R. J., and Ainsworth, B. E. Validation of the COSMED K4 b2 Portable Metabolic System. Int J Sports Med. 4, 22(2001): 280–4.

Meir, R., Lowden, B., and Davie, A. Heart Rate and Estimate Energy Expenditure During Recreational Surfing. Aust J Sci Med Sport. 23(1991): 70-4.

Muad, P. J., and Foster, C. Physiological Assessment of Human Fitness. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.

Murase, Y., Kamei, S., and Hoshikawa, T. Heart Rate and Metabolic Responses to Participation in Golf. J Sports Med Phys Fitness. 29(1989): 269-72.

Myers, J., Buchanan, N., Walsh, D., Kraemer, M., McAuley, P., Hamilton-Wessler, M., and Froelicher, V. Comparison of the Ramp Versus Standard Exercise Protocols. J Am Co11 Cardiol. 17(1991): 1334-1342.

Myrna, A. J., Vanusca, D. G., and Oscar, A. S. Correlation Between Direct and Indirect VO2 Measurements in Indoor Soccer Players. Rev Bras Med Esporte. 3, 11(May-June 2005).

Neumann, G. Special performance capacity. The Olympic Book of Sports medicine. 1988, 67-108.

Novas, A. M. P., Rowbottom, D. G., and Jenkins, D. G. A Practical Method of Estimating Energy Expenditure During Tennis Play , Journal of Science and Medicine in Sport 6. 1(2003): 40-50.

Payne, P. R., Wheeler, E. F., and Salvosa, C. B. Prediction of Daily Energy Expenditure from Average Pulse Rate. Am J Clin Nutr. 9(1971): 1164-1170.

Phillips, S. M., Green H. J., Tarnopolsky, M. A., Heigenhauser, G. J., Hill, R. E., and Grant, S. M. Adaptations in Fat and Carbohydrate Turnover and Oxidation Following Training. Medicine and Science in Sports and Exercise. 5, 25(1996): Supplement abstract 6.

Reilly, T., Secher, N., Snell, P., and Williams, C. Physiology of Sports. New York: E & F.N. Spon Press. 1990.

Rose, G. A., & et al. Cardiovascular Survey Methods. 2nd ed. Geneva, WHO. 1982.

Scott, C. B., Littlefield, N.D., Chason, J.D., Bunker, M.P., and Assalin, E.M. Difference in Oxygen Uptake but Equivalent Energy Expenditure Between a Brief Bout of Cycling and Running. Nutrition& Metabolism. 3(2006):1-5.

Secher, N.H. Physiological and Biological Aspects of Rowing. J. Sport. Sci. 15(1993): 24-42.

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.

Smith, M. S. Physiological profile of senior and junior England international amateur boxers. J. Sports Science and Medicine. 2006, 74-89.

Taylor, H. L., Buskirk, E., and Henschel, A. Maximal Oxygen Intake as an Objective Measure of Cardio-respiratory Performance. Journal of Applied Physiology. 8(1955):73-80.

Thoden, J. Testing Aerobic Power. Human Kinetics Books. Illinois, Champaign. 1991.

Toskovic, N.N., Blessing, D., and Williford, H.N. The effect of experience and gender on cardiovascular and metabolic responses with dynamic Tae Kwan Do exercises. J strength Cond Res 2, 16(2002): 278-85.

Wasserman, K., et al. Anaerobic Threshold and Respiratory Gas Exchange During Exercise. Journal of Applied Physiology. 35(May 1983): 236-243.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
(ใบรับรองโครงการวิจัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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. 005/2553

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 129.1/ 52 : การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์ นิสิตระดับมหาบัณฑิต

หน่วยงาน : สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

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

วันที่รับรอง : 8 มกราคม 2553 **วันหมดอายุ** : 7 มกราคม 2554

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 129.1/52
วันที่รับรอง - 8 ม.ค. 2553
วันหมดอายุ - 7 ม.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
(หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย **การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย** (A STUDY OF ENERGY EXPENDITURE DURING COMPETITION OF THAI FEMALE NATIONAL AMATEUR BOXERS)

ชื่อผู้วิจัย นางสาวทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์

ที่อยู่ที่ติดต่อ บ้านเลขที่ 304/1041 ถนน พหลโยธิน 49/1 แขวง ตลาดบางเขน เขต หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

โทรศัพท์ที่บ้าน 02-940-7997 โทรศัพท์มือถือ **089-0316446** E-mail: AEYZAAA33@HOTMAIL.COM

ข้าพเจ้า **ได้รับทราบ**รายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัย**จนเข้าใจเป็นอย่างดี**แล้ว

ข้าพเจ้า**จึงสมัครใจ**เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอม บันทึกพฤติกรรมประจำวัน . โดยทำการบันทึกทุกๆสัปดาห์ หรือทุกวันที่เข้าร่วมการแข่งขัน และทำการทดสอบตามโปรแกรมการทดลองที่กำหนด ก่อนการแข่งขันตามโปรแกรมการแข่งขันที่จัดขึ้น รายละเอียดดังนี้

1. Body Composition 3 ครั้งก่อนลงทำการแข่งขันทั้ง 3 วัน โดยใช้เวลาทดสอบครั้งละ 5 นาที
2. RMR 3 ครั้งก่อนลงทำการ แข่งขันทั้ง 3 วัน ใช้เวลาในการทดสอบ 10 นาที
3. Physical Fitness test 1 ครั้ง ก่อนทำการแข่งขันวันแรก ใช้เวลาทดสอบ 20 นาที
4. VO2MAX 1 ครั้งก่อนทำการแข่งขันวันแรก ใช้เวลาทดสอบครั้งละ 15 นาที
   โดยการทดสอบที่ 3-4 จะทดสอบก่อนการแข่งขัน 1-2 วัน
5. การจัดโปรแกรมการแข่งขันจะจัดทั้งหมด 3 ครั้ง โดยจัดแข่งขันแบบวันเว้นวัน ท่านจะได้รับการวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่เอว ตลอดการแข่งขัน จะมีการบันทึกวีดีโอระหว่างการแข่งขัน

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

เลขที่โครงการวิจัย 159.1/52

วันที่รับรอง - 8 มี.ค. 2553

วันหมดอายุ - 7 มี.ค. 2554

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

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

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

(นางสาวทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์) (.....)

ผู้วิจัยหลัก ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

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

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พยาน

เลขที่โครงการวิจัย 119.1/52

วันที่รับรอง - 8 มิ.ย. 2553

วันหมดอายุ - 7 มิ.ย. 2554

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
(ข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย (A STUDY OF ENERGY EXPENDITURE DURING COMPETITION OF THAI FEMALE NATIONAL AMATEUR BOXERS)

ชื่อผู้วิจัย นางสาวทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์ ตำแหน่ง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา แขนงวิชา สรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย บ้านเลขที่ 304/1041 ม.การเคหะบางบัว ซอย 9 ถนน พหลโยธิน 49/1 แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
โทรศัพท์ที่บ้าน 02 – 9407997 โทรศัพท์มือถือ 089 – 0316446 E-mail: AEYZAAA33@HOTMAIL.COM

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เกี่ยวข้องกับ การวิจัยเพื่อศึกษาถึงการใช้พลังงานที่ใช้ (Energy Expenditure) ตลอดการแข่งขัน ของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย อายุระหว่าง 15 – 26 ปี เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนโปรแกรมฝึกซ้อมให้ถูกต้องและเหมาะสมกับนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาการใช้พลังงานที่ใช้ (Energy Expenditure) ตลอดการแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย และศึกษารูปแบบต่างๆของการชก (Style) ที่มีผลต่อสัดส่วนพลังงานที่ใช้ในการแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมโครงการวิจัยเนื่องจาก ท่านเป็นนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยชุดปัจจุบัน ที่มีอายุตั้งแต่ 15-26 ปี หรือเคยเป็นตัวแทนของทีมชาติไทยเข้าร่วมรายการแข่งขันต่างๆ ซึ่งรับรองโดยสมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ไม่มีปัญหาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ หรือการบาดเจ็บใดๆที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมในงานวิจัย จำนวน 12 คน

หากท่านยินดีเข้าร่วมโครงการวิจัย ท่านจะได้รับการทดสอบตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ก่อนที่จะมีการจัดการแข่งขันแบบจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงให้กับท่าน ซึ่งจะทดสอบ ก่อนการแข่งขัน 1-2 วัน สิ่งที่ท่านจะได้รับการทดสอบคือ

1. Body Composition 3 ครั้งก่อนลงทำการแข่งขันทั้ง 3 วัน โดยใช้เวลาทดสอบครั้งละ 5 นาที
2. RMR 3 ครั้งก่อนลงทำการ แข่งขันทั้ง 3 วัน ใช้เวลาในการทดสอบ 10 นาที
3. Physical Fitness test 1 ครั้ง ก่อนทำการแข่งขันวันแรก ใช้เวลาทดสอบ 20 นาที
4. VO2MAX 1 ครั้งก่อนทำการแข่งขันวันแรก ใช้เวลาทดสอบครั้งละ 15 นาที

เลขที่โครงการวิจัย 184.1/51
วันที่รับรอง - 8 มี.ค. 2553
วันหมดอายุ - 7 มี.ค. 2554

ในวันที่ทำการแข่งขัน ผู้วิจัยจะขอติดเครื่องมือเพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะแข่งขัน ซึ่งผู้วิจัยจะสาธิตวิธีใช้ให้กับท่านก่อนการแข่งขัน เครื่องมือดังกล่าวจะคาดไว้ที่รอบเอว บันทึกการเต้นของหัวใจทุก 5 วินาที ตลอดการแข่งขัน ทุกครั้ง

ระหว่างการแข่งขันจะมีการบันทึกวีดีโอเพื่อนำไปวิเคราะห์ในการวิจัย โดยจะมีผู้เชี่ยวชาญวิจารณ์ลักษณะรูปแบบการชก และเมื่อมีข้อบกพร่อง ผู้วิจัยจะแจ้งให้ทราบเป็นรายบุคคลเพื่อที่ท่านจะได้นำไปพัฒนาสมรรถภาพต่อไป และผู้วิจัยจะทำลายเทปทิ้งหลังเสร็จสิ้นการวิจัย

ระหว่างการวิจัย ท่านอาจได้รับความเจ็บปวดที่เกิดจากการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเล็กน้อย เมื่อทำการทดสอบกับเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ VO2MAX และ Physical Fitness test หากท่านได้รับบาดเจ็บระหว่างการวิจัย ผู้วิจัยจะทำการช่วยเหลือในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น หากอาการท่านยังไม่ดีขึ้น จะนำส่งโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุดทันที และผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบให้ได้รับการดูแลอย่างหมาะสม

ประโยชน์ที่ท่านจะได้รับหากท่านเข้าร่วมโครงการวิจัย คือ ท่านจะได้ทราบถึงสมรรถภาพสูงสุดของท่าน เพื่อการวางแผนโปรแกรมการฝึกซ้อมและโปรแกรมโภชนาการที่เหมาะสมสำหรับท่าน

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

การเข้าร่วมเป็นกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็น โดย**สมัครใจ** และสามารถ**ปฏิเสธ**ที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

ผู้วิจัยจะมอบของระลึกที่มีราคา 700 บาท หลังจากท่านได้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 3 ครั้ง

หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าว สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบันชุดที่ 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

เลขที่โครงการวิจัย 119.1/52
วันที่รับรอง - 8 มี.ค. 2553
วันหมดอายุ - 7 มี.ค. 2554

ตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. **การวัดองค์ประกอบของร่างกาย** จะทำการวัดองค์ประกอบของร่างกายด้วยเครื่อง Bioelectrical Impedance Analyzer ยี่ห้อ Maltron

2. **การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยวิธีทางอ้อม** ใช้วิธีการทดสอบแบบ Ramp Treadmill Protocol ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังต่อไปนี้

ก่อนการทดสอบให้ผู้เข้ารับการทดลองเดินอบอุ่นร่างกายบนลู่วิ่งด้วยความเร็วและความชันที่เหมาะสมกับตนเอง คือ รู้สึกว่าไม่เบาและหนักจนเกินไป โดยความเร็วอยู่ในช่วง 3-6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความชันอยู่ในช่วง 0-5 % เดินไปเรื่อยๆ จนครบ 10 นาที เมื่อสิ้นสุดการอบอุ่นร่างกายให้เพิ่มความชันจากเดิมอีก 2 % โดยไม่เพิ่มความเร็วเป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเพิ่มความชันอีก 2 % โดยไม่เพิ่มความเร็วเช่นเดิม ทำไปเช่นนี้เรื่อยๆจนถึงจุด VO2max หรือผู้ถูกทดสอบไม่สามารถทำต่อไปได้อีก การทดสอบมีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที หรือผู้ทดสอบมีค่าตามเกณฑ์ 2 ใน 3 ข้อดังต่อไปนี้ ได้แก่

- RER มากกว่า 1.0
- ผู้เข้ารับการทดลองไม่สามารถทำต่อไปได้
- Establishment of a flat on the oxygen intake curve in relation to the load

ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องทางสรีรวิทยาที่ได้จากการบันทึกด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สทุกๆ 5 วินาที ได้แก่ HR, VO2, VCO2, VO2max, VE, RER

เลขที่โครงการวิจัย 129.1/52
วันที่รับรอง - 8 ส.ค. 2553
วันหมดอายุ - 7 ส.ค. 2554

3. การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ การวัดอัตราการเต้นหัวใจในขณะแข่งขัน โดยใช้เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบโพลาร์ทีม 2 (Polar Team System 2) และใส่ให้กับนักกีฬาแต่ละตำแหน่ง โดยจะคาดเครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบโพลาร์ทีมไว้รอบอก และในขณะแข่งขัน เครื่องจะบันทึกอัตราการเต้นหัวใจและเวลาทุกๆ 5 วินาทีโดยจะต้องทำการวัดตั้งแต่เริ่มต้นตลอดจนสิ้นสุดการแข่งขันในแต่ละแมทช์

เลขที่โครงการวิจัย 119.1/51
วันที่รับรอง - 8 มิ.ย. 2553
วันหมดอายุ - 7 มิ.ย. 2554

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
(จดหมายประสานงานในการจัดจำลองการแข่งขัน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๖๖๒

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ เขตปทุมวัน
กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๓๐

๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓

เรื่อง ขออนุญาตนำนักกีฬาวอลเลย์บอลสมัครเล่นทีมชาติไทย (หญิง) มาทดสอบสมรรถภาพทางกาย และทำการแข่งขันแบบจำลองสถานการณ์ ในงานวิจัย

เรียน นายกสมาคมวอลเลย์บอลสมัครเล่นแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. รายชื่อนักกีฬา

ด้วย นางสาวทิพย์ชาอร เหลืองบริบูรณ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬาวอลเลย์บอลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงผ่านไปได้ด้วยดี ในการนี้ จึงใคร่ขออนุญาตให้นักกีฬาวอลเลย์บอลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย อายุระหว่าง ๑๕ - ๒๖ ปี จำนวน ๙ คน มาทดสอบสมรรถภาพทางกาย ในวันที่ ๑๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓ และทำการแข่งขันแบบจำลองสถานการณ์ ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก เป็นระยะเวลา ๑ สัปดาห์ ระหว่างวันที่ ๑๕ - ๒๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓ โดยทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตให้นักกีฬาวอลเลย์บอลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยมาทดสอบในงานวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
คณบดี

หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา
ฝ่ายวิชาการและวิจัย
โทร. ๐๒ – ๒๑๙ – ๑๐๔๐
โทรสาร ๐๒ – ๒๑๙ – ๑๐๔๐

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๒๒๓

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ เขตปทุมวัน
กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๓๐

๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓

เรื่อง ขออนุญาตบุคลากรในหน่วยงานของท่านกรรมการตัดสินกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง

เรียน อธิบดีกรมราชทัณฑ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงร่างวิทยานิพนธ์

ด้วย นางสาวทิพย์ธาร เหลืองบริบูรณ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาพิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเป็นอย่างยิ่ง ในการนี้ จึงใคร่ขออนุญาตให้บุคลากรในหน่วยงานของท่านมาเป็นกรรมการตัดสินประลองการแข่งขันกีฬามวยสากลสมัครเล่นแบบจำลองสถานการณ์ ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก เป็นระยะเวลา ๑ สัปดาห์ ระหว่างวันที่ ๑๕ - ๒๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓ โดยได้ทำการประสานรายละเอียดกับอาจารย์บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์ เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตให้บุคลากรในหน่วยงานของท่านมาเป็นกรรมการตัดสินกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
คณบดี

หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา
ฝ่ายวิชาการและวิจัย
โทร. ๐๒ – ๒๑๘ – ๑๐๕๐
โทรสาร ๐๒ – ๒๑๘ – ๑๐๕๐

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๙/๐๐๒๓๘

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ เขตปทุมวัน
กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๓๐

๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์สถานที่พักแก่นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง เพื่อทำการวิจัย

เรียน คณบดีคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. รายชื่อนักกีฬา

ด้วย นางสาวทิพย์ชาอร เหลืองบริบูรณ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชรากรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงผ่านไปได้ด้วยดี ในการนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ที่พักสำหรับนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง จำนวน ๑๒ คน ที่จะเข้ารับการทดสอบสมรรถภาพทางกายและทำการแข่งขันแบบจำลองสถานการณ์ ในงานวิจัยดังกล่าว ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก เป็นระยะเวลา ๑ สัปดาห์ ระหว่างวันที่ ๑๔ - ๒๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓ โดยทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตให้นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยมาทดสอบในงานวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
คณบดี

หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา
ฝ่ายวิชาการและวิจัย
โทร. ๐๒ – ๒๑๘ – ๑๐๔๐
โทรสาร ๐๒ – ๒๑๘ – ๑๐๔๐

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๒๕๐

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ เขตปทุมวัน
กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๓๐

๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓

เรื่อง ขออนุญาตบุคลากรในหน่วยงานของท่านเป็นที่ปรึกษาในระหว่างการทำการวิจัย

เรียน คณบดีคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงร่างวิทยานิพนธ์

ด้วย นางสาวทิพย์ธาร เหลืองบริบูรณ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาพิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง ในการนี้ จึงใคร่ขออนุญาตให้ อาจารย์ ดร.ถนอมศักดิ์ เสนาคำ และ อาจารย์ศิริเชษฐ์ พูลทิพายานนท์ มาเป็นที่ปรึกษาในระหว่างทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยเรื่องดังกล่าว ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก เป็นระยะเวลา ๑ สัปดาห์ ระหว่างวันที่ ๑๕ - ๒๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓ โดยทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตให้บุคลากรในหน่วยงานของท่านมาเป็นที่ปรึกษาในงานวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
คณบดี

หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา
ฝ่ายวิชาการและวิจัย
โทร. ๐๒ – ๒๑๘ – ๑๐๔๐
โทรสาร ๐๒ – ๒๑๘ – ๑๐๔๐

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๒๓๙

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ เขตปทุมวัน
กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๓๐

๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการกีฬาและการออกกำลังกาย เพื่อทำการวิจัย

เรียน คณบดีคณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. รายชื่อนักกีฬา

ด้วย นางสาวทิพย์ธาร เหลืองบริบูรณ์ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๒ แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการใช้พลังงานในขณะแข่งขันของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงผ่านไปได้ด้วยดี ในการนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการกีฬาและการออกกำลังกาย เพื่อทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายแก่นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก เป็นระยะเวลา ๑ สัปดาห์ ระหว่างวันที่ ๑๔ - ๒๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๓ โดยทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตให้นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทยมาทดสอบในงานวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
คณบดี

หน่วยหลักสูตรการสอนระดับบัณฑิตศึกษา
ฝ่ายวิชาการและวิจัย
โทร. ๐๒ – ๒๑๘ – ๑๐๔๐
โทรสาร ๐๒ – ๒๑๘ – ๑๐๔๐

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ
(รายชื่อผู้ฝึกสอนนักกีฬามวยหญิงทีมชาติไทย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

ขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้แด่ ท่านพลเอก ทวีป จันทรโรจน์ นายกสมาคมมวยสากลสมัครเล่นแห่งประเทศไทย ฯ และ คุณหญิงภูสิตา จันทรโรจน์ ผู้จัดการทีมหญิง ที่ได้ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี โดยส่งผู้ฝึกสอนและนักกีฬาทีมหญิงทั้งหมดเข้าร่วมในการวิจัยเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ และขอขอบคุณผู้ฝึกสอนทั้ง 3 ท่านที่ให้ความรู้ ความร่วมมือในการสนทนา และคำปรึกษาเกี่ยวกับกีฬามวยสากลสมัครเล่น ทำให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งมีรายนามดังต่อไปนี้

1. นาวาอากาศตรี ทรงศักดิ์ แก่นท้าว
2. จ่าเอก สุบรรณ พันโนน
3. สิบเอก โกศล พรหมหอม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ
(รายชื่อคณะกรรมการผู้ตัดสิน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการตัดสินที่ได้รับการรับรองจากสหพันธ์มวยสากลสมัครเล่นนานาชาติ (AIBA) มีทั้งหมด 6 ท่าน มีรายนามดังต่อไปนี้

