

การเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความทนต่อ  
ความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชน



นางสาวคนางค์ ศรีหิรัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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

A COMPARISON BETWEEN ON-COURT AND OFF-COURT INTERVAL TRAINING  
ON TOLERANCE TO FATIGUE AND SKILLED TENNIS PERFORMANCE  
IN YOUTH TENNIS PLAYERS



Miss Kanang Srihirun

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Sports Science

Faculty of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนาม  
และนอกสนามที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและ  
ความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส  
ระดับเยาวชน

โดย

นางสาวคนางค์ ศรีหิรัญ

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ดร.ดรณวรรณ สุขสม

Professor Timothy D. Mickleborough, Ph.D.

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทிரากรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดรณวรรณ สุขสม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(Professor Timothy D. Mickleborough, Ph.D.)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลป์ชัย สุวรรณธาดา)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทிரากรณ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.ทศพร ยี่มรัมย์)



# # 5278953639 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS: INTERVAL TRAINING / THE LOUGHBOROUGH INTERMITTENT TENNIS TEST (LITT) / TIME TO VOLITIONAL FATIGUE

KANANG SRIHIRUN: A COMPARISON BETWEEN ON-COURT AND OFF-COURT INTERVAL TRAINING ON TOLERANCE TO FATIGUE AND SKILLED TENNIS PERFORMANCE IN YOUTH TENNIS PLAYERS. ADVISOR: ASST. PROF. WANCHAI BOONROD, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. DAROONWAN SUKSOM, Ph.D., PROF. TIMOTHY D. MICKLEBOROUGH, Ph.D., 140 pp.

The purpose of this study was to investigate the effect of on-court and off-court interval training on the tolerance to fatigue and skilled tennis performance in young tennis players. Forty male tennis players of the Bangkok Sports School and Suphanburi Sports School, aged 15 and 18 years, were randomly assigned to four groups: (1) on-court interval-training at the ratio of 1:1 (10-second training : 10-second recovery) (On-INT 1:1; n=10) (2) on-court interval-training at the ratio of 1:2 (10-second : 20-second) (On-INT 1:2; n=10) (3) off-court interval-training at the ratio of 1:1 (10-second : 10-second) (Off-INT 1:1; n=10), and (4) off-court interval-training at the ratio of 1:2 (10-second : 20-second) (Off-INT 1:2; n=10). All of four groups trained for 3 days per week for 8 weeks. The On-INT groups (tennis skill specific interval training in the field) consisted of high-intensity exercise, alternating active recovery (footwork). The Off-INT groups (running interval training on treadmill) consisted of high-intensity exercise performed by running at 90-100 % of peak treadmill speed (PTS), alternating with running at 30-40% of PTS. The dependent measures included maximum oxygen consumption (VO<sub>2</sub>max), a 20 m sprint, agility test, vertical jump height test, skilled tennis test, time to volitional fatigue, and blood lactate concentration on the LITT, while were measured at pre- and post-training.

#### Results :

1. After 8 weeks of training, VO<sub>2</sub>max significantly increased ( $p < .05$ ) in all 4 groups. The On-INT 1:1 and On-INT 1:2 groups significantly increased their ( $p < .05$ ) time to volitional fatigue on the LITT. Skilled tennis performance improved significantly ( $p < .05$ ) in all 4 groups.

2. When compared among groups, blood lactate concentration on the LITT (at min 13:20) was significantly lower in the On-INT 1:1 group ( $p < .05$ ) than the of On-INT 1:2, Off-INT 1:1 and 1:2 groups. In addition, the On-INT 1:1 group had a significantly higher ( $p < .05$ ) in the percentage of accuracy ( $p < .05$ ) and lower percentage of error ( $p < .05$ ) than the other groups.

In conclusion, all groups undergoing produced interval training beneficial effects for tennis players in a variety of ways. The On-court interval training group at the ratio of 1:1 was more effective in enhancing fatigue tolerance and skilled tennis performance in tennis players.

Field of Study: Sports Science

Academic Year: 2013

Student's Signature .....

Advisor's Signature .....

Co-Advisor's Signature .....

Co-Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ดร.ณวรรณ สุขสม และ Prof. Dr. Timothy D. Mickleborough อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งกรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจน และคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ให้ความเมตตา ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

การวิจัยนี้จะไม่สำเร็จลงได้หากไม่ได้รับความสนับสนุน “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” จากกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และทุนคณะวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ที่ให้การสนับสนุนเรื่องอุปกรณ์ทดสอบ เครื่องมือ และสถานที่ รวมทั้งมอบความรู้ให้กับผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอบคุณ นักเรียนโรงเรียนกีฬากรุงเทพ และโรงเรียนกีฬาสุพรรณบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย อันส่งผลให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ด้วยความดีและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอบแต่บิดาและมารดาอันเป็นที่รักยิ่ง ขอบพระคุณที่ท่านอบรมสั่งสอน ทั้งสนับสนุนในเรื่องการศึกษามาโดยตลอด รวมถึงให้กำลังใจ และคำแนะนำดี ๆ ตลอดมา จนผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์สำเร็จได้ตามที่ตั้งใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฎ
สารบัญรูป.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
คำถามของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
คำจำกัดความของการวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
กีฬาเทนนิส.....	10
ระบบพลังงาน.....	15
ระบบพลังงานในการเล่นกีฬาเทนนิส.....	16
หลักของการฝึกซ้อมในนักกีฬาเทนนิส.....	18
ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ.....	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
กลุ่มตัวอย่าง.....	31
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	32

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	33
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	39
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ.....	98
รายการอ้างอิง.....	107
ภาคผนวก.....	115
ภาคผนวก ก ใบรับรองโครงการวิจัย.....	116
ภาคผนวก ข การแบ่งระดับความชำนาญของผู้เล่นโดยโปรแกรมการจัดอันดับเทนนิสสากล.....	123
ภาคผนวก ค แบบบันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยา.....	124
ภาคผนวก ง แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย.....	125
ภาคผนวก จ แบบบันทึกข้อมูลความอดทนของระบบไหลเวียนและการหายใจ.....	126
ภาคผนวก ฉ การทดสอบสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะ.....	127
ภาคผนวก ช การทดสอบทักษะทางกีฬาเทนนิส.....	129
ภาคผนวก ซ การทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้า.....	135
ภาคผนวก ฌ ขั้นตอนและวิธีการการเจาะเลือดเพื่อหาระดับแลคเตท.....	136
ภาคผนวก ฎ โปรแกรมการฝึกแบบสลับช่วงของนักกีฬาเทนนิส.....	137
ภาคผนวก ฏ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย.....	139
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	140





<b>ตารางที่ 11</b> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ของกลุ่มที่ 4 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2).....	66
<b>ตารางที่ 12</b> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนบอลที่ดีทั้งหมด เปอร์เซนต์ความแม่นยำ ความคงที่ และบอลที่ออก ในการทดสอบตีบอลในสนาม (The Loughborough Intermittent Tennis Test) ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 1 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1).....	68
<b>ตารางที่ 13</b> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนบอลที่ดีทั้งหมด เปอร์เซนต์ความแม่นยำ ความคงที่ และบอลที่ออกในการทดสอบตีบอลในสนาม (The Loughborough Intermittent Tennis Test) ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 2 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2).....	69
<b>ตารางที่ 14</b> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนบอลที่ดีทั้งหมด เปอร์เซนต์ความแม่นยำ ความคงที่ และบอลที่ออก ในการทดสอบตีบอลในสนาม (The Loughborough Intermittent Tennis Test) ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 3 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1).....	70
<b>ตารางที่ 15</b> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนบอลที่ดีทั้งหมด เปอร์เซนต์ความแม่นยำ ความคงที่ และบอลที่ออก ในการทดสอบตีบอลในสนาม (The Loughborough Intermittent Tennis Test) ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ของกลุ่มที่ 4 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2).....	71
<b>ตารางที่ 16</b> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มที่ 1กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่4 .....	76
<b>ตารางที่ 17</b> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4.....	780
<b>ตารางที่ 18</b> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4.....	80
<b>ตารางที่ 19</b> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการกระโดดในแนวตั้ง ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 .....	82
<b>ตารางที่ 20</b> การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะในการตีเทนนิส ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4.....	84

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับ ช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4.....	86
ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval- training) 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 .....	88
ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ เปอร์เซ็นต์ความคงที่ในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 .....	90
ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ เปอร์เซ็นต์บอลที่ออกในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 .....	92
ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 .....	94
ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยระดับแลคเตทในเลือด หลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 .....	96

## สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1 ระบบพลังงานที่ใช้ในการเล่นกีฬาเทนนิส .....	17
แผนภูมิที่ 2 ค่าเฉลี่ยอายุของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก .....	42
แผนภูมิที่ 3 ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก.....	43
แผนภูมิที่ 4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก .....	44
แผนภูมิที่ 5 ค่าเฉลี่ยประสบการณ์ในการเล่นเทนนิสของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก .....	45
แผนภูมิที่ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในร่างกายของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก .....	46
แผนภูมิที่ 7 ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก .....	47
แผนภูมิที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึก .....	54
แผนภูมิที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร ก่อนการฝึกและหลังการฝึก .....	55
แผนภูมิที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการฝึกและหลังการฝึก.....	56
แผนภูมิที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการกระโดดในแนวตั้ง ก่อนการฝึกและหลังการฝึก .....	57
แผนภูมิที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะในการตีเทนนิส ก่อนการฝึกและหลังการฝึก .....	58
แผนภูมิที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก .....	59
แผนภูมิที่ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มที่ 1 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1 .....	61
แผนภูมิที่ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มที่ 2 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2 .....	63
แผนภูมิที่ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มที่ 3 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1.....	65
แผนภูมิที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มที่ 4 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2.....	67
แผนภูมิที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนบอลที่ดีทั้งหมด ก่อนการฝึกและหลังการฝึก.....	72
แผนภูมิที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการตีบอล ก่อนการฝึกและหลังการฝึก .....	73