1. อาจารย์ บวร บุญยงค์
2. อาจารย์ ประสิทธิ์ สุวรรณประทีป
3. อาจารย์ ชาลี กุณฑาลี
4. อาจารย์ ชาติชาย บุญฉ่ำ
5. อาจารย์ อิทธิพล เชื้อดก
6. อาจารย์ สมคิด ไตรประวัติ

โดย คณะกรรมการทั้ง 6 ท่าน จะสลับกันทำหน้าที่ในแต่ละแมทช์ ดังต่อไปนี้

2.1 ผู้ตัดสินบนเวที
2.2 คณะกรรมการให้คะแนนท่านที่ 1
2.3 คณะกรรมการให้คะแนนท่านที่ 2
2.4 คณะกรรมการให้คะแนนท่านที่ 3
2.5 คณะกรรมการให้คะแนนท่านที่ 4
2.6 คณะกรรมการให้คะแนนท่านที่ 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช
(สถานที่ทำการวิจัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่จัดจำลองโปรแกรมการแข่งขัน

อาคารสถานที่ที่ใช้ในการจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขันและสถานที่พักของผู้ฝึกสอนและนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย ได้แก่ อาคารกีฬา 3 ศูนย์กีฬาฯ คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตองค์รักษ์

สถานที่เก็บข้อมูลพื้นฐานทางด้านสรีรวิทยา

อาคารสถานที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลพื้นฐานทางด้านสรีรวิทยา เช่น สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นต้น ได้แก่ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การกีฬาทั้ง 2 ห้อง อาคารกีฬา 2 คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตองค์รักษ์

รูปถ่าย

ห้องปฏิบัติการ

ศูนย์กีฬา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช
(เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย</u> เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบของการชกร่วมกับการสนทนากลุ่มที่จัดขึ้น หลังจากบันทึกภาพวีดิโอการจัดจำลองการแข่งขันในแต่ละวันเรียบร้อยแล้ว

ตัวอย่างแบบสอบถามงานวิจัย
เรื่อง การศึกษาปัจจัยทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาที่นำมาใช้
เพื่อความเป็นเลิศของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง

โปรดกรอกข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อ.....นามสกุล.....
   ☐ นักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง รุ่น ..... กิโลกรัม ทีมชาติชุด .....
   ☐ ผู้ฝึกสอนประจำทีม
2. ประสบการณ์ทำงานด้านกีฬามวยสากลสมัครเล่น .....ปี

คำจำกัดความของงานวิจัย

วิทยาศาสตร์การกีฬาหมายถึง การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการประเมินความสามารถพิเศษของนักกีฬาในระดับนานาชาติมี 6 สาขา ได้แก่

1. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย / การกีฬา หมายถึง การศึกษาที่ว่าด้วยการทำงานของมนุษย์ ได้แก่ การทำงานและการเปลี่ยนแปลงระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนโลหิต เป็นต้น การปรับตัวทางสรีรวิทยาของนักกีฬาในสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน
2. ชีวกลศาสตร์การกีฬา หมายถึง การศึกษาที่ว่าด้วยการเคลื่อนไหวของมนุษย์ การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในการเล่นอย่างมีประสิทธิภาพ
3. เวชศาสตร์การกีฬา หมายถึง การศึกษาที่ว่าด้วยการแพทย์เกี่ยวกับการออกกำลังกาย การเล่นกีฬา การป้องกันการบาดเจ็บ การรักษา และการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายโดยอาศัยหลักการแพทย์
4. จิตวิทยาการกีฬา หมายถึง การศึกษาที่ว่าด้วยการใช้จิตวิทยาเพื่อพัฒนารความสามารถของนักกีฬาในการฝึกซ้อมและการแข่งขัน
5. โภชนาการกีฬา หมายถึง การศึกษาที่ว่าด้วยการจัดการอาหารสำหรับนักกีฬา ให้เหมาะสมกับชนิดกีฬา และประเภททั้งในสภาวะปกติ ขณะฝึกซ้อม แข่งขัน และหลังฝึกซ้อม ในกีฬาที่ควบคุมน้ำหนักเป็นเกณฑ์

6. วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีทางการกีฬา หมายถึง การศึกษษที่ว่าด้วยการใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาอุปกรณ์ เครื่องมือ สนามกีฬา ตลอดจนอุปกรณ์ส่งเสริมศักยภาพนักกีฬา

โปรดตอบคำถามข้างล่าง ดังต่อไปนี้

1. **นักกีฬาเคยนำวิทยาศาสตร์การกีฬาด้านต่าง ๆ มาใช้กับตนเองบ้างหรือไม่ โปรดระบุว่านำมาใช้อย่างไรบ้าง**

   ☐ สม่ำเสมอ ☐ เป็นบางครั้ง ☐ ไม่เคยเลย

   โปรด

ระบุ.....

.....

.....

.....

2. **ผู้ฝึกสอนเคยนำวิทยาศาสตร์การกีฬาด้านต่าง ๆ มาใช้กับนักกีฬาบ้างหรือไม่ โปรดระบุว่านำมาใช้อย่างไรบ้าง**

   ☐ สม่ำเสมอ ☐ เป็นบางครั้ง ☐ ไม่เคยเลย

   โปรด

ระบุ.....

.....

.....

.....

3. **นักวิทยาศาสตร์การกีฬาเคยนำวิทยาศาสตร์การกีฬาด้านต่าง ๆ มาใช้จริง หรือแนะนำให้ใช้กับนักกีฬาบ้างหรือไม่ โปรดระบุว่า ใครเป็นผู้นำมาให้ทำ นำมาใช้อย่างไรบ้าง เช่น การจัดโปแรแกรมอาหาร วัดการทำสมาธิ วัดชีพจร หรือดูค่าความล้าของกล้ามเนื้อ** (Fatigue or Overtraining) **เป็นต้น**

   ☐ สม่ำเสมอ ☐ เป็นบางครั้ง ☐ ไม่เคยเลย

   โปรด

ระบุ.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

.....

.....

4. **ประสบการณ์ในการคัดเลือกตัวนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิง พิจารณาอะไรบ้าง ดังต่อไปนี้ สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อขึ้นไป**

☐ มีการคัดเลือกจากอายุ

☐ มีการคัดเลือกจากโครงสร้างรูปร่างและสัดส่วนของร่างกาย

☐ มีการคัดเลือกโดยการประเมินจากสมรรถภาพร่างกาย

☐ มีการคัดเลือกโดยการสนับสนุนจากครอบครัว และฐานะของครอบครัว

☐ มีการคัดเลือกโดยการประเมินทางสถิติการฝึกซ้อม และการแข่งขัน

☐ มีการคัดเลือกโดยการประเมินจากผลงานการแข่งขัน

☐ สมาคมมีการจัดแข่งขันเพื่อคัดเลือกนักกีฬา และแข่งขันชิงแชมป์ประเทศไทย

☐ นักกีฬาศึกษาในระบบการศึกษาที่เอื้อต่อการพัฒนากีฬา เช่น โรงเรียนกีฬา โครงการดาวรุ่ง Sport Heroes ฯลฯ

☐ มีการคัดเลือกโดยประเมินจากทักษะทางด้านกีฬามวย เช่น พื้นฐานกีฬาดี รูปแบบการชกหมัดหนัก ฯลฯ

5. **นักกีฬาทราบถึงรูปแบบการชกของตนเองหรือไม่ โปรดระบุว่าทราบจากใคร หรือทราบได้อย่างไร หากไม่ทราบ สามารถประมาณได้ หรือไม่ว่าตนเองเป็นแบบใด**

☐ ทราบ ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่ทราบ

โปรดระบุ

- ทราบจากตัวนักกีฬาเอง
  - ☐ รูปแบบการชกแบบรุก (Fighter)
  - ☐ รูปแบบการชกแบบรับ (Boxer)
  - ☐ รูปแบบการชกแบบทั้งรุก และรับ (Combination)
- ทราบจากโค้ช .....
  - ☐ รูปแบบการชกแบบรุก (Fighter)
  - ☐ รูปแบบการชกแบบรับ (Boxer)
  - ☐ รูปแบบการชกแบบทั้งรุก และรับ (Combination)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ทราบจากเพื่อนร่วมทีม.....
  - ☐ รูปแบบการชกแบบรุก (Fighter)
  - ☐ รูปแบบการชกแบบรับ (Boxer)
  - ☐ รูปแบบการชกแบบทั้งรุก และรับ (Combination)
- ทราบจากการวิจารณ์ของนักข่าว.....
  - ☐ รูปแบบการชกแบบรุก (Fighter)
  - ☐ รูปแบบการชกแบบรับ (Boxer)
  - ☐ รูปแบบการชกแบบทั้งรุก และรับ (Combination)

คำตอบของท่านมีค่าอย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูล และประมวลเป็นภาพรวมเพื่อเป็นองค์ความรู้ และเป็นประโยชน์ต่อกีฬามวยสากลสมัครเล่นของประเทศไทยต่อไป และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับการเสียสละเวลาที่มีคุณค่ายิ่ง และความร่วมมือของท่านในครั้งนี้

ผู้วิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการแข่งขัน

1. นวมที่ใช้ในการแข่งขัน (Authorized gloves)

นวมต้องมีน้ำหนัก 10 ออนซ์ (284 กรัม) ส่วนที่เป็นหนังต้องหนักไม่เกินครึ่งหนึ่งของน้ำหนักนวมทั้งหมดและไส้นวมต้องไม่ถูกทำให้เคลื่อนไป จากความเป็นจริงหรือแตกจากกัน สำหรับการแข่งขันนานาชาติใด ๆ ที่ A.I.B.A ให้การรับรอง นักมวยต้องสวมนวมชนิด Velcro เท่านั้น ให้ใช้นวมที่สะอาด และใช้การได้เท่านั้น

ตัวอย่างนวมที่ใช้ในการจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขัน

2. เครื่องป้องกันศีรษะ (Head guards)

เครื่องป้องกันศีรษะเป็นอุปกรณ์ส่วนตัวของนักมวยซึ่งมีความกระชับกับศีรษะของนักมวย การแข่งขันใด ๆ ที่ A.I.B.A ให้การรับรอง นักมวยต้องสวมเครื่องป้องกันศีรษะสีแดง และน้ำเงินตามมุมของเขา ผู้แข่งขันต้องสวมเครื่องป้องกันศีรษะชนิดที่เป็นไปตามรูปแบบรายละเอียดที่ A.I.B.A กำหนด นักมวยต้องเข้ามาในสังเวียนในสภาพที่สวมเครื่องป้องกันศีรษะแล้ว นักมวยต้องถอดเครื่องป้องกันศีรษะออกทันทีที่การแข่งขันสิ้นสุด และก่อนที่จะมีการประกาศผลการแข่งขัน

ตัวอย่างเครื่องป้องกันศีรษะที่ใช้ในการจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขัน

3. อุปกรณ์และระบบตัดสินคะแนนมวยสากลสมัครเล่น

เครื่องตัดสินคะแนนมวยสากลสมัครเล่นจะมีทั้งหมด 4 ปุ่ม คือ ปุ่มน้ำเงินกดให้คะแนนมุมน้ำเงิน ปุ่มแดงกดให้คะแนนมุมแดง และปุ่มสีเขียวในแต่ละข้างคือ Warning ของแต่ละข้าง โดยตัวเครื่องต่อเข้าคอมพิวเตอร์หลัก

4. สังเวียน (The ring)

สังเวียนเล็กต้องมีขนาด 4.90 x 4.90 ม. (16 ฟุต x 16 ฟุต) และสังเวียนขนาดใหญ่ต้องมีขนาด 6.10 x 6.10 ม. (20 ฟุต x 20 ฟุต) ซึ่งวัดภายในของเชือกการแข่งขันเพื่อความชนะเลิศระหว่างประเทศต้องใช้สังเวียนขนาด 6.10 x 6.10 ม. พื้นสังเวียนต้องสูงจากพื้นดินหรือฐานไม่น้อยกว่า 91 ซ.ม. (3 ฟุต) หรือมากกว่า 1.22 ม. (4 ฟุต)

มาตรฐานอุปกรณ์สำหรับการแข่งขัน

อุปกรณ์ทุกชิ้นที่ใช้ในการแข่งขันได้รับการยอมรับตามมาตรฐานของ A.I.B.A.

ภาคผนวก ฌ
(การจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขัน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขัน

ได้มีการจัดจำลองโปรแกรมการแข่งขันให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด ดังนี้

1. จำนวนวันที่ใช้ในการแข่งขัน

ผู้วิจัยได้จัดจำลองการแข่งขันทั้งหมด 3 วัน โดยใช้ระบบแข่ง 1 วัน พัก 1 วัน เพื่อให้คล้ายการแข่งขันจริงมากที่สุด โดยเมื่อเทียบกับการจัดการแข่งขันจริงซึ่งการชกจะมีทั้งสิ้น 3 – 5 ครั้ง โดยอาจจะแข่งติดกัน หรือแข่งแบบวันเว้นวัน ขึ้นอยู่กับจำนวนนักกีฬาที่ลงแข่งขันในรายการที่จัดการแข่งขันขึ้น

2. กฎกติการการแข่งขัน

การจำแนกรุ่น (Weight classification) สามารถจำแนกรุ่นของการแข่งขันนานาชาติ โดยผู้วิจัยขอจำแนกถึงเพียงแค่รุ่น 60 กิโลกรัม เนื่องจากเป็นรุ่นน้ำหนักที่มากที่สุดของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นหญิงทีมชาติไทย ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. รุ่นฟินเวท ชาย - - กก. หญิง - 46 กก.
2. รุ่นไลท์ฟลายเวท ชาย - 48 กก. หญิง 46 - 48 กก.
3. รุ่นฟลายเวท ชาย 48 - 51 กก. หญิง 48 - 50 กก.
4. รุ่นไลท์แบนตั้มเวท ชาย - - หญิง 50 - 52 กก.
5. รุ่นแบนตั้มเวท ชาย 51 - 54 กก. หญิง 52 -54 กก.
6. รุ่นเฟเธอร์เวท ชาย 54 - 57 กก. หญิง 54 - 57 กก.
7. รุ่นไลท์เวท ชาย 57 - 60 กก. หญิง 57 - 60 กก.
8. รุ่นไลท์เวลเตอร์เวท ชาย 60 - 64 กก. หญิง 60 - 63 กก.

หมายเหตุ การชั่งน้ำหนักตัวในมวยสากลสมัครเล่นใช้ชั่งใน " ระบบเมตริก " เท่านั้น

3. จำนวนยก (Rounds)

การแข่งขัน ให้มีการแข่งขัน 4 ยก ยกละ 2 นาที (กติกาข้อนี้ให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2542 เป็นต้นไป) การหยุดการแข่งขันเพื่อตำหนิโทษ เตือน จัดเครื่องแต่งกาย หรืออุปกรณ์ของนักมวยให้เรียบร้อยหรือด้วยเหตุอื่น ๆ ไม่นับรวมใน 2 นาที ดังกล่าว การพักระหว่างยกต้องให้ได้ 1 นาทีเต็ม ไม่อนุญาตให้มีการเพิ่มจำนวนยก

4. กฎและกติกาสำหรับการจัดการจำลองการแข่งขัน

ทำการแข่งขัน 4 ยก ยกละ 2 นาที พักระหว่างยกใช้เวลา 1 นาที จัดการแข่งขันทั้งหมด 3 วัน วันเว้น 1 วัน

ภาคผนวก ญ
(รูปแบบของการชก)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบของการชก (Style)

รูปแบบของการชก (Style) โดยปกติรูปแบบการชกของนักกีฬามวยสากลนั้น จะพัฒนามาจากทักษะขั้นพื้นฐานในการชก และพัฒนาทักษะให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ เช่น การชกหมัดชุด การชกวงใน หรือ การหลอกล่อ เป็นต้น จนกลายมาเป็นรูปแบบเฉพาะเจาะจงของแต่ละบุคคล แต่สามารถแบ่งรูปแบบการชกออกเป็นหลัก ๆ ได้ 3 รูปแบบตามการสังเกตุพฤติกรรมของนักกีฬา โดยการพิจารณาสามารถเก็บข้อมูลจากการสังเกตุได้จากการจัดการแข่งขันซึ่งถือเป็น Pilot Test และการจัดการจำลองการแข่งขัน ดังต่อไปนี้

1. กีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 24 จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ระหว่างวันที่ 5 – 19 ธันวาคม พ.ศ. 2550
2. กีฬาพรีซีเกมส์ ครั้งที่ 25 เมืองเวียงจันทร์ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนลาว ระหว่างวันที่ 17 – 23 ตุลาคม พ.ศ.2552
3. กีฬาเอเชียนอินดอร์เกมส์ ครั้งที่ 3 ประเทศเวียดนาม ระหว่างวันที่ 26 ตุลาคม – 6 พฤศจิกายน พ.ศ.2552
4. กีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 25 เมืองเวียงจันทร์ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนลาว ระหว่างวันที่ 9 – 18 ธันวาคม พ.ศ.2552

ได้แก่

1. การเดินต่อย หรือรุก (Fighter) เป็นรูปแบบการชกที่นักกีฬาจะเดินหน้าบุกเข้าหาคู่ต่อสู้ก่อนตั้งแต่ยกแรกเป็นส่วนใหญ่ เป็นลักษณะของคนที่ชอบบู๊ ซึ่งจะเดินเข้าไปหาคู่ต่อสู้เพื่อออกหมัดเพื่อทำคะแนนก่อนคู่ต่อสู้
2. การตั้งรับ (Boxer) เป็นรูปแบบการชกที่นักกีฬาจะมีการตั้งรับคอยคู่ต่อสู้ที่จะเดินเข้ามาหาถอยหลบหลีกคู่ต่อสู้ และหาจังหวะในการออกหมัดกลับเพื่อทำคะแนนบ้าง
3. การผสมผสาน (Combination) เป็นการผสมผสานรูปแบบการชกทั้ง 2 แบบ ได้แก่ การเดินต่อย และการตั้งรับ ซึ่งขึ้นกับคู่ต่อสู้ของนักกีฬาที่เข้าทำการแข่งขัน

ซึ่งนักกีฬาแต่ละคนจะมีความถนัดคนละรูปแบบกัน แต่ก็สามารถชกได้ทั้ง 3 รูปแบบ เพราะมีทักษะการชกจากการฝึกซ้อมเป็นพื้นฐาน แต่ถ้านักกีฬาถนัดรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ก็จะจัดโปรแกรมการฝึกที่เน้นรูปแบบนั้น ซึ่งนักกีฬามวยสากลสมัครเล่นของประเทศไทยจะเป็นรูปแบบการตั้งรับมากกว่ารูปแบบอื่น ๆ แต่ส่วนมากจะขึ้นอยู่กับคู่ต่อสู้ในแต่ละแมทช์ที่เข้าร่วมทำการแข่งขันกับนักกีฬามากกว่าความถนัดของนักกีฬาแต่ละคน

ภาคผนวก ฏ
(ข้อมูลนักกีฬา)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

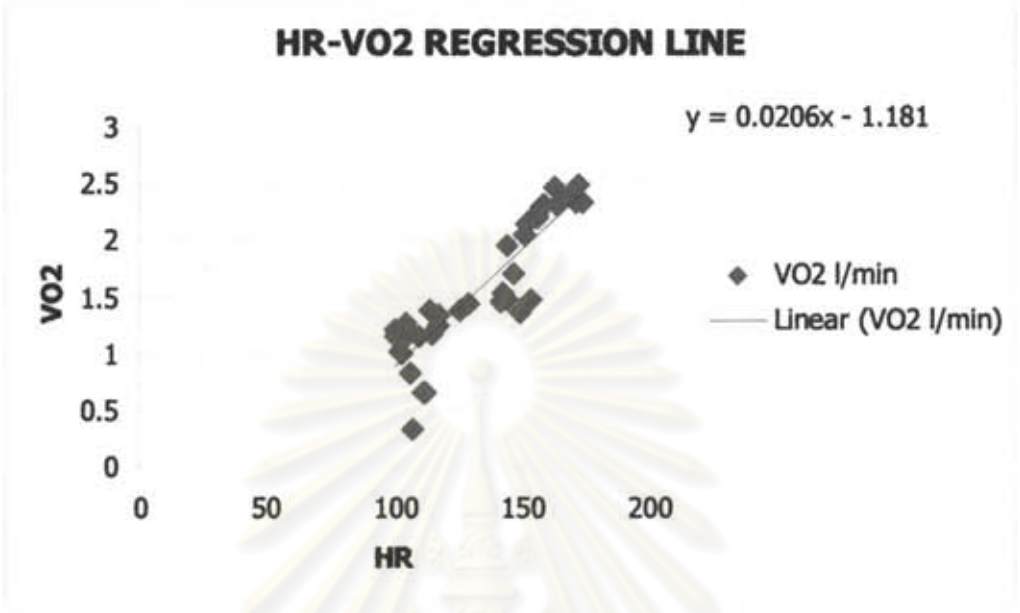
ข้อมูลนักกีฬา

1. นักกีฬาทีมชาติชุด A รุ่นน้ำหนัก 48 กิโลกรัม

ลักษณะการชก	รูปแบบรับ (Boxer) และรูปแบบผสมผสาน (combination)
ประสบการณ์	9 ปี
ชื่อเรียกกลุ่มตัวอย่าง	A-48
อายุ	21 ปี
น้ำหนัก	53 กิโลกรัม
ส่วนสูง	159 เซ็นติเมตร
BMI	20.9
% FAT	16.92
Glycogen	400 กรัม
BCM	23.94 กิโลกรัม
RMR	1406 กิโลแคลอรี
Heart Rate (ขณะพัก)	60 ครั้งต่อนาที
Heart Rate (สูงสุด)	199 ครั้งต่อนาที
Right Hand-Grip	30.8 กิโลกรัม
Left Hand-Grip	27.25 กิโลกรัม
Sit and Reach	10.4 เซ็นติเมตร
Leg Strength	197 กิโลกรัม
Co-Ordination (3 Times)	0.46 – 0.47 – 0.45 วินาที
VO_2	2559 มิลลิลิตรต่อนาที
VO_{2max}	48.29 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
Hr max at VO_{2max}	172 ครั้งต่อนาที
RER	1.09
AT(LT)	145 ครั้งต่อนาที
AnT(RC)	163 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HR-VO_2 Regression Line



r = 0.900194

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	BOX_FM09	Test number:	69	Barometric press. (mmHg):	759
Sex:	F	Test date:	20/2/2010	Temperature (degrees C):	23
Age:	21	Test time:	07:03	STPD:	0.824
Height (cm):	158.0	N. of steps:	65	BTPS insp:	1.095
Weight (Kg):	53.0	Duration (hh.mm:ss):	00:16:15	BTPS exp:	1.019
HR max (bpm):	199	BSA (m^2):	1.5	BMI (Kg/m^2):	21.2