แผนภูมิที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความคงที่ ก่อนการฝึกและหลังการฝึก.....	74
แผนภูมิที่ 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์บอลที่ออก ก่อนการฝึกและหลังการฝึก .....	75
แผนภูมิที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึกและหลังการฝึก .....	77
แผนภูมิที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร ก่อนการฝึกและหลังการฝึก.....	79
แผนภูมิที่ 24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไวก่อนการฝึกและหลังการฝึก.....	81
แผนภูมิที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการกระโดดในแนวตั้ง ก่อนการฝึกและหลังการฝึก.....	83
แผนภูมิที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะในการตีเทนนิส ก่อนการฝึกและหลังการฝึก .....	85
แผนภูมิที่ 27 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก .....	87
แผนภูมิที่ 28 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึก .....	89
แผนภูมิที่ 29 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความคงที่ในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึก.....	91
แผนภูมิที่ 30 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์บอลที่ออกในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึก .....	93
แผนภูมิที่ 31 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก .....	95
แผนภูมิที่ 32 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับแลคเตทในเลือด หลังการฝึก.....	97

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นสามารถประเมินได้ 3 ระดับ .....	23
รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	30
รูปที่ 3 การฝึกแบบสลับช่วง.....	35
รูปที่ 4 การฝึกแบบสลับช่วงในสนาม.....	36
รูปที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	38



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันกีฬาเทนนิสได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย การพัฒนานักกีฬาให้ประสบความสำเร็จ เป็นนักกีฬาอาชีพนับเป็นความต้องการของผู้ฝึกสอน นักกีฬา รวมถึงปัจจัยหลายอย่างที่เป็นตัวสนับสนุนการพัฒนานักกีฬาให้ประสบความสำเร็จในระดับนานาชาติ รายการแข่งขันเทนนิสที่สำคัญในปัจจุบันไม่นับรวมโอลิมปิก ได้แก่ เดวิส คัพ (Davis cup) เฟเดอเรชันส์ คัพ (Federation cup) และรายการแกรนด์สแลม(Grand Slam) ซึ่งเป็นชื่อเรียกการแข่งขันเทนนิสรายการใหญ่ที่สุด 4 รายการของโลก ประกอบด้วย 1)ออสเตรเลียเียนโอเพ่น (Australian Open) แข่งขันในเดือนมกราคม ของทุกปี ที่ประเทศออสเตรเลีย บนฮาร์ดคอร์ต 2)เฟรนช์โอเพ่น (French Open) แข่งขันในเดือน พฤษภาคมถึงมิถุนายน ที่ประเทศฝรั่งเศส บนคอร์ตดิน 3)วิมเบิลดัน (Wimbledon) แข่งขันในเดือน มิถุนายนถึงกรกฎาคม ที่ประเทศอังกฤษ บนคอร์ตหญ้า และ 4)ยูเอสโอเพ่น (U.S. Open) แข่งขันในเดือนสิงหาคมถึงกันยายน ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา บนฮาร์ดคอร์ต รายการแข่งขันเหล่านี้จัดเป็นสุดยอดของการแข่งขันที่น่าสนใจของนักกีฬาทั่วโลก (International Tennis Federation, 2001) การประสบความสำเร็จในการแข่งขันเทนนิสขึ้นอยู่กับความสามารถของนักกีฬาในการที่จะรักษาความอดทนในการแข่งขันเทนนิส โดยเฉพาะรายการที่ทำการแข่งขัน 5 เซต นักกีฬาควรให้ความสำคัญต่อการรักษาระดับเทคนิค (Technical) แท็กติก (Tactical) สภาพทางสรีรวิทยา (Physiological) และสภาพจิตวิทยา (Psychological) ของนักกีฬาให้คงอยู่ในระดับสูงตลอดการแข่งขัน (Smekal et al., 2001) ตัวอย่างเช่น ในการแข่งขันเทนนิส ยูเอสโอเพ่น (U.S. Open) ในปี ค.ศ. 1988 ชายเดี่ยวรอบชิงชนะเลิศ ใช้เวลาทำการแข่งขัน 4.9 ชั่วโมง (Chandler, 1995) และในปี ค.ศ. 1994 ในระหว่างการแข่งขันมีอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิบนพื้นผิวสนามเท่ากับ 54 องศาเซลเซียส (Bergeron, Armstrong, & Maresh, 1995) ภายใต้อสภาพดังกล่าวนักกีฬาต้องเร่งความเร็ว (Acceleration) ลดความเร็ว (Deceleration) เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว การรักษาการทรงตัวและการตีบอลซ้ำ ๆ ซึ่งสมรรถภาพทางกายที่เป็นตัวจำกัดความสามารถในการเคลื่อนไหวดังกล่าวจะประกอบด้วยความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory endurance) สำหรับกีฬาเทนนิสเป็นกีฬาที่ใช้เวลาทำการแข่งขันที่ยาวนานและใช้ความหนักของการออกกำลังกายสูงตลอดการแข่งขัน กีฬาเทนนิสจึงจัดเป็นรูปแบบการออกกำลังกายแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent exercise) เป็นการออกกำลังกายที่มีช่วงสลับหนักและเบา สหพันธ์เทนนิสนานาชาติ (ITF : International Tennis Federation, 2007) ได้ทำการวิเคราะห์ระบบพลังงานในการแข่งขันเทนนิสพบว่า นักกีฬาเทนนิสใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ไม่เกิดกรดแลคติก (Anaerobic alactate system) 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่เกิดกรดแลคติก (Anaerobic lactate system) 20 เปอร์เซ็นต์ และระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic system) 10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกีฬาเทนนิสเป็นกีฬาที่ต้องการความสามารถของนักกีฬาในการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วในทุก ๆ ทิศทาง การเร่งความเร็ว การหยุด การออกตัว การเปลี่ยนทิศทาง และ

การกระโดด ซึ่งเป็นธรรมชาติของนักกีฬาเทนนิส (Chandler, 1995) มีการศึกษาลักษณะเฉพาะของ ความต้องการระบบพลังงานของกีฬาเทนนิส โดยกีฬาเทนนิสจะเน้นไปที่ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) เอลเลียตและคณะ (Elliott et al., 1985) ทำการศึกษาเกมการแข่งขันพบว่า ระยะเวลาของการเล่นในแต่ละแต้มเท่ากับ 7-10 วินาที และจากการศึกษาถึงรายละเอียดของเกมการแข่งขันจากรายการแกรนด์สแลม (Grand Slam, 1997-1999) พบว่า ระยะเวลาเฉลี่ยของแต่ละแต้ม อยู่ที่  $6.3 \pm 1.8$  วินาที ในรายการนี้ทำการแข่งขันทั้งหมด 5 เซต เวลาทำการแข่งขันอยู่ในช่วง 1-5 ชั่วโมง ระยะเวลาเฉลี่ยแต่ละแต้มที่ประมาณ 2 ชั่วโมง (P & Ingram, 2001) สำหรับการศึกษาเกมการแข่งขันบนคอร์ทดิน (Clay-court) พบว่า ในการเล่นแต่ละแต้มใช้เวลาเฉลี่ย 7.2 วินาที และเวลาพัก 15.5 วินาที ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนระหว่างการทำงานกับการพัก (Work-to-rest ratio) 1:1, 1:1.7, 1:2 (Christmass et al., 1998) สอดคล้องกับการศึกษาของโคแวก พบว่า อัตราส่วนระหว่างการทำงานกับการพักอยู่ที่ 1:2 และ 1:5 (Kovacs, 2006)

ธรรมชาติของกีฬาเทนนิสเป็นลักษณะการออกกำลังกายที่ใช้ความหนักที่สูง (High-intensity) ในแต่ละช่วงของกิจกรรม มีทั้งกิจกรรมที่หนักและเบาหมุนเวียนไม่สม่ำเสมอ (Intermittent) มีช่วงของความหนักที่ต่ำ (Low-intensity) ในระหว่างช่วงพักของเกมการแข่งขัน ระหว่างแต้ม หรือการเปลี่ยนแดน (Fernandez-Fernandez et al., 2009; ITF, 2002) สำหรับการแข่งขันเทนนิสมีข้อกำหนดในการแข่งขันตามกฎของสหพันธ์เทนนิสนานาชาติ (ITF, International Tennis Federation) อนุญาตให้พักได้เพียง 20 วินาทีระหว่างแต้มในการแข่งขัน 90 วินาทีระหว่างการเปลี่ยนแดน และ 120 วินาทีระหว่างเซต (ITF, 2002) ระยะเวลาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจะรักษาระดับกิจกรรมการทำงานของกล้ามเนื้อในนักเทนนิสขณะทำการแข่งขันได้นั้น จำเป็นต้องเข้าใจระบบพลังงาน ซึ่งระบบพลังงานแบบฉับพลัน (ATP-PCr) มีอิทธิพลสำคัญต่อนักกีฬาในการแสดงทักษะที่ต้องใช้ความหนักสูงและทำซ้ำหลายๆ ครั้งในระหว่างการแข่งขัน แต่เมื่อประสิทธิภาพในการทำงานของระบบพลังงานแบบฉับพลันลดลง เนื่องจากร่างกายไม่สามารถผลิตครีเอทีนฟอสเฟต (Phosphocreatine : PCr) ขึ้นมาใหม่ได้ทันตามความต้องการของร่างกาย (Gastin, 2001) มีผลให้ประสิทธิภาพในการแสดงทักษะของนักกีฬาลดลง ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการฟื้นตัวของระบบพลังงานแบบฉับพลัน เนื่องจากความสามารถในการใช้ออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับกระบวนการสร้างครีเอทีนฟอสเฟตขึ้นมาใช้ใหม่ ดังนั้นการมีสมรรถภาพของระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพย่อมจะมีประโยชน์ต่อนักกีฬา (Tomlin & Wenger, 2001)