Test Information

Test Duration: 00:16:15 ***Exercise duration:*** 00:09:45
Ergometer: HP Cosmos CosCom 1.3 ***Protocol:***
Test type: ***Reason for Test:***
Physician: ***Technician:***
Reasons for Stopping Test:
Subject's Response:

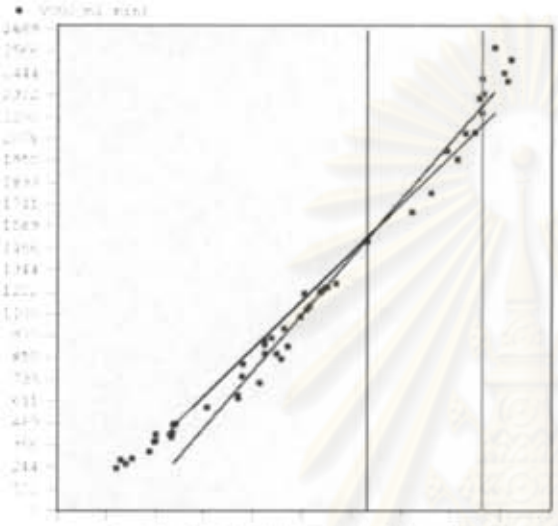
Pre-exercise Spirometry				Meas.	Pred	%Pred
FVC (l)				---	3.56	---
FEV1 (l)				---	3.11	---
MVV (l/min)				---	113	---
IC (l)				---	---	---
Exercise Testing	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
t (hh:mm:ss)	---	00:09:30	00:11:15	00:13:00	---	---
Speed (Kmh*10)	---	55	55	68	137	49
Grade (%)	---	14	14	16	---	---
N/A (---)	---	---	---	---	---	---
Metabolic Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VO2 (ml/min)	---	1700	2321	2477	2006	123
VO2/Kg (ml/min/Kg)	---	32.08	43.80	46.74	37.84	123
METS (---)	---	9.1	12.5	13.3	10.8	123
R (---)	---	0.88	0.95	1.08	---	---
REE (kcal/day)	---	---	---	---	1356.0	---
Ventilatory Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VE (l/min)	---	50.1	63.3	72.6	124.6	58
BR (%)	---	59	49	41	30.00	136
VT (l)	---	1.482	1.856	1.869	1.61	116
Rf (b/min)	---	33.7	34.1	38.8	50.0	77
Vt/FVC (---)	---	---	---	---	0.55	---
VD/VT (---)	---	0.18	0.18	0.19	---	---
Cardiovascular Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
HR (bpm)	---	147	159	172	199	86
HRR (%)	---	26	20	13	15	86
VO2/HR (ml/bpm)	---	11.5	14.6	14.4	10.0	143
Qt (l/min)	---	---	---	---	---	---
SV (ml/beat)	---	---	---	---	---	---
VO2@LT (ml/min)	---	1700	2321	2477	---	84
HR Recov (bpm)	---	---	---	26	12	216
P Syst (mmHg)	---	---	---	---	---	---
P Diast (mmHg)	---	---	---	---	---	---
Gas Exchange	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
PetCO2 (mmHg)	---	35	40	40	---	---
PetO2 (mmHg)	---	110	107	110	---	---
VE/VO2 (---)	---	28	26	28	---	---
VE/VCO2 (---)	---	31	27	27	---	---
SpO2 (%)	---	---	---	---	---	---

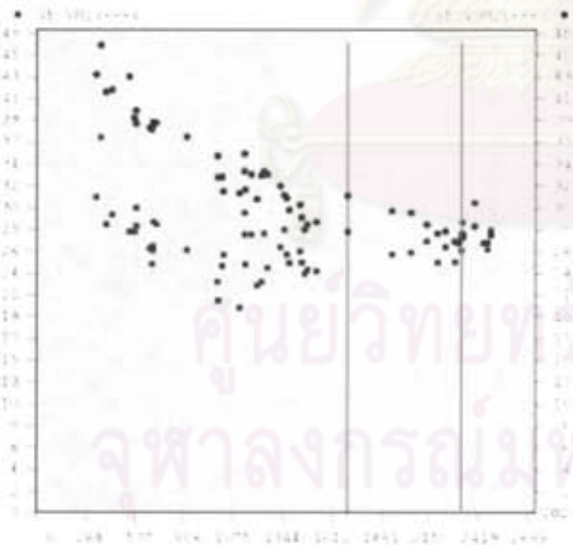
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	**BOX_FM09**	*Test number:*	**65**	*Barometric press. (mmHg):*	**759**
Sex:	**F**	*Test date:*	**20/2/2010**	*Temperature (degrees C):*	**23**
Age:	**21**	*Test time:*	**07:03**	*STPD:*	**0.924**
Height (cm):	**158.0**	*N. of steps:*	**65**	*BTPS insp:*	**1.095**
Weight (Kg):	**53.0**	*Duration (hh:mm:ss):*	**00:16:15**	*BTPS exp:*	**1.019**
HR max (bpm):	**199**	*BSA (m^2):*	**1.5**	*BMI (Kg/m^2):*	**21.2**





Parameter	Values @LT	@VO2max	% Max	Values @RC
t(hh:mm:ss)	00:09:30	00:12:15	77.5%	00:11:15
Speed(Km/h*10)	55	68	80.8%	55
Grade(%)	14	16	87.5%	14
N/A(---)	0	0	0.0%	0
VO2(ml/min)	1700	2477	68.6%	2321
VO2/Kg(ml/min/Kg)	32.08	46.74	68.6%	43.80
VCO2(ml/min)	1505	2519	59.7%	2222
VE(l/min)	50.1	72.6	68.9%	63.3
HR(bpm)	147	172	85.4%	159
R(---)	0.88	1.01	87.0%	0.95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OmegaWave Assessment Report

Name	[redacted] CASE : A - 48
Assessment Date	**16 กุมภาพันธ์ 2553 - 6:31:13**
Date of Birth	**27 มีนาคม, 1988 (21 years old)**
Weight	**53 kg. (16/2/2553)**
Height	**159 cm. (16/2/2553)**

Overall Readiness

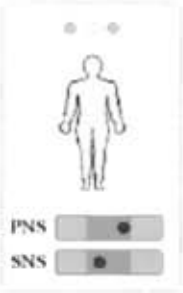
Based on the HRV assessment: Insignificant rhythm disturbances. Cardiac system is not ready for activities involving maximum volume or maximum intensity.

Based on the DiffECG assessment of the Energy Supply System, the following training intensity zones are identified:

- Anaerobic 165 - 189 bpm
- Aerobic 139 - 168 bpm
- Recovery 113 - 142 bpm
- Recuperation 99 - 115 bpm

Readiness Indicators

Current state of Cardiac System *	Stress Index	7	Within the norm
	Fatigue	6	Incomplete recovery
	Adaptation Reserves	6	High
Current state of Regulatory Mechanisms *	CNS	-	-
	GEC System **	-	-
	Detoxification System	-	-
	Hormonal System	-	-
Current state of Energy Supply System	Aerobic status index	138	High
	Anaerobic status index	135	Moderate
	HR at anaerobic threshold	165	



Resting Heart Rate: 54 bpm *Scale 1-7, 7 is optimal

**GEC - Gas Exchange and Cardiopulmonary. PNS - Parasympathetic Nervous System. SNS - Sympathetic Nervous System

Generated by OmegaWave Data Evaluator

Copyright (c) 2005-2007 OmegaWave Technologies, LLC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการแข่งขันครั้งที่ 1

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
16-02-10	1	176	2.4446	12.223	24.446		11	2	
a48	2	181	2.5476	12.738	25.476		7	2	
	3	185	2.63	13.15	26.3		14	0	
	4	169	2.3004	11.502	23.004		13	1	
	Total	177.75	2.48065	12.40325	99.226	Fighter	45	5	9
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
16-02-10	1	158	1.1489	5.7445	11.489		12	1	
b46	2	168	1.2549	6.2745	12.549		13	0	
	3	144	1.0005	5.0025	10.005		12	0	
	4	154	1.1065	5.5325	11.065		11	0	
	Total	156	1.1277	5.6385	45.108	Boxer	48	1	6

ผลการแข่งขันครั้งที่ 2

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
18-02-10	1	154	2.2524	11.262	22.524		23	0	
b51	2	171	2.6281	13.1405	26.281		18	0	
	3	176	2.7386	13.693	27.386		12	0	
	4	176	2.7386	13.693	27.386		17	0	
	Total	169.25	2.589425	12.947125	103.577	Fighter	70	0	2
18-02-10	1	170	2.321	11.605	23.21		13	1	
a48	2	172	2.3622	11.811	23.622		17	1	
	3	180	2.527	12.635	25.27		16	1	
	4	185	2.63	13.15	26.3		18	2	
	Total	176.75	2.46005	12.30025	98.402	Boxer	64	5	9

ผลการแข่งขันครั้งที่ 3

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
19-02-10	1	161	2.1356	10.678	21.356		11	1	
a48	2	176	2.4446	12.223	24.446		13	1	
	3	185	2.63	13.15	26.3		15	0	
	4	187	2.6712	13.356	26.712		12	0	
	Total	177.25	2.47035	12.35175	98.814	Combination	51	2	5
19-02-10	1	167	1.911	9.555	19.11		11	0	
b48	2	171	1.9878	9.939	19.878		17	0	
	3	172	2.007	10.035	20.07		12	0	
	4	174	2.0454	10.227	20.454		11	0	
	Total	171	1.9878	9.939	79.512	Combination	51	0	6

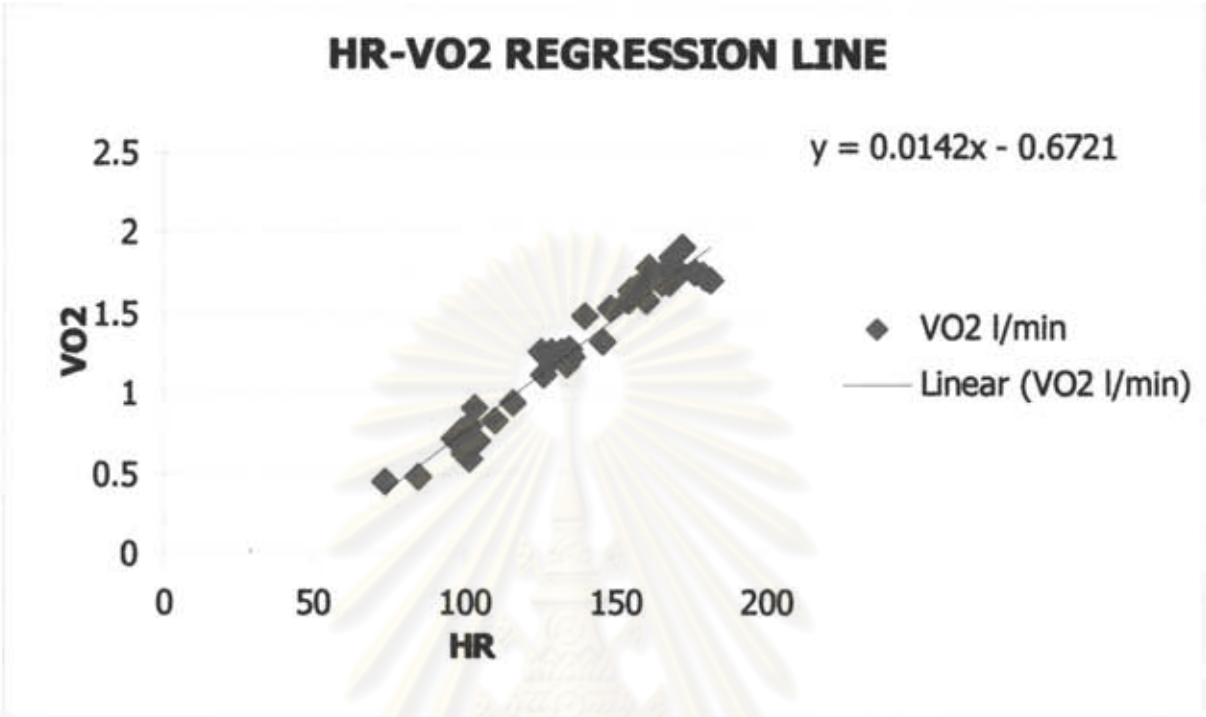
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. **นักกีฬาทีมชาติชุด A รุ่นน้ำหนัก 51 กิโลกรัม**

ลักษณะการชก	รูปแบบรุก (Fighter)
ประสบการณ์	7 ปี
ชื่อเรียกกลุ่มตัวอย่าง	A-51
อายุ	20 ปี
น้ำหนัก	53.6 กิโลกรัม
ส่วนสูง	160 เซ็นติเมตร
BMI	20.9
% FAT	16.21
Glycogen	408 กรัม
BCM	24.48 กิโลกรัม
RMR	1424 กิโลแคลอรี
Heart Rate (ขณะพัก)	49 ครั้งต่อนาที
Heart Rate (สูงสุด)	200 ครั้งต่อนาที
Right Hand-Grip	35.3 กิโลกรัม
Left Hand-Grip	35.2 กิโลกรัม
Sit and Reach	28 เซ็นติเมตร
Leg Strength	234.5 กิโลกรัม
Co-Ordination (3 Times)	1.52 – 0.91 – 0.50 วินาที
VO_2	1964 มิลลิลิตรต่อนาที
VO_{2max}	36.64 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
Hr max at VO_{2max}	172 ครั้งต่อนาที
RER	1.26
AT(LT)	135 ครั้งต่อนาที
AnT(RC)	161 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HR-VO_2 Regression Line



r = 0.975243

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CASE : A - 51

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	BOX_F02	Test number:	61	Barometric press. (mmHg):	758
Sex:	F	Test date:	15/2/2010	Temperature (degrees C):	22
Age:	20	Test time:	09:39	STPD:	0.923
Height (cm):	160.0	N. of steps:	71	BTPS insp:	1.102
Weight (Kg):	53.6	Duration (hh:mm:ss):	00:17:45	BTPS exp:	1.019
HR max (bpm):	200	BSA (m^2):	1.5	BMI (Kg/m^2):	20.9

Test Information

Test Duration: 00:17:45 ***Exercise duration:*** 00:10:45
Ergometer: HP Cosmos CosCom 1.3 ***Protocol:***
Test type: ***Reason for Test:***
Physician: ***Technician:***
Reasons for Stopping Test:
Subject's Response:

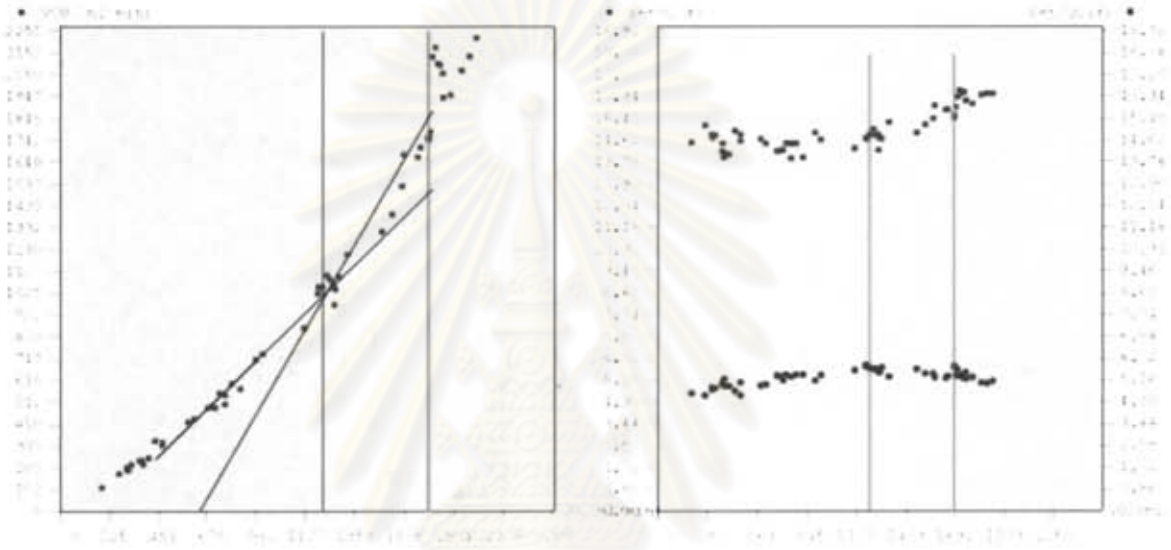
Pre-exercise Spirometry				Meas.	Pred	%Pred
FVC (l)				---	3.67	---
FEV1 (l)				---	3.22	---
MVV (l/min)				---	116	---
IC (l)				---	---	---
Exercise Testing	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
t (hh:mm:ss)	---	00:08:45	00:11:30	00:14:00	---	---
Speed (Kmh*10)	---	40	55	68	145	46
Grade (%)	---	12	14	16	---	---
N/A (---)	---	---	---	---	---	---
Metabolic Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VO2 (ml/min)	---	1204	1688	1908	2043	93
VO2/Kg (ml/min/Kg)	---	22.47	31.50	35.60	38.11	93
METS (---)	---	6.4	9.0	10.1	10.8	93
R (---)	---	0.87	1.04	1.26	---	---
REE (kcal/day)	---	---	---	---	1370.1	---
Ventilatory Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VE (l/min)	---	31.0	52.5	72.5	128.8	56
BR (%)	---	75	59	43	30.00	143
VT (l)	---	0.827	1.145	1.200	1.66	72
Rf (b/min)	---	37.5	45.8	60.4	50.0	120
Vt/FVC (---)	---	---	---	---	0.55	---
VD/VT (---)	---	0.09	0.16	0.16	---	---
Cardiovascular Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
HR (bpm)	---	129	165	172	200	86
HRR (%)	---	35	17	14	15	93
VO2/HR (ml/bpm)	---	9.3	10.2	11.0	10.2	108
Qt (l/min)	---	---	---	---	---	---
SV (ml/beat)	---	---	---	---	---	---
VO2@LT (ml/min)	---	1204	1688	1908	---	59
HR Recov (bpm)	---	---	---	6	12	50
P Syst (mmHg)	---	---	---	---	---	---
P Diast (mmHg)	---	---	---	---	---	---
Gas Exchange	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
PetCO2 (mmHg)	---	39	40	36	---	---
PetO2 (mmHg)	---	105	110	116	---	---
VE/VO2 (---)	---	23	29	35	---	---
VE/VCO2 (---)	---	27	28	30	---	---
SpO2 (%)	---	---	---	---	---	---

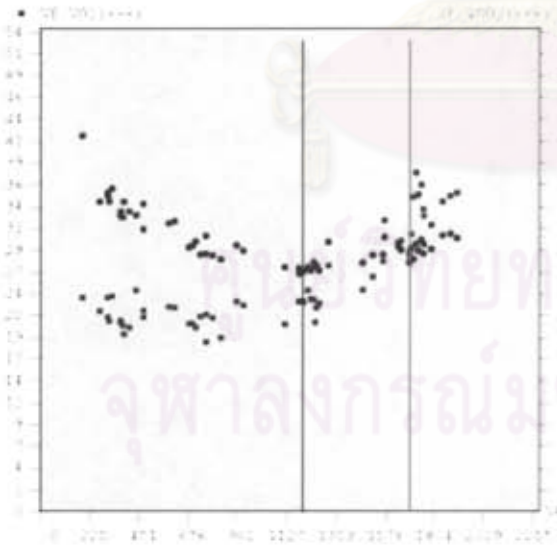
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	BOX_F02	Test number:	61	Barometric press. (mmHg):	758
Sex:	F	Test date:	15/2/2010	Temperature (degrees C):	22
Age:	20	Test time:	09:39	STPD:	0.823
Height (cm):	160.0	N. of steps:	71	BTPS insp:	1.102
Weight (Kg):	53.6	Duration (hh:mm:ss):	00:17:45	BTPS exp:	1.019
HR max (bpm):	200	BSA (m^2):	1.5	BMI (Kg/m^2):	20.9





Parameter	Values @LT	@VO2max	% Max	Values @RC
t(hh:mm:ss)	00:08:45	00:12:45	68.6%	00:11:30
Speed(Km/h*10)	40	68	58.8%	55
Grade(%)	12	16	75.0%	14
N/A(---)	0	0	0.0%	0
VO2(ml/min)	1204	1906	63.1%	1688
VO2/Kg(ml/min/Kg)	22.47	35.60	63.1%	31.50
VCO2(ml/min)	1053	2221	47.3%	1760
VE(l/min)	31.0	72.5	42.7%	52.5
HR(bpm)	129	172	75.0%	165
R(---)	0.87	1.16	75.0%	1.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OmegaWave Assessment Report

Name	[redacted] CASE : A - 51
Assessment Date	**16 กุมภาพันธ์ 2553 - 6:51:36**
Date of Birth	**01 กุมภาพันธ์, 1990 (20 years old)**
Weight	**53 kg. (16/2/2553)**
Height	**160 cm. (16/2/2553)**

Overall Readiness

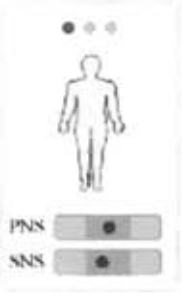
Based on the HRV assessment: Cardiac system is optimally ready for any level of activity.