เทนนิสเป็นกีฬาที่มีระยะเวลาแข่งขันนาน และอาศัยการใช้ความพยายามที่ความหนักสูงๆ กระทำซ้ำอย่างต่อเนื่องตลอดการแข่งขัน (Reilly, Hughes, & Lees, 1995) นักกีฬาอาจประสบปัญหาที่เป็นผลจากความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น ทำให้การแสดงทักษะในการแข่งขันลดลง ความเมื่อยล้าเป็นอาการที่เกิดขึ้นที่ทำให้เห็นถึงการลดลงของประสิทธิภาพการทำงานในขณะออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา เช่น การลดลงของพลังกล้ามเนื้อ การเคลื่อนที่ของนักกีฬาช้าลง (Knicker et al., 2011) และความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นนั้น สามารถอธิบายหรือให้คำจำกัดความคล้ายกับการลดลงของความสามารถในการสร้างพลังสูงสุด (Maximal force capacity) ของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลมาจากกลไกของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neural and muscular mechanisms) (Gandevia, 2001)



การที่นักกีฬามีประสิทธิภาพหรือความสามารถ ในการแสดงทักษะลดลงนั้นอาจเป็นผลมาจากความอ่อนล้าหรือความเมื่อยล้า (Fatigue) ที่เกิดขึ้นได้ (Abbiss & Laursen, 2007; Enoka & Duchateau, 2008) สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า คือ กรดแลคติก (Lactic acid) กรดแลคติกเป็นของเสีย (Waste products) ตัวหนึ่งที่ได้จากการสร้างพลังงานของระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic system) เมื่อมีกรดแลคติกเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อ การที่เซลล์มีสถานะเป็นกรดมากขึ้น ทำให้มีการปล่อยแคลเซียม ( $Ca^{++}$ ) จาก ซาโคพลาสตมิกเรติคูลัม (Sarcoplasmic reticulum) ลดลง และเป็นการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์สำคัญของกระบวนการไกลโคไลซิส (Glycolysis) รบกวนการจับของแคลเซียม ( $Ca^{++}$  troponin binding capacity) ทำให้ขัดขวางการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยแอกติน (Actin) กับไมโอซิน (Myosin) จะจับตัวกันได้ยาก ส่งผลให้กล้ามเนื้อหดตัวได้ช้าลง (Cairns et al., 2005) การล้าของกล้ามเนื้อมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ การลดลงของพลังงานที่สะสม การขาดออกซิเจน และที่สำคัญคือการมีกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อมาก การล้าของกล้ามเนื้อจะทำให้รู้สึกไม่สบายที่กล้ามเนื้อ หรือมีอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อร่วมด้วย เมื่อมีการล้าเกิดขึ้นกล้ามเนื้อจะเคลื่อนไหวได้ช้าลง ส่งผลให้กล้ามเนื้อทำงานได้ไม่เต็มที่ โดยทั่วไปในกีฬาเทนนิส ระดับแลคติก และความเป็นกรดในกล้ามเนื้อจะถูกคิดว่ามี การเกิดขึ้นน้อยในขณะแข่งขันเทนนิส และมีผลต่อความเมื่อยล้าเล็กน้อย (Therminarias et al., 1991) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของระดับแลคติกในระบบไหลเวียนเลือดในขณะแข่งขันเทนนิสสามารถเกิดขึ้นได้ (Christmass et al., 1998) และระดับแลคติกที่เกิดขึ้นมีอิทธิพลต่อความเมื่อยล้าระหว่างแข่งขัน โดยมีงานวิจัยทำการศึกษาถึงระดับแลคติกที่เกิดขึ้นจากการแข่งขัน ดังนี้ ในปี ค.ศ. 2000 พบว่า ค่าของระดับกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจากเกมการแข่งขัน อยู่ในช่วง 0.7-5.2 มิลลิโมลต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 2 มิลลิโมลต่อลิตร ในปี ค.ศ. 2005 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าแลคติกที่เกิดขึ้นของผู้เล่นฝ่ายเสิร์ฟ (Serve game) และ ผู้เล่นฝ่ายรับ (Return game) ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.61 และ 3.20 มิลลิโมลต่อลิตรตามลำดับ โดยระดับของแลคติกสูงสุดที่พบ คือ 8.6 มิลลิโมลต่อลิตร (Fernandez et al., 2005) ต่อมาในปี 2006 พบว่า ค่าของระดับกรดแลคติกมีค่า 1.8-2.8 มิลลิโมลต่อลิตร และอาจเพิ่มขึ้นถึง 8 มิลลิโมลต่อลิตร (Fernandez, Mendez-Villanueva, & Pluim, 2006) จะเห็นได้ว่าระดับกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้นมีส่วนทำให้การแสดงทักษะของนักกีฬาลดลงจากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาในปี ค.ศ. 1998 และ 2002 ได้มีการศึกษาถึงความเมื่อยล้าในกีฬาเทนนิส โดยพบว่าความเมื่อยล้าเป็นตัวจำกัดความสมบูรณ์ทางสรีรวิทยาจากการศึกษาได้มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนว่า ความเมื่อยล้าส่งผลต่อความสามารถในการตีเทนนิส จากการศึกษาวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบฉับพลัน (Single bout exercise and acute exercise) ที่กระตุ้นให้เกิดอาการเมื่อยล้า ในปี ค.ศ. 1997 แมคคาร์ที และวิลเลียม ได้ศึกษาถึงความเมื่อยล้าที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพในการตีลูก โดยทำการทดสอบความสามารถในการตีและการเสิร์ฟเทนนิส ปรากฏว่าผลของความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นนั้นส่งผลต่อการลดลงของความแม่นยำในการตีบอล และการเสิร์ฟ (Ground stroke and serve) สอดคล้องกับงานวิจัยของดาร์วี และคณะ ในปี ค.ศ. 2002 (Davey et al., 2002) พบว่า ความแม่นยำในการตีบอล และความแม่นยำในการเสิร์ฟลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น และยังพบว่าในขณะที่ทำการทดสอบนั้นมีการสะสมของปริมาณกรดแลคติกในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสามารถวัดปริมาณกรดแลคติกสูงสุดที่เกิดขึ้นได้ประมาณ 9 มิลลิโมลต่อลิตร อย่างไรก็ตามการ

ศึกษาวิจัยที่ผ่านมานอกจากจะบ่งชี้ถึง ความเมื่อยล้าที่เป็นปัจจัยสำคัญซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการตีบอล ความเมื่อยล้ายังส่งผลต่อการเคลื่อนที่ในสนาม โดยพบว่า จำนวนบอลที่นักกีฬาไม่สามารถวิ่งไปได้จะเพิ่มขึ้น 6 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับเวลาที่ใช้ในการวิ่งไปตีจะเพิ่มขึ้นอีกด้วย (Vergauwen, Spaepen, Lefevre, & Hespel, 1998)

การฝึกแบบสลับช่วง (Interval training) เป็นการฝึกอีกรูปแบบหนึ่งที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาเสริมสร้างกำลัง ความอดทน และความเร็วให้คงสภาพ หรือมีความต่อเนื่องได้นานกว่าปกติ อีกความหมายหนึ่งอาจจะเรียกระบบการฝึกนี้ว่า การฝึกแบบสลับช่วงพัก (Intermittent training) หรือการฝึกแบบกระทำซ้ำ (Repetition training) (เจริญ กระบวนรัตน์, 2548) จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นผลดีของการฝึกแบบสลับช่วง (Interval training) ในปี ค.ศ. 2008 (Aguiar et al., 2008) มีการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกแบบสลับช่วงพัก (Intermittent training) กับการฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous training) ในนักฟุตบอล พบว่า การฝึกแบบสลับช่วงพักส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการวิ่งในระยะทาง 15 และ 30 เมตร ลดลงเร็วกว่าการฝึกแบบต่อเนื่อง และยังพบว่าดัชนีชี้วัดความเมื่อยล้าของการทดสอบความเร็วมีค่าสอดคล้องกับผลของการทดสอบความเร็วที่ได้ ต่อมาในปี ค.ศ. 2009 ทานิโซ และฮิราคาว่า (Tanisho & Hirakawa, 2009) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการฝึกที่ความหนักสูงแบบต่อเนื่อง (Continuous training) และการฝึกแบบสลับช่วง (Interval training) ทำการฝึกด้วยการปั่นจักรยานวัดงาน (Bicycle ergometers) ในนักกีฬาลาคrosse (Lacrosse) ผลการศึกษาพบว่าการฝึกแบบสลับช่วง (Interval training) ส่งผลให้ค่าสมรรถภาพการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic capacity) เพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์ของความเมื่อยล้าลดลงหลังสิ้นสุดการฝึกสำหรับการฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous training) ส่งผลต่อการลดลงของความเข้มข้นของระดับกรดแลคติกในเลือด และการฝึกทั้งสองแบบนี้ส่งผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen uptake) นอกจากนี้ยังสรุปได้ว่าการฝึกแบบสลับช่วง (Interval training) 10 วินาทีของการฝึก และ 20 วินาทีของการพัก ช่วยเพิ่มความสามารถของการใช้ออกซิเจนสูงสุด การใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนสูงสุด ความสามารถในการทนต่อความเมื่อยล้า และลดปริมาณระดับกรดแลคติกที่เกิดขึ้นหลังจากการฝึกได้ (Tanisho and Hirakawa, 2009) นอกจากนี้หวองและคณะ (Wong et al., 2010) ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักสูงประกอบด้วยการฝึกด้วยการวิ่งที่ความเร็ว 120 % ความเร็วสูงสุดแบบแอโรบิก (Maximal aerobic speed) เป็นเวลา 15 วินาที สลับการพัก 15 วินาที ผลการศึกษา พบว่า ความเร็วในการวิ่งที่ระยะทาง 15 และ 30 เมตร และความเร็วสูงสุดของการวิ่งเพิ่มขึ้นหลังการฝึก หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 2011 มีการศึกษาเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาแบบฉับพลันของการทดสอบการฝึกแบบสลับช่วงในสนาม กับนอกสนามในนักกีฬาเทนนิสที่ความหนัก 90-95 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดจำนวน 4 เซต ระยะเวลา 120 วินาที สลับกับการพักที่เวลา 90 วินาที พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจขณะทดสอบ ระดับกรดแลคติกที่เกิดขึ้น และระดับการรับรู้ความเหนื่อยที่ได้จากการทดสอบไม่พบความแตกต่างกันของทั้งสองรูปแบบการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนามเทนนิส (Fernandez-Fernandez et al., 2011)