Based on the Diff.ECG assessment of the Energy Supply System, the following training intensity zones are identified:

- Anaerobic 164 - 189 bpm
- Aerobic 138 - 167 bpm
- Recovery 112 - 141 bpm
- Recuperation 98 - 114 bpm

Readiness Indicators

Current state of Cardiac System *	Stress Index	6	Within the norm
	Fatigue	7	Complete recovery
	Adaptation Reserves	7	High
Current state of Regulatory Mechanisms *	CNS	-	-
	GEC System **	-	-
	Detoxification System	-	-
	Hormonal System	-	-
Current state of Energy Supply System	Aerobic status index	132	High
	Anaerobic status index	138	Moderate
	HR at anaerobic threshold	164	



Resting Heart Rate: 49 bpm *Scale 1-7, 7 is optimal

**GEC - Gas Exchange and Cardiopulmonary, PNS - Parasympathetic Nervous System, SNS - Sympathetic Nervous System

Generated by OmegaWave Data Evaluator

Copyright (c) 2005-2007 OmegaWave Technologies, LLC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการแข่งขันครั้งที่ 1

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
16-02-10	1	156	1.5431	7.7155	15.431		7	0	
a51	2	175	1.8129	9.0645	18.129		11	1	
	3	181	1.8981	9.4905	18.981		20	1	
	4	181	1.8981	9.4905	18.981		18	0	
	Total	173.25	1.78805	8.94025	71.522	Fighter	56	2	7
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
16-02-10	1	160	2.5019	12.5095	25.019		12	0	
a54	2	169	2.6945	13.4725	26.945		11	0	
	3	178	2.8871	14.4355	28.871		22	0	
	4	180	2.9299	14.6495	29.299		16	0	
	Total	171.75	2.75335	13.76675	110.134	Boxer	61	0	5

ผลการแข่งขันครั้งที่ 2

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
18-02-10	1	167	1.6993	8.4965	16.993		3	1	
a51	2	159	1.5857	7.9285	15.857		9	3	
	3	181	1.8981	9.4905	18.981		12	1	
	4	170	1.7419	8.7095	17.419		20	2	
	Total	169.25	1.72175	8.60875	69.25	Fighter	44	7	7
18-02-10	1	155	1.6576	8.288	16.576		5	0	
b57	2	165	1.8166	9.083	18.166		7	0	
	3	174	1.9597	9.7985	19.597		11	0	
	4	159	1.7212	8.606	17.212		6	0	
	Total	163.25	1.788775	8.943875	71.551	Boxer	29	0	3

ผลการแข่งขันครั้งที่ 3

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
19-02-10	1	170	1.7419	8.7095	17.419		11	0	
a51	2	177	1.8413	9.2065	18.413		15	2	
	3	179	1.8697	9.3485	18.697		19	0	
	4	167	1.6993	8.4965	16.993		15	4	
	Total	173.25	1.78805	8.94025	71.522	Fighter	60	6	7
19-02-10	1	169	2.6945	13.4725	26.945		16	1	
a54	2	169	2.6945	13.4725	26.945		18	2	
	3	182	2.9727	14.8635	29.727		18	1	
	4	182	2.9727	14.8635	29.727		13	1	
	Total	175.5	2.8336	14.168	113.344	Boxer	65	5	6

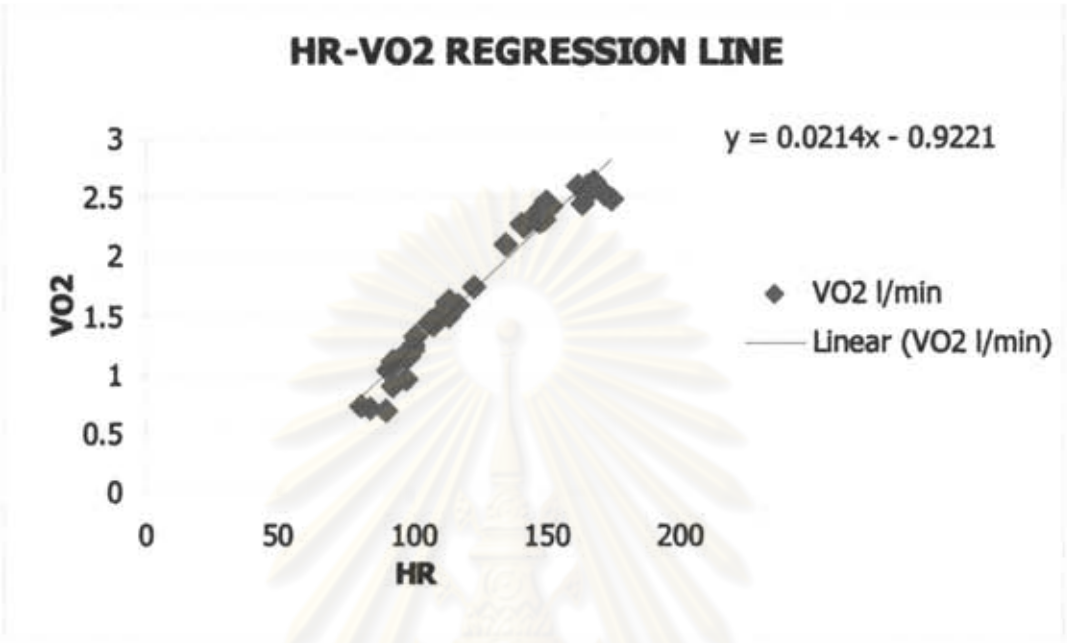
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. **นักกีฬาทีมชาติชุด A รุ่นน้ำหนัก 54 กิโลกรัม**

ลักษณะการชก	รูปแบบรับ (Boxer)
ประสบการณ์	6 ปี
ชื่อเรียกกลุ่มตัวอย่าง	A-54
อายุ	23 ปี
น้ำหนัก	59 กิโลกรัม
ส่วนสูง	161 เซ็นติเมตร
BMI	22.7
% FAT	19.42
Glycogen	432 กรัม
BCM	26.12 กิโลกรัม
RMR	1445 กิโลแคลอรี
Heart Rate (ขณะพัก)	51 ครั้งต่อนาที
Heart Rate (สูงสุด)	197 ครั้งต่อนาที
Right Hand-Grip	32.7 กิโลกรัม
Left Hand-Grip	32.5 กิโลกรัม
Sit and Reach	25 เซ็นติเมตร
Leg Strength	179 กิโลกรัม
Co-Ordination (3 Times)	0.55 – 0.46 – 0.48 วินาที
VO_2	2648 มิลลิลิตรต่อนาที
VO_{2max}	44.88 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
Hr max at VO_{2max}	168 ครั้งต่อนาที
RER	1.18
AT(LT)	114 ครั้งต่อนาที
AnT(RC)	153 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HR-VO_2 Regression Line



r = 0.981882

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CASE : A - 54

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	BOX_FM07	Test number:	66	Barometric press. (mmHg):	758
Sex:	F	Test date:	15/2/2010	Temperature (degrees C):	22
Age:	23	Test time:	12:00	STPD:	0.923
Height (cm):	161.0	N. of steps:	80	BTPS insp:	1.105
Weight (Kg):	59.0	Duration (hh:mm:ss):	00:20:00	BTPS exp:	1.019
HR max (bpm):	197	BSA (m^2):	1.6	BMI (Kg/m^2):	22.7

Test Information

Test Duration: 00:20:00 **Exercise duration:** 00:12:15
Ergometer: HP Cosmos CosCom 1 3 **Protocol:**
Test type: **Reason for Test:**
Physician: **Technician:**
Reasons for Stopping Test:
Subject's Response:

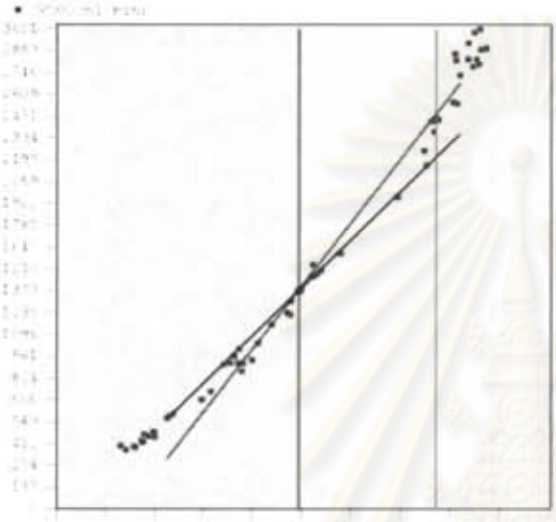
Pre-exercise Spirometry				Meas.	Pred	%Pred
FVC (l)				---	3.64	---
FEV1 (l)				---	3.18	---
MVV (l/min)				---	115	---
IC (l)				---	---	---
Exercise Testing	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
t (hh:mm:ss)	---	00:07:30	00:11:30	00:15:30	---	---
Speed (Kmh*10)	---	40	55	68	144	47
Grade (%)	---	12	14	16	---	---
N/A (---)	---	---	---	---	---	---
Metabolic Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VO2 (ml/min)	---	1491	2327	2636	2049	128
VO2/Kg (ml/min/Kg)	---	25.27	39.43	44.69	34.73	128
METS (---)	---	7.2	11.2	12.7	9.9	128
R (---)	---	0.91	1.04	1.17	---	---
REE (kcal/day)	---	---	---	---	1409.6	---
Ventilatory Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VE (l/min)	---	41.1	66.4	87.1	127.3	68
BR (%)	---	67	47	31	30.00	103
VT (l)	---	1.322	1.967	1.849	1.65	112
Rf (b/min)	---	31.0	33.7	47.1	50.0	94
Vt/FVC (---)	---	---	---	---	0.55	---
VD/VT (---)	---	0.17	0.18	0.16	---	---
Cardiovascular Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
HR (bpm)	---	110	147	168	197	85
HRR (%)	---	44	25	14	15	93
VO2/HR (ml/bpm)	---	13.5	15.8	15.6	10.4	150
Qt (l/min)	---	---	---	---	---	---
SV (ml/beat)	---	---	---	---	---	---
VO2@LT (ml/min)	---	1491	2327	2636	---	72
HR Recov (bpm)	---	---	---	31	12	258
P Syst (mmHg)	---	---	---	---	---	---
P Diast (mmHg)	---	---	---	---	---	---
Gas Exchange	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
PetCO2 (mmHg)	---	39	42	37	---	---
PetO2 (mmHg)	---	107	109	114	---	---
VE/VO2 (---)	---	26	27	31	---	---
VE/VCO2 (---)	---	28	26	29	---	---
SpO2 (%)	---	---	---	---	---	---

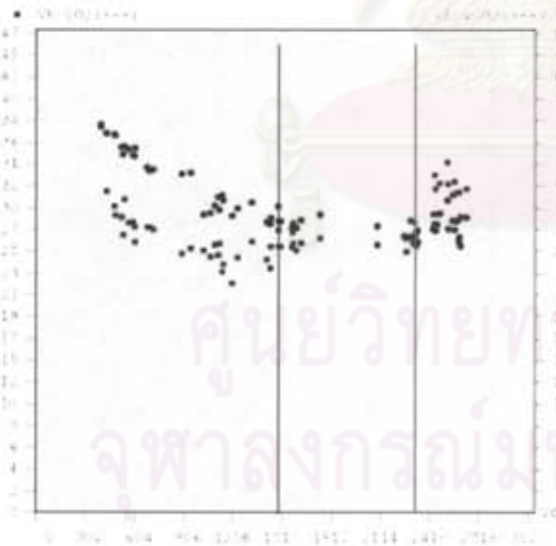
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	**BOX_FM07**	*Test number:*	**66**	*Barometric press. (mmHg):*	**758**
Sex:	**F**	*Test date:*	**15/2/2010**	*Temperature (degrees C):*	**22**
Age:	**23**	*Test time:*	**12:00**	*STPD:*	**0.823**
Height (cm):	**161.0**	*N. of steps:*	**80**	*BTPS insp:*	**1.105**
Weight (Kg):	**59.0**	*Duration (hh:mm:ss):*	**00:20:00**	*BTPS exp:*	**1.019**
HR max (bpm):	**197**	*BSA (m^2):*	**1.6**	*BMI (Kg/m^2):*	**22.7**





Parameter	Values @LT	@VO2max	% Max	Values @RC
t(hh:mm:ss)	00:07:30	00:15:00	50.0%	00:11:30
Speed(Kmh*10)	40	68	58.8%	55
Grade(%)	12	16	75.0%	14
N/A(---)	0	0	0.0%	0
VO2(ml/min)	1491	2636	56.5%	2327
VO2/Kg(ml/min/Kg)	25.27	44.69	56.5%	39.43
VCO2(ml/min)	1362	2696	47.0%	2435
VE(l/min)	41.1	87.1	47.1%	66.4
HR(bpm)	110	168	65.4%	147
R(---)	0.91	1.09	83.1%	1.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OmegaWave Assessment Report

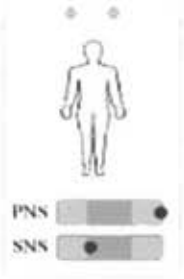
Name	[redacted] CASE : A -54
Assessment Date	**16 กุมภาพันธ์ 2553 - 6:09:01**
Date of Birth	**19 พฤษภาคม, 1986 (23 years old)**
Weight	**59 kg. (16/2/2553)**
Height	**161 cm. (16/2/2553)**

Overall Readiness

Based on the HRV assessment: Significant rhythm disturbances. Cardiac system is not ready for activities involving high volume of maximum or high intensity.

Readiness Indicators

Current state of Cardiac System *	Stress Index	5	Insignificant disequilibrium
	Fatigue	5	Slight
	Adaptation Reserves	4	Moderate
Current state of Regulatory Mechanisms *	CNS	-	-
	GEC System **	-	-
	Detoxification System	-	-
	Hormonal System	-	-
Current state of Energy Supply System	Aerobic status index	-	-
	Anaerobic status index	-	-
	HR at anaerobic threshold	-	



Resting Heart Rate: 49 bpm *Scale 1-7, 7 is optimal

**GEC - Gas Exchange and Cardiopulmonary, PNS - Parasympathetic Nervous System, SNS - Sympathetic Nervous System

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Generated by OmegaWave Data Evaluator

Copyright (c) 2005-2007 OmegaWave Technologies, LLC

ผลการแข่งขันครั้งที่ 1

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
16-02-10	1	156	1.5431	7.7155	15.431		7	0	
a51	2	175	1.8129	9.0645	18.129		11	1	
	3	181	1.8981	9.4905	18.981		20	1	
	4	181	1.8981	9.4905	18.981		18	0	
	Total	173.25	1.78805	8.94025	71.522	Fighter	56	2	7
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
16-02-10	1	160	2.5019	12.5095	25.019		12	0	
a54	2	169	2.6945	13.4725	26.945		11	0	
	3	178	2.8871	14.4355	28.871		22	0	
	4	180	2.9299	14.6495	29.299		16	0	
	Total	171.75	2.75335	13.76675	110.134	Boxer	61	0	6

ผลการแข่งขันครั้งที่ 2

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
18-02-10	1	147	2.0362	10.181	20.362		19	0	
a57	2	159	2.2654	11.327	22.654		18	4	
	3	169	2.4564	12.282	24.564		23	3	
	4	165	2.38	11.9	23.8		17	1	
	Total	160	2.2845	11.4225	91.38	Fighter	77	8	8
18-02-10	1	168	2.6731	13.3655	26.731		11	0	
a54	2	157	2.4377	12.1885	24.377		15	0	
	3	162	2.5447	12.7235	25.447		19	1	
	4	160	2.5019	12.5095	25.019		14	0	
	Total	161.75	2.53935	12.69675	101.574	Boxer	59	1	6

ผลการแข่งขันครั้งที่ 3

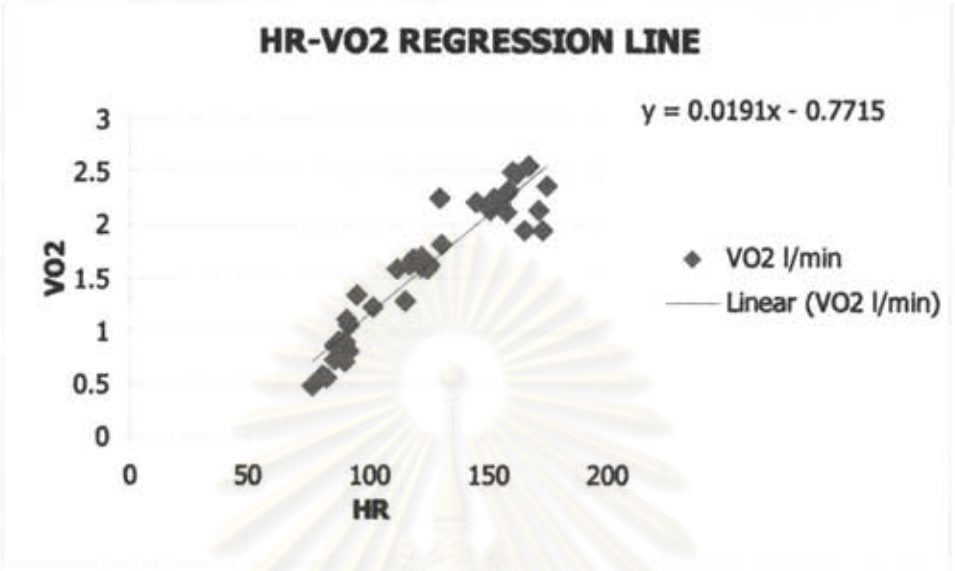
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
19-02-10	1	170	1.7419	8.7095	17.419		11	0	
a51	2	177	1.8413	9.2065	18.413		15	2	
	3	179	1.8697	9.3485	18.697		19	0	
	4	167	1.6993	8.4965	16.993		15	4	
	Total	173.25	1.78805	8.94025	71.522	Fighter	60	6	7
19-02-10	1	169	2.6945	13.4725	26.945		16	1	
a54	2	169	2.6945	13.4725	26.945		18	2	
	3	182	2.9727	14.8635	29.727		18	1	
	4	182	2.9727	14.8635	29.727		13	1	
	Total	175.5	2.8336	14.168	113.344	Boxer	65	5	6

4. นักกีฬาทีมชาติชุด A รุ่นน้ำหนัก 57 กิโลกรัม

ลักษณะการชก	รูปแบบรับ (Boxer)
ประสบการณ์	8 ปี
ชื่อเรียกกลุ่มตัวอย่าง	A-57
อายุ	26 ปี
น้ำหนัก	58.5 กิโลกรัม
ส่วนสูง	164 เซ็นติเมตร
BMI	21.7
% FAT	16.1
Glycogen	446 กรัม
BCM	26.92 กิโลกรัม
RMR	1456 กิโลแคลอรี
Heart Rate (ขณะพัก)	58 ครั้งต่อนาที
Heart Rate (สูงสุด)	194 ครั้งต่อนาที
Right Hand-Grip	37.5 กิโลกรัม
Left Hand-Grip	26.8 กิโลกรัม
Sit and Reach	17.5 เซ็นติเมตร
Leg Strength	161.5 กิโลกรัม
Co-Ordination (3 Times)	0.65 – 0.64 – 0.67 วินาที
VO_2	2616 มิลลิลิตรต่อนาที
VO_{2max}	44.72 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
Hr max at VO_{2max}	170 ครั้งต่อนาที
RER	1.25
AT(LT)	122 ครั้งต่อนาที
AnT(RC)	154 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HR-VO_2 Regression Line



r = 0.947314

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COSMED

CASE : A-57

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	BOX_FMO3	Test number:	62	Barometric press. (mmHg):	759
Sex:	F	Test date:	15/2/2010	Temperature (degrees C):	22
Age:	26	Test time:	10:08	STPD:	0.824
Height (cm):	164.0	N. of steps:	66	BTPS insp:	1.103
Weight (Kg):	58.5	Duration (hh:mm:ss):	00:16:30	BTPS exp:	1.019
HR max (bpm):	194	BSA (m^2):	1.6	BMI (Kg/m^2):	21.7

Test Information

Test Duration: 00:16:30 ***Exercise duration:*** 00:10:00
Ergometer: HP Cosmos CosCom 1.3 ***Protocol:***
Test type: ***Reason for Test:***
Physician: ***Technician:***
Reasons for Stopping Test:
Subject's Response:

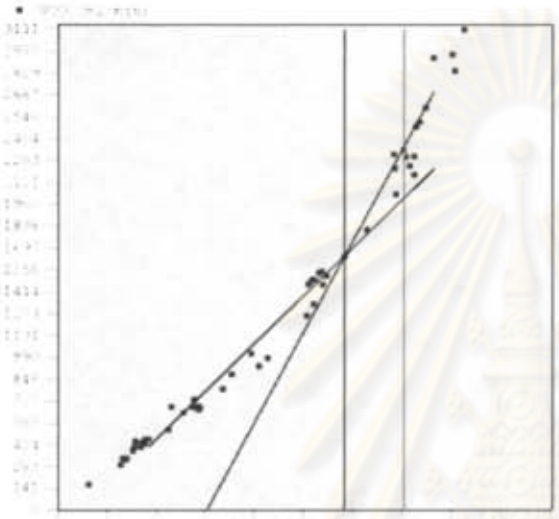
Pre-exercise Spirometry				Meas.	Pred	%Pred
FVC (l)				---	3.69	---
FEV1 (l)				---	3.22	---
MVV (l/min)				---	115	---
IC (l)				---	---	---
Exercise Testing	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
t (hh:mm:ss)	---	00:09:15	00:11:15	00:13:15	---	---
Speed (Kmh*10)	---	55	55	68	150	45
Grade (%)	---	14	14	16	---	---
N/A (---)	---	---	---	---	---	---
Metabolic Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VO2 (ml/min)	---	1818	2185	2570	2007	128
VO2/Kg (ml/min/Kg)	---	31.08	37.36	43.93	34.32	128
METS (---)	---	8.8	10.6	12.5	9.8	128
R (---)	---	0.90	1.06	1.23	---	---
REE (kcal/day)	---	---	---	---	1396.3	---
Ventilatory Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VE (l/min)	---	47.9	60.8	79.1	129.1	61
BR (%)	---	62	52	38	30.00	126
VT (l)	---	1.264	1.500	1.783	1.68	106
Rf (b/min)	---	37.9	40.5	44.3	50.0	88
Vt/FVC (---)	---	---	---	---	0.55	---
VD/VT (---)	---	0.18	0.18	0.19	---	---
Cardiovascular Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
HR (bpm)	---	131	152	167	194	86
HRR (%)	---	32	21	13	15	86
VO2/HR (ml/bpm)	---	13.8	14.3	15.3	10.3	148
Qt (l/min)	---	---	---	---	---	---
SV (ml/beat)	---	---	---	---	---	---
VO2@LT (ml/min)	---	1818	2185	2570	---	90
HR Recov (bpm)	---	---	---	32	12	266
P Syst (mmHg)	---	---	---	---	---	---
P Diast (mmHg)	---	---	---	---	---	---
Gas Exchange	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
PetCO2 (mmHg)	---	41	46	47	---	---
PetO2 (mmHg)	---	105	105	109	---	---
VE/VO2 (---)	---	25	26	29	---	---
VE/VCO2 (---)	---	27	24	24	---	---
SpO2 (%)	---	---	---	---	---	---

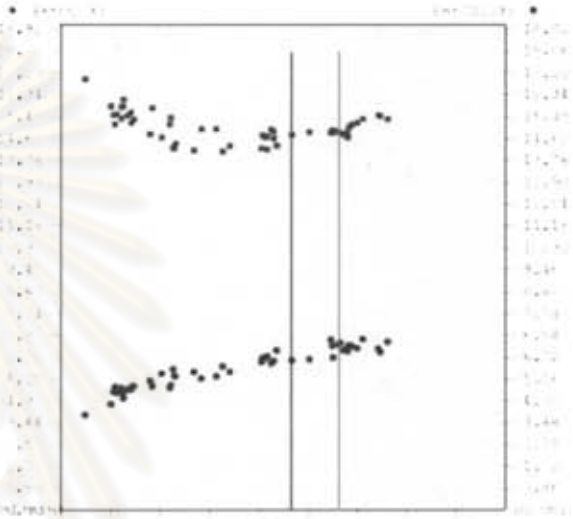
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

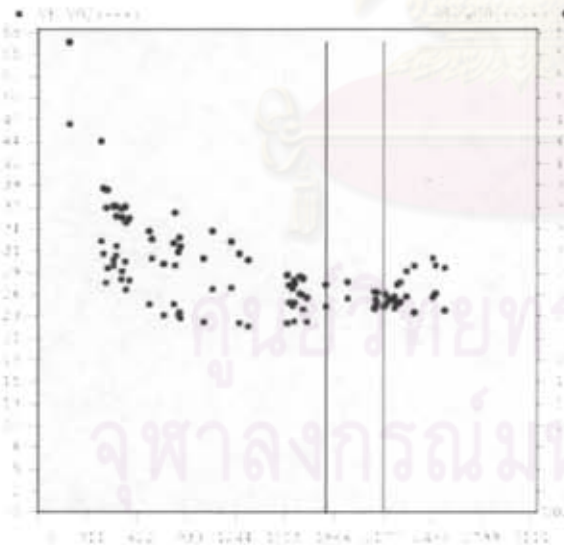
Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	**BOX_FMD3**	*Test number:*	**62**	*Barometric press. (mmHg):*	**759**
Sex:	**F**	*Test date:*	**15/2/2010**	*Temperature (degrees C):*	**22**
Age:	**26**	*Test time:*	**10:08**	*STPD:*	**0.824**
Height (cm):	**164.0**	*N. of steps:*	**66**	*BTPS insp:*	**1.103**
Weight (Kg):	**58.5**	*Duration (hh:mm:ss):*	**00:16.30**	*BTPS exp:*	**1.019**
HR max (bpm):	**194**	*BSA (m^2):*	**1.6**	*BMI (Kg/m^2):*	**21.7**







Parameter	Values @LT	@VO2max	% Max	Values @RC
t(hh mm:ss)	00 09:15	00:13 00	71.1%	00 11:15
Speed(Kmh*10)	55	68	80.8%	55
Grade(%)	14	16	87.5%	14
N/A(---)	0	0	0.0%	0
VO2(ml/min)	1818	2570	70.7%	2185
VO2/Kg(ml/min/Kg)	31.08	43.93	70.7%	37.36
VCO2(ml/min)	1644	3110	52.8%	2330
VE(l/min)	47.9	79.1	60.6%	60.8
HR(bpm)	131	167	78.4%	152
R(---)	0.90	1.21	74.7%	1.06

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OmegaWave Assessment Report

Name	[redacted] CASE : A - 57
Assessment Date	**17 กุมภาพันธ์ 2553 - 6:02:37**
Date of Birth	**20 ตุลาคม, 1983 (26 years old)**
Weight	**58 kg. (17/2/2553)**
Height	**164 cm. (11/12/2552)**

Overall Readiness

Based on the HRV assessment: Cardiac system reasonably ready for any level of activity

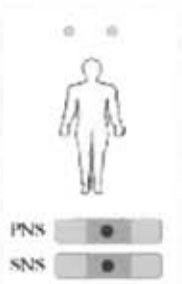
Based on the Omega assessment of CNS: High volume of Explosive and Explosive-Power activities are not recommended.

Based on the DiffECG assessment of the Energy Supply System, the following training intensity zones are identified:

- Anaerobic 170 - 188 bpm
- Aerobic 143 - 173 bpm
- Recovery 116 - 146 bpm
- Recuperation 102 - 118 bpm

Readiness Indicators

Current state of Cardiac System *	Stress Index	6	Within the norm
	Fatigue	7	Complete recovery
	Adaptation Reserves	7	High
Current state of Regulatory Mechanisms *	CNS	2	Reduced
	GEC System **	7	Normal functioning
	Detoxification System	3	Moderately overloaded
	Hormonal System	5	Insignificant hyperfunction
Current state of Energy Supply System	Aerobic status index	125	High
	Anaerobic status index	117	Low
	HR at anaerobic threshold	170	



Resting Heart Rate 55 bpm *Scale 1-7, 7 is optimal

**GEC - Gas Exchange and Cardiopulmonary, PNS - Parasympathetic Nervous System, SNS - Sympathetic Nervous System

Generated by OmegaWave Data Evaluator

Copyright (c) 2005-2007 OmegaWave Technologies, LLC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการแข่งขันครั้งที่ 1

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
16-02-10	1	153	2.1508	10.754	21.508		20	0	
a57	2	154	2.1699	10.8495	21.699		15	2	
	3	158	2.2463	11.2315	22.463		14	1	
	4	167	2.4182	12.091	24.182		21	2	
	Total	158	2.2463	11.2315	89.852	Boxer	70	5	0
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
16-02-10	1	168	2.3863	11.9315	23.863		11	1	
a60	2	173	2.5053	12.5265	25.053		12	0	
	3	174	2.5291	12.6455	25.291		13	0	
	4	179	2.6481	13.2405	26.481		14	1	
	Total	173.5	2.5172	12.586	100.688	Fighter	50	2	3

ผลการแข่งขันครั้งที่ 2

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
18-02-10	1	147	2.0362	10.181	20.362		19	0	
a57	2	159	2.2654	11.327	22.654		18	4	
	3	169	2.4564	12.282	24.564		23	3	
	4	165	2.38	11.9	23.8		17	1	
	Total	160	2.2645	11.4225	91.38	Fighter	77	8	6
18-02-10	1	168	2.6731	13.3655	26.731		11	0	
a54	2	157	2.4377	12.1885	24.377		15	0	
	3	162	2.5447	12.7235	25.447		19	1	
	4	160	2.5019	12.5095	25.019		14	0	
	Total	161.75	2.53935	12.69675	101.574	Boxer	59	1	6

ผลการแข่งขันครั้งที่ 3

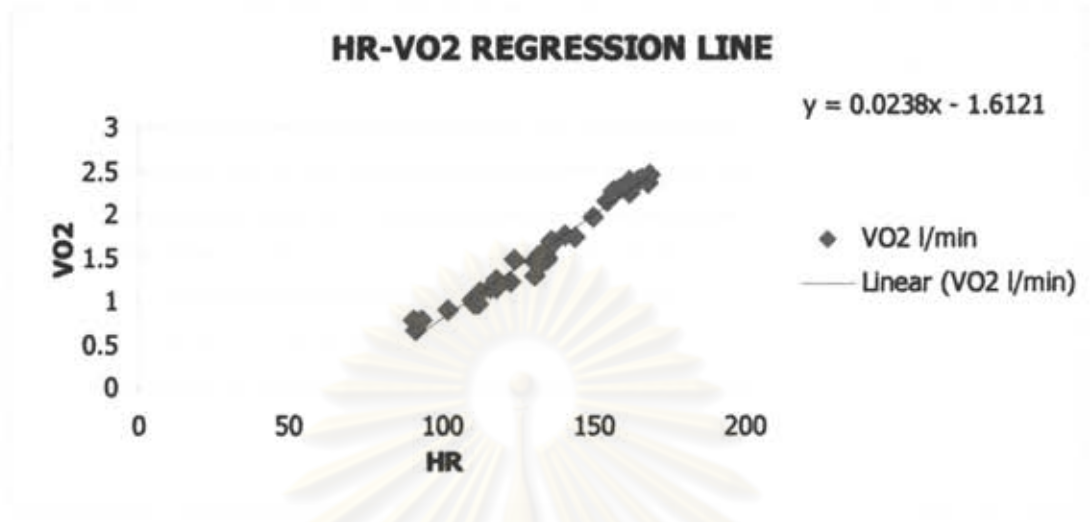
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
19-02-10	1	153	2.1508	10.754	21.508		13	0	
a57	2	154	2.1699	10.8495	21.699		19	3	
	3	165	2.38	11.9	23.8		13	0	
	4	167	2.4182	12.091	24.182		12	2	
	Total	159.75	2.279725	11.398625	91.189	Combination	57	5	4
19-02-10	1	161	2.2197	11.0985	22.197		8	0	
a60	2	161	2.2197	11.0985	22.197		13	1	
	3	168	2.3863	11.9315	23.863		7	2	
	4	170	2.4339	12.1695	24.339		10	0	
	Total	165	2.3149	11.5745	92.596	Combination	38	3	3

5. **นักกีฬาทีมชาติชุด A รุ่นน้ำหนัก 60 กิโลกรัม**

ลักษณะการชก	รูปแบบรับ (Boxer) และรูปแบบผสมผสาน (combination)
ประสบการณ์	3 ปี
ชื่อเรียกกลุ่มตัวอย่าง	A-60
อายุ	19 ปี
น้ำหนัก	62 กิโลกรัม
ส่วนสูง	161 เซ็นติเมตร
BMI	23.9
% FAT	20.6
Glycogen	450 กรัม
BCM	27.55 กิโลกรัม
RMR	1490 กิโลแคลอรี
Heart Rate (ขณะพัก)	58 ครั้งต่อนาที
Heart Rate (สูงสุด)	201 ครั้งต่อนาที
Right Hand-Grip	39.8 กิโลกรัม
Left Hand-Grip	40.8 กิโลกรัม
Sit and Reach	19.5 เซ็นติเมตร
Leg Strength	206.5 กิโลกรัม
Co-Ordination (3 Times)	0.72 – 0.60 – 0.62 วินาที
VO_2	2555 มิลลิลิตรต่อนาที
VO_{2max}	41.22 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
Hr max at VO_{2max}	169 ครั้งต่อนาที
RER	1.10
AT(LT)	144 ครั้งต่อนาที
AnT(RC)	162 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HR-VO_2 Regression Line



r = 0.986474

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

CASE : A - 60

[redacted]

ID code:	BOX_FM08	Test number:	67	Barometric press. (mmHg):	757
Sex:	F	Test date:	15/2/2010	Temperature (degrees C):	22
Age:	19	Test time:	12:26	STPD:	0.822
Height (cm):	161.0	N. of steps:	58	BTPS insp:	1.106
Weight (Kg):	62.0	Duration (hh:mm:ss):	00:14:30	BTPS exp:	1.019
HR max (bpm):	201	BSA (m^2):	1.6	BMI (Kg/m^2):	23.9

Test Information

Test Duration: 00:14:30 **Exercise duration:** 00:09:15
Ergometer: HP Cosmos CosCom 1.3 **Protocol:**
Test type: **Reason for Test:**
Physician: **Technician:**
Reasons for Stopping Test:
Subject's Response:

Pre-exercise Spirometry	Meas.	Pred	%Pred
FVC (l)	---	3.74	---
FEV1 (l)	---	3.28	---
MVV (l/min)	---	117	---
IC (l)	---	---	---

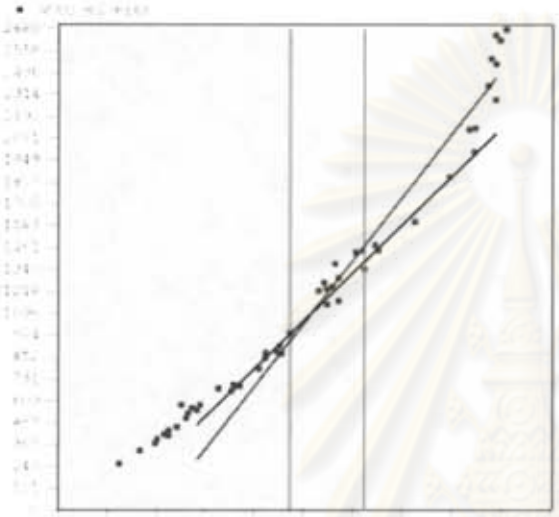
Exercise Testing	Rest	LT	RC	@VO2max	Pred	%Pred
t (hh:mm:ss)	---	00:06:30	00:07:00	00:12:30	---	---
Speed (Kmh*10)	---	40	40	68	150	45
Grade (%)	---	12	12	16	---	---
N/A (---)	---	---	---	---	---	---
Metabolic Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VO2 (ml/min)	---	1269	1668	2441	2153	113
VO2/Kg (ml/min/Kg)	---	20.46	26.91	39.37	34.72	113
METS (---)	---	5.8	7.6	11.2	9.9	113
R (---)	---	0.77	0.80	1.10	---	---
REE (kcal/day)	---	---	---	---	1457.0	---
Ventilatory Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VE (l/min)	---	31.8	38.3	79.4	131.3	60
BR (%)	---	75	70	39	30.00	130
VT (l)	---	0.975	1.234	1.693	1.69	99
Rf (b/min)	---	32.6	31.0	46.9	50.0	93
Vt/FVC (---)	---	---	---	---	0.55	---
VD/VT (---)	---	0.18	0.18	0.22	---	---
Cardiovascular Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
HR (bpm)	---	131	136	169	201	84
HRR (%)	---	34	32	15	15	100
VO2/HR (ml/bpm)	---	9.6	12.2	14.4	10.7	134
Qt (l/min)	---	---	---	---	---	---
SV (ml/beat)	---	---	---	---	---	---
VO2@LT (ml/min)	---	1269	1668	2441	---	59
HR Recov (bpm)	---	---	---	39	12	325
P Syst (mmHg)	---	---	---	---	---	---
P Diast (mmHg)	---	---	---	---	---	---
Gas Exchange	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
PetCO2 (mmHg)	---	39	42	41	---	---
PetO2 (mmHg)	---	102	100	111	---	---
VE/VO2 (---)	---	23	21	31	---	---
VE/VCO2 (---)	---	30	27	28	---	---
SpO2 (%)	---	---	---	---	---	---

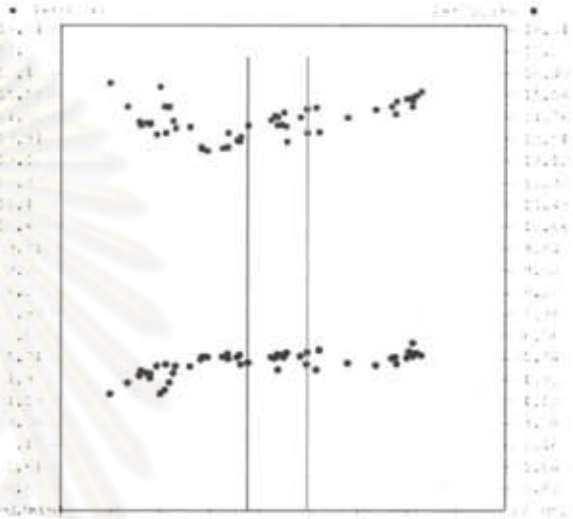
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

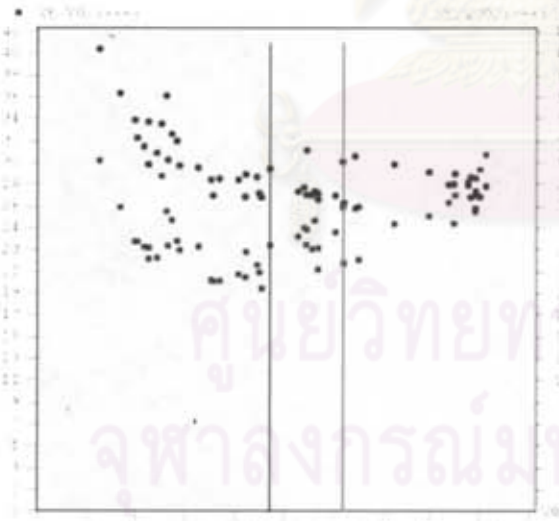
Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	**BOX_FM08**	*Test number:*	**67**	*Barometric press. (mmHg):*	**757**
Sex:	**F**	*Test date:*	**15/2/2010**	*Temperature (degrees C):*	**22**
Age:	**19**	*Test time:*	**12:26**	*STPD:*	**0.822**
Height (cm):	**161.0**	*N. of steps:*	**58**	*BTPS insp:*	**1.106**
Weight (Kg):	**62.0**	*Duration (hh:mm:ss):*	**00:14:30**	*BTPS exp:*	**1.019**
HR max (bpm):	**201**	*BSA (m^2):*	**1.6**	*BMI (Kg/m^2):*	**23.9**







Parameter	Values @LT	@VO2max	% Max	Values @RC
t(hh mm:ss)	00 06:30	00:12 15	53.0%	00 07:00
Speed(K/mh*10)	40	68	58.8%	40
Grade(%)	12	16	75.0%	12
N/A(---)	0	0	0.0%	0
VO2(ml/min)	1269	2441	51.9%	1668
VO2/Kg(ml/mn/Kg)	20 46	39 37	51 9%	26 91
VCO2(ml/min)	986	2678	36 8%	1340
VE(l/min)	31 8	79 4	40 0%	38 3
HR(bpm)	131	169	77 5%	136
R(---)	0.77	1 09	70.8%	0.80

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OmegaWave Assessment Report

Name	[redacted] CASE : A - 60
Assessment Date	**16 กุมภาพันธ์ 2553 - 5:51:18**
Date of Birth	**29 มีนาคม, 1990 (19 years old)**
Weight	**62 kg. (16/2/2553)**
Height	**161 cm. (16/2/2553)**

Overall Readiness

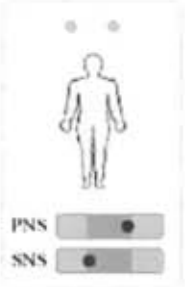
Based on the HRV assessment: Insignificant rhythm disturbances. Cardiac system is not ready for activities involving maximum volume or maximum intensity.