สำหรับกีฬาเทนนิสการศึกษาร่วมใหญ่จะมุ่งเน้นวิเคราะห์เกมการแข่งขัน กลวิธีในการเล่น การฝึกสมรรถภาพกล้ามเนื้อ และการวิเคราะห์ทางด้านชีวกลศาสตร์เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวในกีฬา

เทนนิส เช่น ทักษะการตีบอลและการเสิร์ฟ เป็นต้น สำหรับการศึกษาในเรื่องของความเมื่อยล้ากับกีฬาเทนนิสนั้น งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาไม่มาก การศึกษาส่วนใหญ่จะเน้นทำการทดสอบหรือดูผลฉับพลันของการออกกำลังกายต่อความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น ที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษารูปแบบการฝึกที่ช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาเทนนิสให้ทนต่อความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจากการแข่งขันหรือเพื่อช่วยลดอาการเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นให้เกิดช้าลง (Delay fatigue) รูปแบบของการฝึกที่จะนำมาใช้เคลื่อนที่อย่างรวดเร็วในทุก ๆ ทิศทาง มีการจำเป็นต้องสอดคล้องกับธรรมชาติของกีฬาเทนนิสที่มีการหยุด การออกตัว ต่อเนื่องหมุนเวียนไป (Chandler, 1995) กีฬาเทนนิสเป็นรูปแบบการออกกำลังกายแบบสลับช่วงหนักและเบา (Intermittent exercise) และที่สำคัญความหนักในการแข่งขันในเทนนิส

พบว่า ในการเล่นแต่ละแต้มใช้เวลาเฉลี่ย 7.2 วินาที และใช้เวลาพัก 15.5 วินาที ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนระหว่างการทำงานกับการพัก (Work to rest ratio 1:1 1:1.7 1:2) (Christmass et al., 1998; Kovacs, 2006) สอดคล้องกับการศึกษาของโคแควค พบว่า เวลาเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างการทำงานกับการพักอยู่ในช่วง 5-10 วินาที และ 10-20 วินาทีตามลำดับ (Fernandez et al., 2006) จากข้อมูลดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่มีความคาบเกี่ยวกันระหว่างอัตราส่วนการทำงานกับการพัก (Work-to-rest ratio) ที่ 1:1 และ 1 :2 ในการศึกษาที่ผ่านมาอันยังไม่มีผู้ใดศึกษาเปรียบเทียบการฝึกแบบสลับช่วงที่อัตราส่วนการทำงานกับการพัก 1:1 และ 1:2 ที่ทำการฝึกในสนามเทนนิสและบนลู่วิ่งมาก่อน ด้วยเหตุผลและข้อมูลดังกล่าว คณะวิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสที่อัตราส่วนการทำงานกับการพัก 1:1 และ 1:2 เพื่อเพิ่มสมรรถภาพและขีดความสามารถให้แก่ นักกีฬา ช่วยเตรียมความพร้อมแก่นักกีฬาก่อนทำการแข่งขัน ทั้งรักษาประสิทธิภาพและความสามารถให้คงอยู่ในระดับสูงตลอดเกมการแข่งขันต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

### วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบสลับช่วงต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสชายอายุ 15-18 ปี

### วัตถุประสงค์รอง

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 กับการฝึกแบบสลับช่วง ที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 2 ที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส

### คำถามของการวิจัย

1. การฝึกแบบสลับช่วงส่งผลอย่างไรต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสเพศชาย
2. การฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. ผลของการฝึกแบบสลับช่วงที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 กับการฝึกแบบสลับช่วงที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 2 ที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

### สมมติฐานของการวิจัย

1. การฝึกแบบสลับช่วงส่งผลต่อการลดลงของความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นและช่วยเพิ่มความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส
2. การฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสไม่แตกต่างกัน
3. ผลของการฝึกแบบสลับช่วงที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 ส่งผลดีต่อการพัฒนาความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสมากกว่าการฝึกแบบสลับช่วงที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 2

### ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเทนนิสเพศชายของโรงเรียนกีฬา จำนวน 40 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 (Interval training on-court, work : rest ratio, 1:1) จำนวน 10 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 2 (Interval training on-court, work : rest ratio, 1:2) จำนวน 10 คน

กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 1 (Interval training off-court, work : rest ratio, 1:1 ) จำนวน 10 คน

กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 2 (Interval training off-court, work : rest ratio, 1:2 ) จำนวน 10 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variables) คือ

### 3.1.1 การฝึกแบบสลับช่วง (Interval training)

การฝึกแบบสลับช่วงในสนาม (Interval training on-court)

การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนาม (Interval training off-court)

### 3.1.2 อัตราส่วนการฝึกต่อการพักของโปรแกรมการฝึกแบบสลับช่วง

อัตราส่วน 1 ต่อ 1 (การฝึก 10 วินาที ต่อ การพัก 10 วินาที)

อัตราส่วน 1 ต่อ 2 (การฝึก 10 วินาที ต่อ การพัก 20 วินาที)

### 3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variables) ประกอบด้วย

3.2.1) ตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนักตัว (Body weight) ส่วนสูง (High) ดัชนีมวลกาย (Body mass index) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting heart rate) และความดันโลหิต (Blood pressure)

3.2.2) ตัวแปรด้านสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ( $VO_2max$ ) ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และพลังของกล้ามเนื้อขา

3.2.3) ความเมื่อยล้า ได้แก่ ระดับแลคเตทในเลือด (Blood lactate concentrations) และระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม (Time to volitional fatigue both LITT test)

3.2.4) ความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสขณะทำการทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (The Loughborough Intermittent Tennis Test; LITT) ได้แก่ จำนวนบอลที่ดีทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์ของความแม่นยำและความผิดพลาดในการตีบอลในการทดสอบ

## คำจำกัดความของการวิจัย

การฝึกแบบสลับช่วง (Interval training) หมายถึง การฝึกในรูปแบบหนึ่งที่มีการสลับหมุนเวียนของการทำงานสลับด้วยการผ่อนคลายโดยช่วงการทำงาน (Work interval) เป็นช่วงที่ประกอบด้วย การออกกำลังกายที่ใช้ความหนักสูงและช่วงการผ่อนคลายเป็นช่วงเวลาพักระหว่างการทำงาน สำหรับงานวิจัยนี้ การฝึกแบบสลับช่วงได้กำหนดอัตราส่วนการฝึกต่อการพักที่อัตราส่วน 1 ต่อ 1 และอัตราส่วน 1 ต่อ 2

การฝึกในสนามเทนนิส (Training on-court) หมายถึง รูปแบบของการฝึกซ้อมในสนามเทนนิสโดยใช้พื้นที่ของสนามให้เป็นประโยชน์ในการเคลื่อนที่ไปตีบอลไปยังจุด หรือทิศทางต่าง ๆ เช่น ซ้าย ขวา หน้า และหลัง คล้ายการเคลื่อนที่ตามสถานการณ์จริงในการแข่งขัน สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ใช้การเคลื่อนที่ไปยังจุดต่าง ๆ บนสนามเทนนิสเพื่อตีบอล

การฝึกนอกสนามเทนนิส (Training off-court) หมายถึง รูปแบบของการฝึกซ้อมที่ไม่ได้ทำการฝึกในสนามเทนนิส และไม่มีการแสดงทักษะการตีลูก เช่น การฝึกในห้องปฏิบัติการ การฝึกในโรงยิม การฝึกในลู่วิ่ง สำหรับงานวิจัยนี้ใช้การวิ่งบนลู่วิ่งเป็นตัวแทนของการฝึกนอกสนามเทนนิส

ความเมื่อยล้า (Fatigue) หมายถึง อาการที่แสดงให้เห็นถึงการหมดแรงของกล้ามเนื้อจากการใช้แรงพยายามในการทำงานเป็นเวลานาน หรือการที่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้นซ้ำๆ ส่งผลให้เกิดการสะสมของเสียที่เกิดขึ้นจากการเผาผลาญพลังงานในปริมาณมาก ส่งผลให้ความเร็วของการหดตัวของ

กล้ามเนื้อลดลง ระยะเวลาคลายตัวช้าลงทั้ง ๆ ที่กล้ามเนื้อยังถูกกระตุ้นอยู่ หรืออาการที่ทำให้เห็นถึงการลดลงของประสิทธิภาพในขณะที่ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา สำหรับงานวิจัยนี้ใช้การทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้าจากการเคลื่อนที่ตลุกในสนามอย่างต่อเนื่อง และการวิ่งบนลู่วิ่งที่ทำการเพิ่มความเร็วยิ่งอย่างต่อเนื่องจนนักกีฬาไม่สามารถเคลื่อนที่ตลุกหรือวิ่งได้ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยกำหนด

ความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิส (Skilled tennis performance) หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการแสดงทักษะ อันได้แก่ การเคลื่อนที่ในกีฬาเทนนิส การตี การรับลูก การเสิร์ฟ ซึ่งเกิดจากประสบการณ์หรือการเรียนรู้และการฝึกฝน การแสดงทักษะที่มีประสิทธิภาพโดยใช้พลังงานน้อยที่สุด มีองค์ประกอบ 3 ประการที่สำคัญของทักษะ คือ ประสิทธิภาพ (Effectiveness) ความคงเส้นคงวา (Consistency) และประสิทธิภาพ (Efficiency)

กรดแลคติก (Lactic Acid) หมายถึง กรดที่