Based on the DiffECG assessment of the Energy Supply System, the following training intensity zones are identified:

- Anaerobic 164 - 189 bpm
- Aerobic 138 - 168 bpm
- Recovery 113 - 141 bpm
- Recuperation 99 - 114 bpm

Readiness Indicators

Current state of Cardiac System *	Stress Index	6	Within the norm
	Fatigue	6	Incomplete recovery
	Adaptation Reserves	5	Moderate
Current state of Regulatory Mechanisms *	CNS	-	-
	GEC System **	-	-
	Detoxification System	-	-
	Hormonal System	-	-
Current state of Energy Supply System	Aerobic status index	134	High
	Anaerobic status index	136	Moderate
	HR at anaerobic threshold	164	



Resting Heart Rate: 51 bpm *Scale 1-7, 7 is optimal

**GEC - Gas Exchange and Cardiopulmonary. PNS - Parasympathetic Nervous System. SNS - Sympathetic Nervous System

Generated by OmegaWave Data Evaluator

Copyright (c) 2005-2007 OmegaWave Technologies, LLC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการแข่งขันครั้งที่ 1

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
16-02-10	1	153	2.1508	10.754	21.508		20	0	
a57	2	154	2.1699	10.8495	21.699		15	2	
	3	158	2.2463	11.2315	22.463		14	1	
	4	167	2.4182	12.091	24.182		21	2	
	Total	158	2.2463	11.2315	89.852	Boxer	70	5	8
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
16-02-10	1	168	2.3863	11.9315	23.863		11	1	
a60	2	173	2.5053	12.5265	25.053		12	0	
	3	174	2.5291	12.6455	25.291		13	0	
	4	179	2.6481	13.2405	26.481		14	1	
	Total	173.5	2.5172	12.586	100.688	Fighter	50	2	3

ผลการแข่งขันครั้งที่ 2

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
18-02-10	1	153	2.2851	11.4255	22.851		26	4	
b60	2	158	2.3826	11.913	23.826		23	2	
	3	165	2.5191	12.5955	25.191		18	1	
	4	156	2.3436	11.718	23.436		21	1	
	Total	158	2.3826	11.913	95.304	Combination	90	8	3
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
18-02-10	1	161	2.2197	11.0985	22.197		26	0	
a60	2	165	2.3149	11.5745	23.149		21	2	
	3	171	2.4577	12.2885	24.577		25	2	
	4	173	2.5053	12.5265	25.053		20	2	
	Total	167.5	2.3744	11.872	94.976	Combination	92	6	3

ผลการแข่งขันครั้งที่ 3

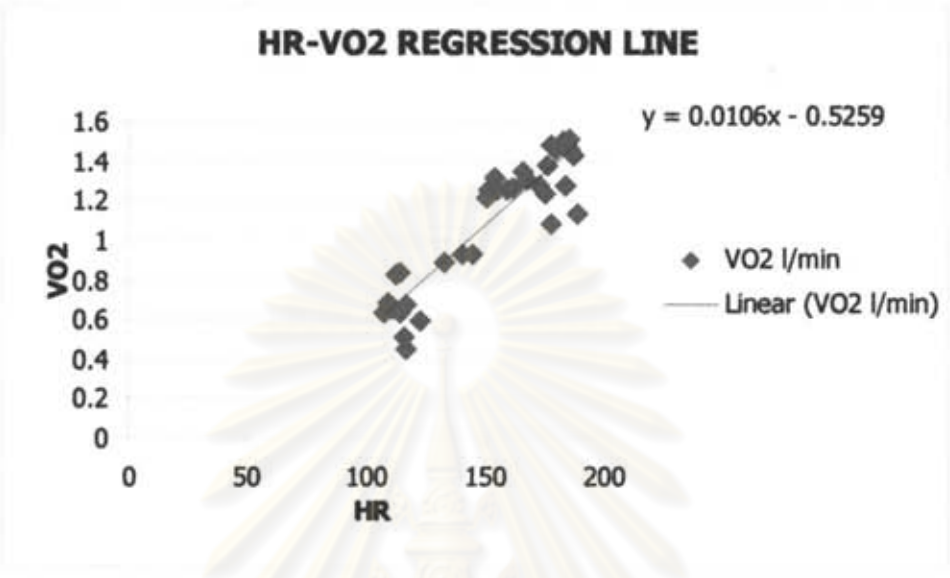
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
19-02-10	1	153	2.1508	10.754	21.508		13	0	
a57	2	154	2.1699	10.8495	21.699		19	3	
	3	165	2.38	11.9	23.8		13	0	
	4	167	2.4182	12.091	24.182		12	2	
	Total	159.75	2.279725	11.398625	91.189	Combination	57	5	5
19-02-10	1	161	2.2197	11.0985	22.197		8	0	
a60	2	161	2.2197	11.0985	22.197		13	1	
	3	168	2.3863	11.9315	23.863		7	2	
	4	170	2.4339	12.1695	24.339		10	0	
	Total	165	2.3149	11.5745	92.596	Combination	38	3	3

6. นักกีฬาทีมชาติชุด B รุ่นน้ำหนัก 46 กิโลกรัม

ลักษณะการชก	รูปแบบรับ (Boxer) และรูปแบบผสมผสาน (combination)
ประสบการณ์	6 ปี
ชื่อเรียกกลุ่มตัวอย่าง	B-46
อายุ	18 ปี
น้ำหนัก	50 กิโลกรัม
ส่วนสูง	165 เซ็นติเมตร
BMI	18.3
% FAT	13.16
Glycogen	394 กรัม
BCM	23.12 กิโลกรัม
RMR	1423 กิโลแคลอรี
Heart Rate (ขณะพัก)	53 ครั้งต่อนาที
Heart Rate (สูงสุด)	202 ครั้งต่อนาที
Right Hand-Grip	29.6 กิโลกรัม
Left Hand-Grip	28.9 กิโลกรัม
Sit and Reach	25.3 เซ็นติเมตร
Leg Strength	153.5 กิโลกรัม
Co-Ordination (3 Times)	0.83 – 0.42 – 0.52 วินาที
VO_2	1488 มิลลิลิตรต่อนาที
VO_{2max}	29.77 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
Hr max at VO_{2max}	183 ครั้งต่อนาที
RER	1.33
AT(LT)	147 ครั้งต่อนาที
AnT(RC)	175 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HR-VO_2 Regression Line



r = 0.914873

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CASE : B - 46

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	BOX_FM01	Test number:	60	Barometric press. (mmHg):	758
Sex:	F	Test date:	15/2/2010	Temperature (degrees C):	22
Age:	18	Test time:	09:56	STPD:	0.923
Height (cm):	165.0	N. of steps:	106	BTPS insp:	1.103
Weight (Kg):	50.0	Duration (hh:mm:ss):	00:15:54	BTPS exp:	1.019
HR max (bpm):	202	BSA (m^2):	1.5	BMI (Kg/m^2):	18.3

Test Information

Test Duration: 00:15:54 ***Exercise duration:*** 00:09:27
Ergometer: HP Cosmos CosCom 1.3 ***Protocol:***
Test type: ***Reason for Test:***
Physician: ***Technician:***
Reasons for Stopping Test:
Subject's Response:

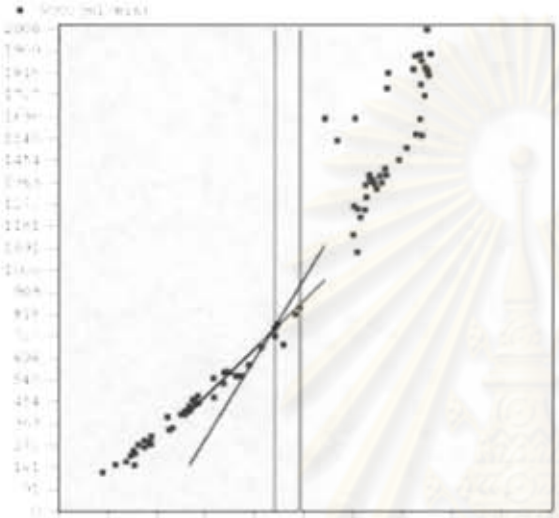
Pre-exercise Spirometry				Meas.	Pred	%Pred
FVC (l)				---	3.95	---
FEV1 (l)				---	3.46	---
MVV (l/min)				---	121	---
IC (l)				---	---	---
Exercise Testing	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
t (hh:mm:ss)	---	00:06:09	00:06:27	00:12:36	---	---
Speed (Kmh*10)	---	40	40	55	164	33
Grade (%)	---	12	12	14	---	---
N/A (---)	---	---	---	---	---	---
Metabolic Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VO2 (ml/min)	---	883	984	1511	2075	72
VO2/Kg (ml/min/Kg)	---	17.66	19.69	30.22	41.50	72
METS (---)	---	5.0	5.6	8.6	11.8	72
R (---)	---	0.82	0.86	1.50	---	---
REE (kcal/day)	---	---	---	---	1354.3	---
Ventilatory Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VE (l/min)	---	28.0	32.9	56.6	138.7	40
BR (%)	---	79	76	59	30.00	196
VT (l)	---	0.730	0.812	1.141	1.78	63
Rf (b/min)	---	38.4	40.5	49.6	50.0	99
Vt/FVC (---)	---	---	---	---	0.55	---
VD/VT (---)	---	0.18	0.22	0.18	---	---
Cardiovascular Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
HR (bpm)	---	133	145	186	202	92
HRR (%)	---	34	28	7	15	46
VO2/HR (ml/bpm)	---	6.6	6.7	8.1	10.2	79
Qt (l/min)	---	---	---	---	---	---
SV (ml/beat)	---	---	---	---	---	---
VO2@LT (ml/min)	---	883	984	1511	---	42
HR Recov (bpm)	---	---	---	25	12	208
P Syst (mmHg)	---	---	---	---	---	---
P Diast (mmHg)	---	---	---	---	---	---
Gas Exchange	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
PetCO2 (mmHg)	---	35	36	41	---	---
PetO2 (mmHg)	---	108	109	114	---	---
VE/VO2 (---)	---	28	30	35	---	---
VE/VCO2 (---)	---	34	35	28	---	---
SpO2 (%)	---	---	---	---	---	---

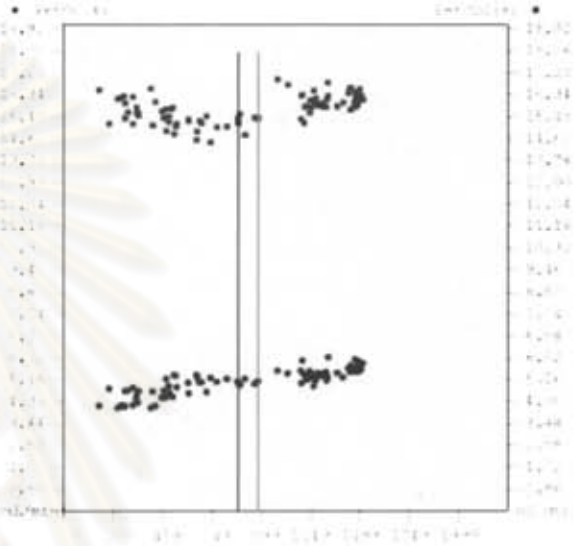
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

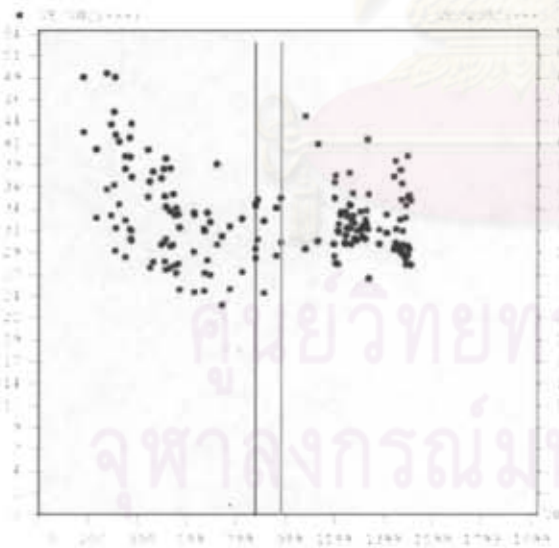
Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	**BOX_FM01**	*Test number:*	**60**	*Barometric press. (mmHg):*	**758**
Sex:	**F**	*Test date:*	**19/2/2010**	*Temperature (degrees C):*	**22**
Age:	**18**	*Test time:*	**08:56**	*STPD:*	**0.823**
Height (cm):	**165.0**	*N. of steps:*	**106**	*BTPS insp:*	**1.103**
Weight (Kg):	**50.0**	*Duration (hh:mm:ss):*	**00:15:54**	*BTPS exp:*	**1.019**
HR max (bpm):	**202**	*BSA (m^2):*	**1.5**	*BMI (Kg/m^2):*	**18.3**







Parameter	Values @LT	@VO2max	% Max	Values @RC
t(hh mm:ss)	00:06:09	00:11:15	54.6%	00:08:27
Speed(Km/h*10)	40	55	72.7%	40
Grade(%)	12	14	85.7%	12
N/A(---)	0	0	0.0%	0
VO2(ml/min)	883	1511	58.4%	984
VO2/Kg(ml/min/Kg)	17.66	30.22	58.4%	19.69
VCO2(ml/min)	728	1897	38.4%	847
VE(l/min)	26.0	56.6	49.5%	32.9
HR(bpm)	133	186	71.5%	145
R(---)	0.82	1.25	65.6%	0.86

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OmegaWave Assessment Report

Name	[redacted] CASE : B - 46
Assessment Date	**17 กุมภาพันธ์ 2553 - 10:38:20**
Date of Birth	**04 มิถุนายน, 1991 (18 years old)**
Weight	**50 kg. (17/2/2553)**
Height	**165 cm. (17/2/2553)**

Overall Readiness

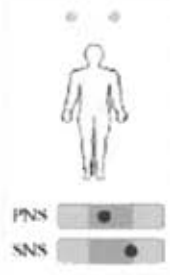
Based on the HRV assessment Cardiac system is not ready for activities involving maximum volume or maximum intensity

Based on the DiffECG assessment of the Energy Supply System, the following training intensity zones are identified:

- Anaerobic 165 - 188 bpm
- Aerobic 139 - 169 bpm
- Recovery 113 - 142 bpm
- Recuperation 99 - 115 bpm

Readiness Indicators

Current state of Cardiac System *	Stress Index	4	Moderate
	Fatigue	6	Incomplete recovery
	Adaptation Reserves	4	Moderate
Current state of Regulatory Mechanisms *	CNS	-	-
	GEC System **	-	-
	Detoxification System	-	-
	Hormonal System	-	-
Current state of Energy Supply System	Aerobic status index	121	High
	Anaerobic status index	148	High
	HR at anaerobic threshold	165	



Resting Heart Rate 72 bpm *Scale 1-7, 7 is optimal

**GEC - Gas Exchange and Cardiopulmonary, PNS - Parasympathetic Nervous System, SNS - Sympathetic Nervous System

Generated by OmegaWave Data Evaluator

Copyright (c) 2005-2007 OmegaWave Technologies, LLC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการแข่งขันครั้งที่ 1

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
16-02-10	1	176	2.4446	12.223	24.446		11	2	
a48	2	181	2.5476	12.738	25.476		7	2	
	3	185	2.63	13.15	26.3		14	0	
	4	169	2.3004	11.502	23.004		13	1	
	Total	177.75	2.48065	12.40325	99.226	Fighter	45	5	9
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
16-02-10	1	158	1.1489	5.7445	11.489		12	1	
b46	2	168	1.2549	6.2745	12.549		13	0	
	3	144	1.0005	5.0025	10.005		12	0	
	4	154	1.1065	5.5325	11.065		11	0	
	Total	156	1.1277	5.6385	45.108	Boxer	48	1	6

ผลการแข่งขันครั้งที่ 2

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
18-02-10	1	169	1.9494	9.747	19.494		12	2	
b48	2	171	1.9878	9.939	19.878		13	1	
	3	171	1.9878	9.939	19.878		21	1	
	4	174	2.0454	10.227	20.454		17	1	
	Total	171.25	1.9926	9.963	79.704	Fighter	63	5	6
18-02-10	1	158	1.1489	5.7445	11.489		17	0	
b46	2	168	1.2549	6.2745	12.549		19	1	
	3	180	1.3821	6.9105	13.821		16	1	
	4	183	1.4139	7.0695	14.139		15	0	
	Total	172.25	1.29995	6.49975	51.998	Boxer	67	2	8

ผลการแข่งขันครั้งที่ 3

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
19-02-10	1	165	1.2231	6.1155	12.231		15	1	
b48	2	183	1.4139	7.0695	14.139		21	0	
	3	180	1.3821	6.9105	13.821		15	0	
	4	171	1.2867	6.4335	12.867		18	0	
	Total	174.75	1.32645	6.63225	53.058	Combination	69	1	6
19-02-10	1	155	2.2745	11.3725	22.745		13	0	
b51	2	169	2.5839	12.9195	25.839		18	0	
	3	171	2.6281	13.1405	26.281		12	0	
	4	173	2.6723	13.3615	26.723		17	0	
	Total	167	2.5397	12.6985	101.588	Combination	60	0	2

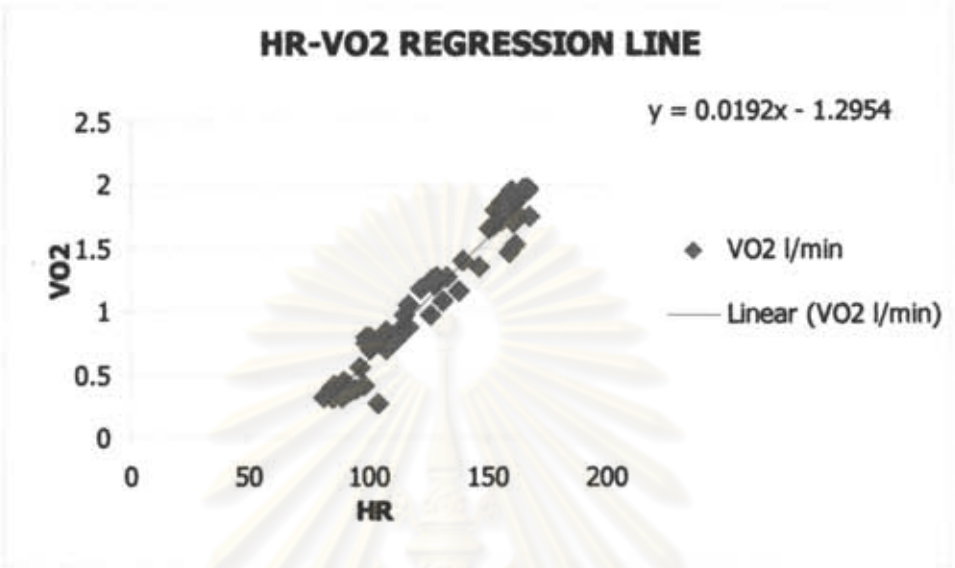
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. **นักกีฬาทีมชาติชุด B รุ่นน้ำหนัก 48 กิโลกรัม**

ลักษณะการชก	รูปแบบรับ (Boxer)
ประสบการณ์	6 ปี
ชื่อเรียกกลุ่มตัวอย่าง	B-48
อายุ	20 ปี
น้ำหนัก	47.5 กิโลกรัม
ส่วนสูง	167 เซ็นติเมตร
BMI	17
% FAT	12.34
Glycogen	378 กรัม
BCM	25.21 กิโลกรัม
RMR	1423 กิโลแคลอรี
Heart Rate (ขณะพัก)	62 ครั้งต่อนาที
Heart Rate (สูงสุด)	200 ครั้งต่อนาที
Right Hand-Grip	30.5 กิโลกรัม
Left Hand-Grip	32.4 กิโลกรัม
Sit and Reach	26 เซ็นติเมตร
Leg Strength	155 กิโลกรัม
Co-Ordination (3 Times)	0.70 – 0.50 – 0.52 วินาที
VO_2	1993 มิลลิลิตรต่อนาที
VO_{2max}	41.53 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
Hr max at VO_{2max}	170 ครั้งต่อนาที
RER	1.16
AT(LT)	152 ครั้งต่อนาที
AnT(RC)	160 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HR-VO_2 Regression Line



r = 0.976216

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการแข่งขันครั้งที่ 1

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
16/2/2010	1	138	1.3542	6.771	13.542		12	0	
b48	2	174	2.0454	10.227	20.454		14	0	
	3	178	2.1222	10.611	21.222		19	1	
	4	179	2.1414	10.707	21.414		15	0	
	Total	167.25	1.9158	9.579	76.632	Combination	60	1	6
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
16-02-10	1	151	2.1861	10.9305	21.861		12	0	
b51	2	168	2.5618	12.809	25.618		18	0	
	3	171	2.8281	13.1405	26.281		15	0	
	4	174	2.8944	13.472	26.944		17	0	
	Total	166	2.5176	12.588	100.704	Combination	62	0	7

ผลการแข่งขันครั้งที่ 2

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
18-02-10	1	169	1.9494	9.747	19.494		12	2	
b48	2	171	1.9878	9.939	19.878		13	1	
	3	171	1.9878	9.939	19.878		21	1	
	4	174	2.0454	10.227	20.454		17	1	
	Total	171.25	1.9926	9.963	79.704	Fighter	63	5	6
18-02-10	1	156	1.1489	5.7445	11.489		17	0	
b46	2	168	1.2549	6.2745	12.549		19	1	
	3	180	1.3821	6.9105	13.821		16	1	
	4	183	1.4139	7.0695	14.139		15	0	
	Total	172.25	1.29995	6.49975	51.998	Boxer	67	2	0

ผลการแข่งขันครั้งที่ 3

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
19-02-10	1	161	2.1356	10.678	21.356		11	1	
a48	2	176	2.4446	12.223	24.446		13	1	
	3	185	2.63	13.15	26.3		15	0	
	4	187	2.6712	13.356	26.712		12	0	
	Total	177.25	2.47035	12.35175	98.814	Combination	51	2	9
19-02-10	1	167	1.911	9.555	19.11		11	0	
b48	2	171	1.9878	9.939	19.878		17	0	
	3	172	2.007	10.035	20.07		12	0	
	4	174	2.0454	10.227	20.454		11	0	
	Total	171	1.9878	9.939	79.512	Combination	51	0	6

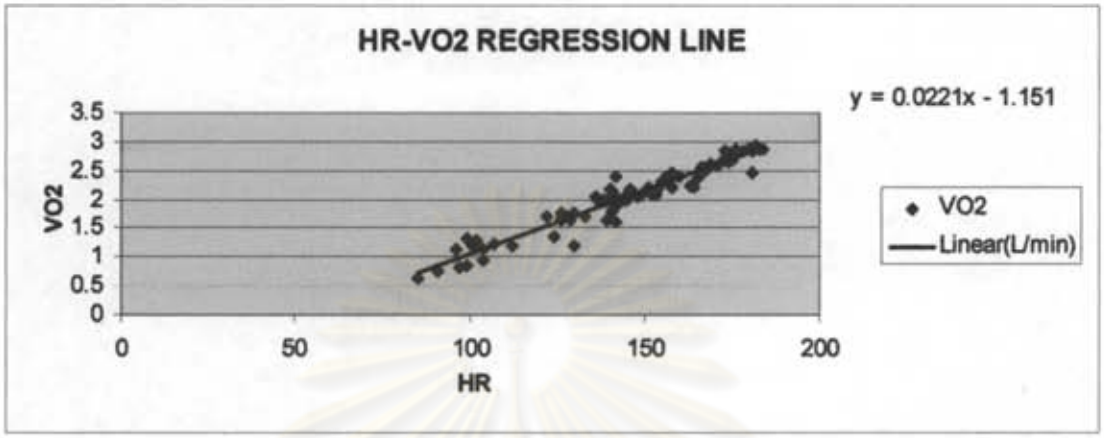
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. **นักกีฬาทีมชาติชุด B รุ่นน้ำหนัก 51 กิโลกรัม**

ลักษณะการชก	รูปแบบรุก (Fighter)
ประสบการณ์	2 ปี
ชื่อเรียกกลุ่มตัวอย่าง	B-51
อายุ	19 ปี
น้ำหนัก	54 กิโลกรัม
ส่วนสูง	165 เซ็นติเมตร
BMI	19.8
% FAT	13.54
Glycogen	424 กรัม
BCM	25.21 กิโลกรัม
RMR	1460 กิโลแคลอรี
Heart Rate (ขณะพัก)	47 ครั้งต่อนาที
Heart Rate (สูงสุด)	201 ครั้งต่อนาที
Right Hand-Grip	49.7 กิโลกรัม
Left Hand-Grip	40.1 กิโลกรัม
Sit and Reach	13.4 เซ็นติเมตร
Leg Strength	102.5 กิโลกรัม
Co-Ordination (3 Times)	0.54 – 0.56 – 0.58 วินาที
VO_2	3019 มิลลิลิตรต่อนาที
VO_{2max}	55.92 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
Hr max at VO_{2max}	183 ครั้งต่อนาที
RER	1.20
AT(LT)	158 ครั้งต่อนาที
AnT(RC)	173 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HR-VO_2 Regression Line



r = 0.968858

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COSMED CASE : B - 51

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	BOX_FM06	Test number:	65	Barometric press. (mmHg):	758
Sex:	F	Test date:	15/2/2010	Temperature (degrees C):	22
Age:	19	Test time:	11:28	STPD:	0.923
Height (cm):	165.0	N. of steps:	96	BTPS insp:	1.105
Weight (Kg):	54.0	Duration (hh:mm:ss):	00:24:00	BTPS exp:	1.019
HR max (bpm):	201	BSA (m^2):	1.5	BMI (Kg/m^2):	19.8

Test Information

Test Duration: 00:24:00 **Exercise duration:** 00:00:00
Ergometer: HP Cosmos CosCom 1.3 **Protocol:**
Test type: **Reason for Test:**
Physician: **Technician:**
Reasons for Stopping Test:
Subject's Response:

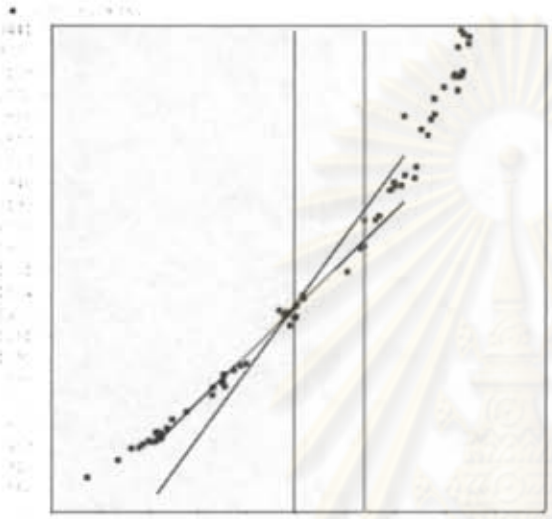
Pre-exercise Spirometry				Meas.	Pred	%Pred
FVC (l)				---	3.92	---
FEV1 (l)				---	3.44	---
MVV (l/min)				---	121	---
IC (l)				---	---	---
Exercise Testing	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
t (hh:mm:ss)	---	00:09:15	00:09:45	00:23:45	---	---
Speed (Kmh*10)	---	55	55	80	163	49
Grade (%)	---	14	14	18	---	---
N/A (---)	---	---	---	---	---	---
Metabolic Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VO2 (ml/min)	---	1708	2193	2922	2098	139
VO2/Kg (ml/min/Kg)	---	31.63	40.61	54.12	38.85	139
METS (---)	---	9.0	11.6	15.4	11.1	139
R (---)	---	0.81	0.86	1.20	---	---
REE (kcal/day)	---	---	---	---	1387.9	---
Ventilatory Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VE (l/min)	---	44.1	52.4	102.8	137.7	74
BR (%)	---	67	61	25	30.00	83
VT (l)	---	1.034	1.385	1.749	1.77	98
Rf (b/min)	---	42.6	37.8	58.8	50.0	117
Vt/FVC (---)	---	---	---	---	0.55	---
VD/VT (---)	---	0.18	0.18	0.22	---	---
Cardiovascular Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
HR (bpm)	---	133	151	182	201	90
HRR (%)	---	33	24	9	15	60
VO2/HR (ml/bpm)	---	12.8	14.5	16.0	10.4	153
Qt (l/min)	---	---	---	---	---	---
SV (ml/beat)	---	---	---	---	---	---
VO2@LT (ml/min)	---	1708	2193	2922	---	81
HR Recov (bpm)	---	---	---	24	12	200
P Syst (mmHg)	---	---	---	---	---	---
P Diast (mmHg)	---	---	---	---	---	---
Gas Exchange	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
PetCO2 (mmHg)	---	39	43	40	---	---
PetO2 (mmHg)	---	104	101	113	---	---
VE/VO2 (---)	---	24	22	33	---	---
VE/VCO2 (---)	---	29	26	29	---	---
SpO2 (%)	---	---	---	---	---	---

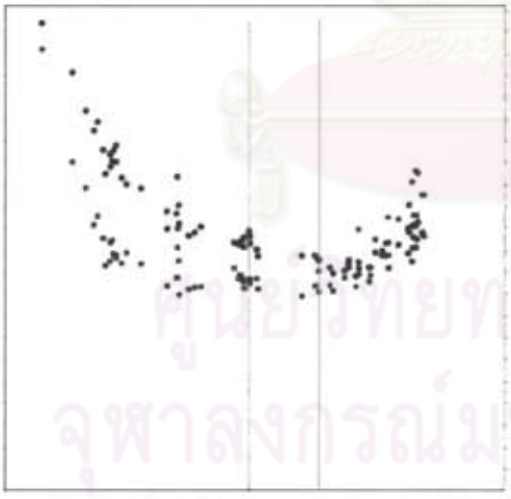
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	**BOX_FM06**	*Test number:*	**65**	*Barometric press. (mmHg):*	**758**
Sex:	**F**	*Test date:*	**15/2/2010**	*Temperature (degrees C):*	**22**
Age:	**19**	*Test time:*	**11:28**	*STPD:*	**0.823**
Height (cm):	**165.0**	*N. of steps:*	**96**	*BTPS insp:*	**1.105**
Weight (Kg):	**54.0**	*Duration (hh:mm:ss):*	**00:24:00**	*BTPS exp:*	**1.019**
HR max (bpm):	**201**	*BSA (m^2):*	**1.5**	*BMI (Kg/m^2):*	**19.8**





Parameter	Values @LT	@VO2max	% Max	Values @RC
t(hh mm:ss)	00 09:15	00:16 15	56.9%	00 09:45
Speed(Km*h*10)	55	80	68.7%	55
Grade(%)	14	18	77.7%	14
N/A(---)	0	0	0.0%	0
VO2(ml/min)	1708	2922	58.4%	2193
VO2/Kg(ml/min/Kg)	31.63	54.12	58.4%	40.61
VCO2(ml/min)	1388	3393	40.9%	1893
VE(l/min)	44.1	102.8	42.8%	52.4
HR(bpm)	133	182	73.0%	151
R(---)	0.81	1.16	69.9%	0.86

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OmegaWave Assessment Report

Name	[redacted] CASE : B - 51
Assessment Date	**17 กุมภาพันธ์ 2553 - 6:23:58**
Date of Birth	**17 เมษายน, 1990 (19 years old)**
Weight	**54 kg. (17/2/2553)**
Height	**165 cm. (17/2/2553)**

Overall Readiness

Based on the HRV assessment Cardiac system is not ready for activities involving maximum volume or maximum intensity

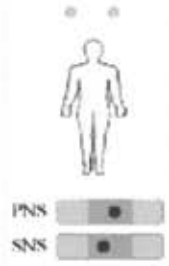
Based on the Omega assessment CNS shows sufficient resistance to physical and psychological stress.

Based on the DiffECG assessment of the Energy Supply System, the following training intensity zones are identified:

- Anaerobic 166 - 188 bpm
- Aerobic 139 - 169 bpm
- Recovery 114 - 143 bpm
- Recuperation 100 - 115 bpm

Readiness Indicators

Current state of Cardiac System *	Stress Index	6	Within the norm
	Fatigue	6	Incomplete recovery
	Adaptation Reserves	6	High
Current state of Regulatory Mechanisms *	CNS	3	Sufficient
	GEC System **	4	Moderate hypofunction
	Detoxification System	6	Normal functioning
	Hormonal System	5	Insignificant hyperfunction
Current state of Energy Supply System	Aerobic status index	118	Moderate
	Anaerobic status index	142	Moderate
	HR at anaerobic threshold	166	



Resting Heart Rate 48 bpm *Scale 1-7, 7 is optimal

**GEC - Gas Exchange and Cardiopulmonary, PNS - Parasympathetic Nervous System, SNS - Sympathetic Nervous System

Generated by OmegaWave Data Evaluator

Copyright (c) 2005-2007 OmegaWave Technologies, LLC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการแข่งขันครั้งที่ 1

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
16/2/2010	1	138	1.3542	6.771	13.542		12	0	
b48	2	174	2.0454	10.227	20.454		14	0	
	3	178	2.1222	10.611	21.222		19	1	
	4	179	2.1414	10.707	21.414		15	0	
	Total	167.25	1.9158	9.579	76.832	Combination	60	1	6
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
16-02-10	1	151	2.1861	10.9305	21.861		12	0	
b51	2	168	2.5618	12.809	25.618		18	0	
	3	171	2.6281	13.1405	26.281		15	0	
	4	174	2.6944	13.472	26.944		17	0	
	Total	166	2.5176	12.588	100.704	Combination	62	0	2

ผลการแข่งขันครั้งที่ 2

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
18-02-10	1	154	2.2524	11.262	22.524		23	0	
b51	2	171	2.6281	13.1405	26.281		18	0	
	3	176	2.7386	13.693	27.386		12	0	
	4	176	2.7386	13.693	27.386		17	0	
	Total	169.25	2.589425	12.947125	103.577	Fighter	70	0	2
18-02-10	1	170	2.321	11.605	23.21		13	1	
a48	2	172	2.3622	11.811	23.622		17	1	
	3	180	2.527	12.635	25.27		16	1	
	4	185	2.63	13.15	26.3		18	2	
	Total	176.75	2.46005	12.30025	98.402	Boxer	64	5	9

ผลการแข่งขันครั้งที่ 3

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
19-02-10	1	165	1.2231	6.1155	12.231		15	1	
b46	2	183	1.4139	7.0695	14.139		21	0	
	3	180	1.3821	6.9105	13.821		15	0	
	4	171	1.2867	6.4335	12.867		18	0	
	Total	174.75	1.32645	6.63225	53.056	Combination	69	1	6
19-02-10	1	155	2.2745	11.3725	22.745		13	0	
b51	2	169	2.5839	12.9195	25.839		18	0	
	3	171	2.6281	13.1405	26.281		12	0	
	4	173	2.6723	13.3615	26.723		17	0	
	Total	167	2.5397	12.6985	101.588	Combination	60	0	2

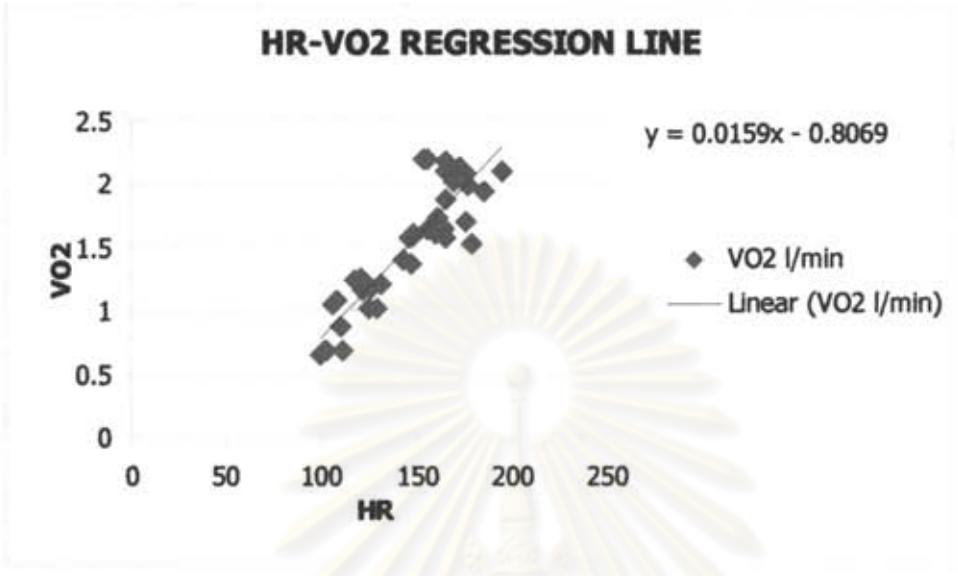
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. นักกีฬาทีมชาติชุด B รุ่นน้ำหนัก 57 กิโลกรัม

ลักษณะการชก	รูปแบบรับ (Boxer)
ประสบการณ์	3 ปี
ชื่อเรียกกลุ่มตัวอย่าง	B-57
อายุ	17 ปี
น้ำหนัก	59 กิโลกรัม
ส่วนสูง	166 เซ็นติเมตร
BMI	21.4
% FAT	17.92
Glycogen	440 กรัม
BCM	25.99 กิโลกรัม
RMR	1494 กิโลแคลอรี
Heart Rate (ขณะพัก)	77 ครั้งต่อนาที
Heart Rate (สูงสุด)	203 ครั้งต่อนาที
Right Hand-Grip	39.0 กิโลกรัม
Left Hand-Grip	39.5 กิโลกรัม
Sit and Reach	15.4 เซ็นติเมตร
Leg Strength	118.5 กิโลกรัม
Co-Ordination (3 Times)	0.64 – 0.50 – 0.66 วินาที
VO_2	2197 มิลลิลิตรต่อนาที
VO_{2max}	37.24 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
Hr max at VO_{2max}	177 ครั้งต่อนาที
RER	1.23
AT(LT)	146 ครั้งต่อนาที
AnT(RC)	171 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HR-VO_2 Regression Line



r = 0.890044

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COSMED CASE : B - 57

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	BOX_FM04	Test number:	63	Barometric press. (mmHg):	759
Sex:	F	Test date:	15/2/2010	Temperature (degrees C):	22
Age:	17	Test time:	10:32	STPD:	0.824
Height (cm):	166.0	N. of steps:	106	BTPS insp:	1.106
Weight (Kg):	59.0	Duration (hh:mm:ss):	00:15:54	BTPS exp:	1.019
HR max (bpm):	203	BSA (m^2):	1.6	BMI (Kg/m^2):	21.4

Test Information

Test Duration: 00:15:54 ***Exercise duration:*** 00:09:18
Ergometer: HP Cosmos CosCom 1 3 ***Protocol:***
Test type: ***Reason for Test:***
Physician: ***Technician:***
Reasons for Stopping Test:
Subject's Response:

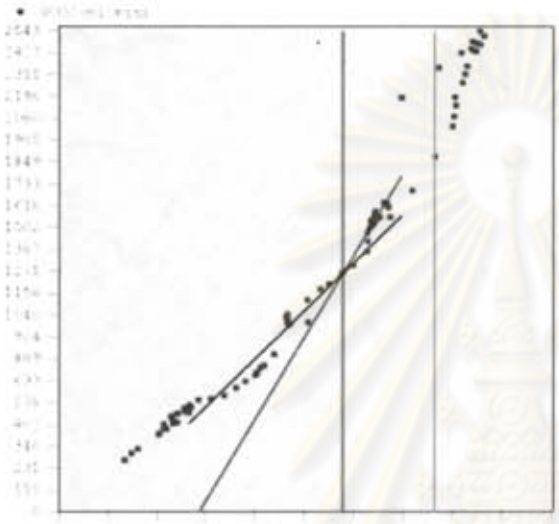
Pre-exercise Spirometry				Meas.	Pred	%Pred
FVC (l)				---	3.35	---
FEV1 (l)				---	3.00	---
MVV (l/min)				---	---	---
IC (l)				---	---	---
Exercise Testing	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
t (hh:mm:ss)	---	00:06:54	00:09:45	00:12:27	---	---
Speed (Kmh*10)	---	40	55	55	169	32
Grade (%)	---	12	14	14	---	---
N/A (---)	---	---	---	---	---	---
Metabolic Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VO2 (ml/min)	---	1469	1946	2197	2194	100
VO2/Kg (ml/min/Kg)	---	24.91	32.98	37.24	37.18	100
METS (---)	---	7.1	9.4	10.6	10.6	100
R (---)	---	0.85	0.96	1.23	---	---
REE (kcal/day)	---	---	---	---	1446.9	---
Ventilatory Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VE (l/min)	---	41.1	64.8	77.0	120.1	64
BR (%)	---	65	46	35	30.00	116
VT (l)	---	1.037	1.130	1.350	1.51	89
Rf (b/min)	---	39.6	57.3	57.0	50.0	114
Vt/FVC (---)	---	---	---	---	0.55	---
VD/VT (---)	---	0.18	0.19	0.18	---	---
Cardiovascular Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
HR (bpm)	---	146	171	177	203	87
HRR (%)	---	28	15	12	15	80
VO2/HR (ml/bpm)	---	10.0	11.3	12.4	10.8	114
Qt (l/min)	---	---	---	---	---	---
SV (ml/beat)	---	---	---	---	---	---
VO2@LT (ml/min)	---	1469	1946	2197	---	67
HR Recov (bpm)	---	---	---	14	12	116
P Syst (mmHg)	---	---	---	---	---	---
P Diast (mmHg)	---	---	---	---	---	---
Gas Exchange	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
PetCO2 (mmHg)	---	38	36	39	---	---
PetO2 (mmHg)	---	106	112	114	---	---
VE/VO2 (---)	---	26	31	33	---	---
VE/VCO2 (---)	---	30	32	29	---	---
SpO2 (%)	---	---	---	---	---	---

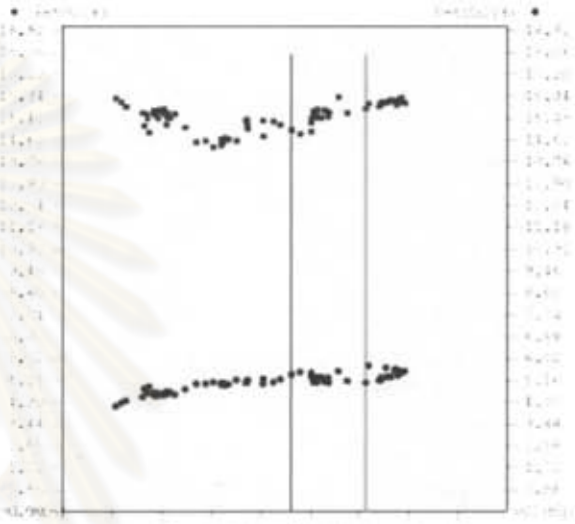
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

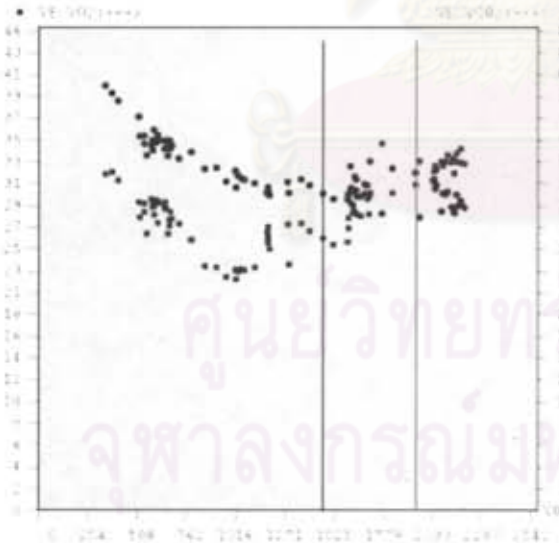
Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	**BOX_FM04**	*Test number:*	**63**	*Barometric press. (mmHg):*	**759**
Sex:	**F**	*Test date:*	**15/2/2010**	*Temperature (degrees C):*	**22**
Age:	**17**	*Test time:*	**10:32**	*STPD:*	**0.824**
Height (cm):	**166.0**	*N. of steps:*	**106**	*BTPS insp:*	**1.105**
Weight (Kg):	**59.0**	*Duration (hh.mm:ss):*	**00:15:54**	*BTPS exp:*	**1.019**
HR max (bpm):	**203**	*BSA (m^2):*	**1.6**	*BMI (Kg/m^2):*	**21.4**







Parameter	Values @LT	@VO2max	% Max	Values @RC
t(hh:mm:ss)	00:06:54	00:11:15	61.3%	00:09:45
Speed(Km/h*10)	40	55	72.7%	55
Grade(%)	12	14	85.7%	14
N/A(---)	0	0	0.0%	0
VO2(ml/min)	1469	2197	66.8%	1946
VO2/Kg(ml/min/Kg)	24.91	37.24	66.8%	32.98
VCO2(ml/min)	1261	2516	50.1%	1877
VE(l/min)	41.1	77.0	53.3%	64.8
HR(bpm)	146	177	82.4%	171
R(---)	0.85	1.14	74.9%	0.96

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OmegaWave Assessment Report

Name	[redacted] CASE : B - 57
Assessment Date	**16 กุมภาพันธ์ 2553 - 7:11:11**
Date of Birth	**10 มกราคม, 1993 (17 years old)**
Weight	**59 kg. (16/2/2553)**
Height	**166 cm. (16/2/2553)**

Overall Readiness

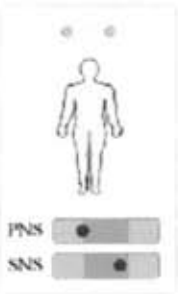
Based on the HRV assessment Cardiac system is not ready for activities involving maximum volume or maximum intensity.

Based on the DiffECG assessment of the Energy Supply System, the following training intensity zones are identified:

- Anaerobic 168 - 188 bpm
- Aerobic 141 - 171 bpm
- Recovery 115 - 144 bpm
- Recuperation 101 - 116 bpm

Readiness Indicators

Current state of Cardiac System *	Stress Index	3	Stress
	Fatigue	6	Incomplete recovery
	Adaptation Reserves	4	Moderate
Current state of Regulatory Mechanisms *	CNS	-	-
	GEC System **	-	-
	Detoxification System	-	-
	Hormonal System	-	-
Current state of Energy Supply System	Aerobic status index	123	High
	Anaerobic status index	132	Low
	HR at anaerobic threshold	168	



Resting Heart Rate 73 bpm *Scale 1-7, 7 is optimal

**GEC - Gas Exchange and Cardiopulmonary, PNS - Parasympathetic Nervous System, SNS - Sympathetic Nervous System

Generated by OmegaWave Data Evaluator

Copyright (c) 2005-2007 OmegaWave Technologies, LLC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการแข่งขันครั้งที่ 1

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
16-02-10	1	155	2.3241	11.6205	23.241		15	1	
b60	2	158	2.3826	11.913	23.826		11	0	
	3	166	2.5386	12.693	25.386		13	3	
	4	168	2.5776	12.888	25.776		18	2	
	Total	161.75	2.455725	12.278625	98.229	Combination	57	6	3
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
16-02-10	1	181	2.071	10.355	20.71		15	0	
b57	2	172	1.9279	9.6395	19.279		14	2	
	3	167	1.8484	9.242	18.484		12	1	
	4	171	1.912	9.56	19.12		16	1	
	Total	172.75	1.939825	9.699125	77.593	Combination	57	4	3

ผลการแข่งขันครั้งที่ 2

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
18-02-10	1	167	1.6993	8.4965	16.993		3	1	
a51	2	159	1.5857	7.9285	15.857		9	3	
	3	181	1.8981	9.4905	18.981		12	1	
	4	170	1.7419	8.7095	17.419		20	2	
	Total	169.25	1.73125	8.65625	69.25	Fighter	44	7	7
18-02-10	1	155	1.6576	8.288	16.576		5	0	
b57	2	165	1.8166	9.083	18.166		7	0	
	3	174	1.9597	9.7985	19.597		11	0	
	4	159	1.7212	8.606	17.212		6	0	
	Total	163.25	1.788775	8.943875	71.551	Boxer	29	0	3

ผลการแข่งขันครั้งที่ 3

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
19-02-10	1	158	2.3826	11.913	23.826		15	1	
b60	2	160	2.4216	12.108	24.216		13	0	
	3	166	2.5386	12.693	25.386		17	1	
	4	176	2.7336	13.668	27.336		18	0	
	Total	165	2.5191	12.5955	100.764	Fighter	63	2	3
19-02-10	1	157	1.6894	8.447	16.894		13	0	
a57	2	165	1.8166	9.083	18.166		14	1	
	3	171	1.912	9.56	19.12		12	0	
	4	174	1.9597	9.7985	19.597		16	0	
	Total	166.75	1.844425	9.222125	73.777	Boxer	55	1	3

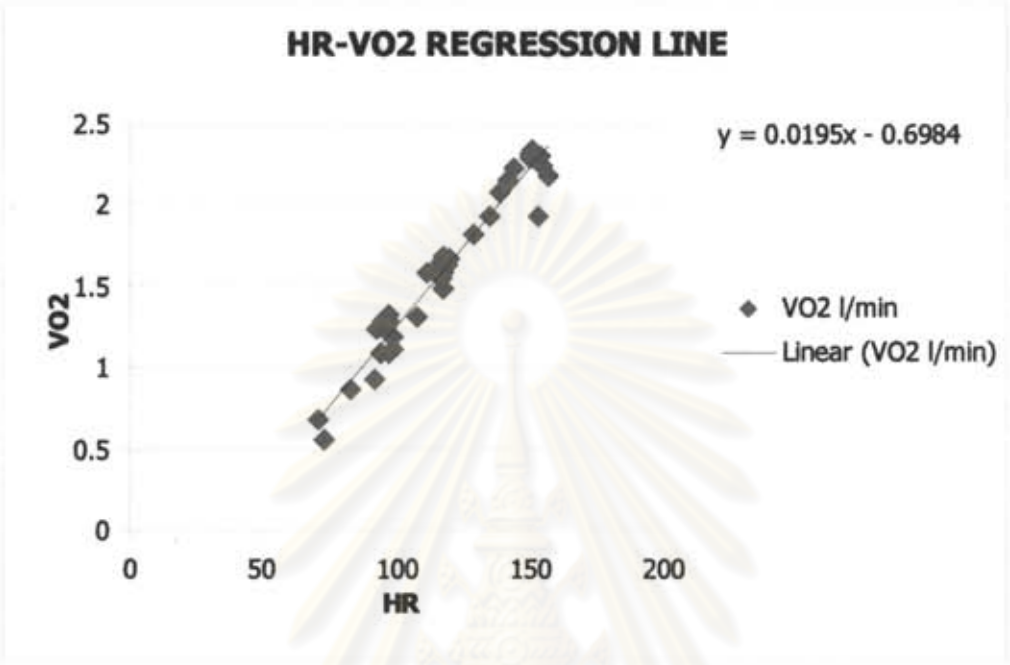
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. นักกีฬาทีมชาติชุด B รุ่นน้ำหนัก 60 กิโลกรัม

ลักษณะการชก	รูปแบบรุก (Fighter) และรูปแบบรับ (Boxer)
ประสบการณ์	3 ปี
ชื่อเรียกกลุ่มตัวอย่าง	B-60
อายุ	18 ปี
น้ำหนัก	60 กิโลกรัม
ส่วนสูง	164 เซ็นติเมตร
BMI	22.3
% FAT	17.83
Glycogen	448 กรัม
BCM	26.96 กิโลกรัม
RMR	1497 กิโลแคลอรี
Heart Rate (ขณะพัก)	52 ครั้งต่อนาที
Heart Rate (สูงสุด)	202 ครั้งต่อนาที
Right Hand-Grip	39.7 กิโลกรัม
Left Hand-Grip	36.6 กิโลกรัม
Sit and Reach	21.7 เซ็นติเมตร
Leg Strength	191 กิโลกรัม
Co-Ordination (3 Times)	0.52 – 0.52 – 1.36 วินาที
VO_2	2408 มิลลิลิตรต่อนาที
VO_{2max}	39.48 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที
Hr max at VO_{2max}	158 ครั้งต่อนาที
RER	1.15
AT(LT)	119 ครั้งต่อนาที
AnT(RC)	143 ครั้งต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HR-VO_2 Regression Line



r = 0.976238

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CASE : B - 60

Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	BOX_FM05	Test number:	64	Barometric press. (mmHg):	768
Sex:	F	Test date:	15/2/2010	Temperature (degrees C):	22
Age:	18	Test time:	11:05	STPD:	0.823
Height (cm):	164.0	N. of steps:	63	BTPS insp:	1.105
Weight (Kg):	61.0	Duration (hh:mm:ss):	00:15:45	BTPS exp:	1.019
HR max (bpm):	202	BSA (m^2):	1.6	BMI (Kg/m^2):	22.6

Test Information

Test Duration: 00:15:45 ***Exercise duration:*** 00:09:00
Ergometer: HP Cosmos CosCom 1.3 ***Protocol:***
Test type: ***Reason for Test:***
Physician: ***Technician:***
Reasons for Stopping Test:
Subject's Response:

Pre-exercise Spirometry				Meas.	Pred	%Pred
FVC (l)				---	3.90	---
FEV1 (l)				---	3.42	---
MVV (l/min)				---	120	---
IC (l)				---	---	---

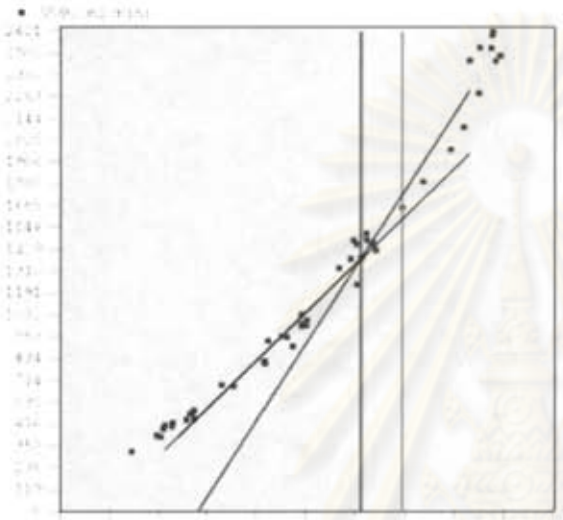
Exercise Testing	Rest	LT	RC	@VO2max	Pred	%Pred
t (hh:mm:ss)	---	00:07:00	00:09:30	00:12:15	---	---
Speed (Kmh*10)	---	40	55	55	161	34
Grade (%)	---	12	14	14	---	---
N/A (---)	---	---	---	---	---	---
Metabolic Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VO2 (ml/min)	---	1604	1822	2341	2182	107
VO2/Kg (ml/min/Kg)	---	26.30	29.87	38.38	35.77	107
METS (---)	---	7.5	8.5	10.9	10.2	107
R (---)	---	0.86	0.90	1.13	---	---
REE (kcal/day)	---	---	---	---	1457.6	---
Ventilatory Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
VE (l/min)	---	49.7	64.6	85.0	137.1	62
BR (%)	---	63	52	37	30.00	123
VT (l)	---	1.384	1.415	1.859	1.76	105
Rf (b/min)	---	35.9	45.6	45.7	50.0	91
Vt/FVC (---)	---	---	---	---	0.55	---
VD/VT (---)	---	0.20	0.22	0.21	---	---
Cardiovascular Response	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
HR (bpm)	---	115	129	151	202	74
HRR (%)	---	43	36	25	15	166
VO2/HR (ml/bpm)	---	13.9	14.1	15.5	10.8	143
Qt (l/min)	---	---	---	---	---	---
SV (ml/beat)	---	---	---	---	---	---
VO2@LT (ml/min)	---	1604	1822	2341	---	73
HR Recov (bpm)	---	---	---	14	12	116
P Syst (mmHg)	---	---	---	---	---	---
P Diast (mmHg)	---	---	---	---	---	---
Gas Exchange	**Rest**	**LT**	**RC**	**@VO2max**	**Pred**	**%Pred**
PetCO2 (mmHg)	---	33	31	34	---	---
PetO2 (mmHg)	---	111	116	116	---	---
VE/VO2 (---)	---	29	33	35	---	---
VE/VCO2 (---)	---	34	37	33	---	---
SpO2 (%)	---	---	---	---	---	---

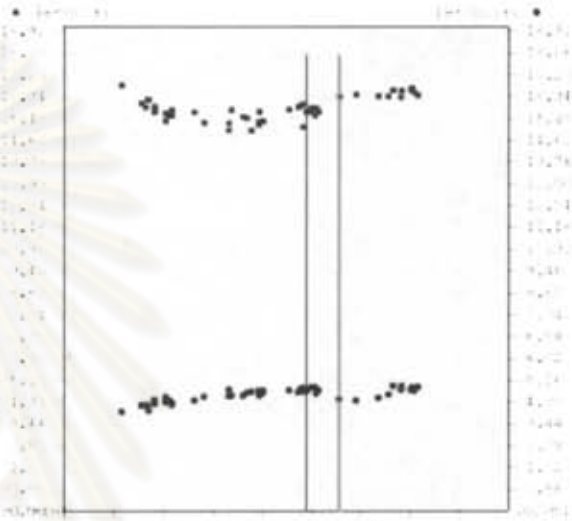
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

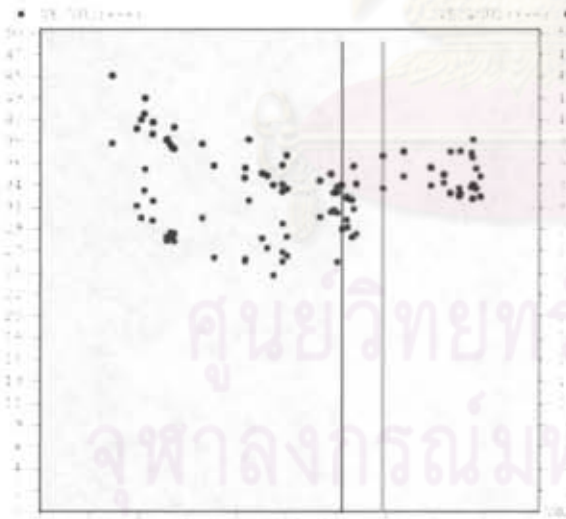
Sports Science Department
Laboratory
Srinakharinwirot University Ongkharak
http://pe.swu.ac.th

[redacted]

ID code:	**BOX_FM05**	*Test number:*	**64**	*Barometric press. (mmHg):*	**758**
Sex:	**F**	*Test date:*	**15/2/2010**	*Temperature (degrees C):*	**22**
Age:	**18**	*Test time:*	**11:05**	*STPD:*	**0.923**
Height (cm):	**164.0**	*N. of steps:*	**63**	*BTPS insp:*	**1.105**
Weight (Kg):	**61.0**	*Duration (hh:mm:ss):*	**00:15.45**	*BTPS exp:*	**1.019**
HR max (bpm):	**202**	*BSA (m^2):*	**1.6**	*BMI (Kg/m^2):*	**22.6**







Parameter	Values @LT	@VO2max	% Max	Values @RC
t(hh:mm:ss)	00:07:00	00:11:00	63.6%	00:09:30
Speed(Km*10)	40	55	72.7%	55
Grade(%)	12	14	85.7%	14
N/A(---)	0	0	0.0%	0
VO2(ml/min)	1604	2341	68.5%	1822
VO2/Kg(ml/min/Kg)	26.30	38.38	68.5%	29.87
VCO2(ml/min)	1385	2488	55.6%	1656
VE(l/min)	49.7	85.0	58.4%	64.6
HR(bpm)	115	151	76.1%	129
R(---)	0.86	1.06	81.1%	0.90

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OmegaWave Assessment Report

Name	[redacted] CASE : B - 60
Assessment Date	**17 กุมภาพันธ์ 2553 - 10:22:53**
Date of Birth	**16 สิงหาคม, 1991 (18 years old)**
Weight	**61 kg. (17/2/2553)**
Height	**164 cm. (17/2/2553)**

Overall Readiness

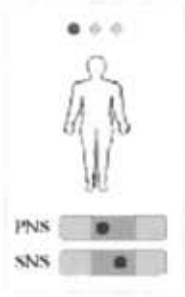
Based on the HRV assessment: Cardiac system reasonably ready for any level of activity

Based on the DiffECG assessment of the Energy Supply System, the following training intensity zones are identified:

- Anaerobic 162 - 188 bpm
- Aerobic 136 - 165 bpm
- Recovery 111 - 139 bpm
- Recuperation 97 - 112 bpm

Readiness Indicators

Current state of Cardiac System *	Stress Index	4	Moderate
	Fatigue	7	Complete recovery
	Adaptation Reserves	5	Moderate
Current state of Regulatory Mechanisms *	CNS	-	-
	GEC System **	-	-
	Detoxification System	-	-
	Hormonal System	-	-
Current state of Energy Supply System	Aerobic status index	122	High
	Anaerobic status index	146	High
	HR at anaerobic threshold	162	



Resting Heart Rate: 63 bpm *Scale 1-7, 7 is optimal

**GEC - Gas Exchange and Cardiopulmonary. PNS - Parasympathetic Nervous System. SNS - Sympathetic Nervous System

Generated by OmegaWave Data Evaluator

Copyright (c) 2005-2007 OmegaWave Technologies, LLC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการแข่งขันครั้งที่ 1

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
16-02-10	1	155	2.3241	11.6205	23.241		15	1	
b60	2	158	2.3826	11.913	23.826		11	0	
	3	166	2.5386	12.693	25.386		13	3	
	4	168	2.5776	12.888	25.776		18	2	
	Total	161.75	2.455725	12.278625	98.229	Combination	57	6	2
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
16-02-10	1	181	2.071	10.355	20.71		15	0	
b57	2	172	1.9279	9.6395	19.279		14	2	
	3	167	1.8484	9.242	18.484		12	1	
	4	171	1.912	9.56	19.12		16	1	
	Total	172.75	1.939625	9.699125	77.593	Combination	57	4	3

ผลการแข่งขันครั้งที่ 2

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
18-02-10	1	153	2.2851	11.4255	22.851		28	4	
b60	2	158	2.3826	11.913	23.826		23	2	
	3	165	2.5191	12.5955	25.191		18	1	
	4	156	2.3436	11.718	23.436		21	1	
	Total	158	2.3826	11.913	95.304	Combination	90	8	3
Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	
18-02-10	1	161	2.2197	11.0985	22.197		26	0	
a60	2	165	2.3149	11.5745	23.149		21	2	
	3	171	2.4577	12.2885	24.577		25	2	
	4	173	2.5053	12.5265	25.053		20	2	
	Total	167.5	2.3744	11.872	94.976	Combination	92	6	3

ผลการแข่งขันครั้งที่ 3

Name	Round	HR (bpm)	VO2(L/min)	EE;kcal(min)	total EE;kcal		Trial	Score	Experience(yrs)
19-02-10	1	158	2.3826	11.913	23.826		15	1	
b60	2	160	2.4216	12.108	24.216		13	0	
	3	166	2.5386	12.693	25.386		17	1	
	4	176	2.7336	13.668	27.336		18	0	
	Total	165	2.5191	12.5955	100.764	Fighter	63	2	3
19-02-10	1	157	1.8894	8.447	16.894		13	0	
a57	2	165	1.8166	9.083	18.166		14	1	
	3	171	1.912	9.56	19.12		12	0	
	4	174	1.9597	9.7985	19.597		16	0	
	Total	166.75	1.844425	9.222125	73.777	Boxer	55	1	3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ : นางสาวทิพย์ธาอร เหลืองบริบูรณ์

เกิดวันที่ : 3 ธันวาคม พ.ศ. 2528

สถานที่เกิด : กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา : โรงเรียนราชวินิต จ.กรุงเทพฯ ปีการศึกษา 2540

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา : โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ ปีการศึกษา 2546

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี : ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาตร์การกีฬา จากสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2550 (เกียรตินิยมอันดับ 2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย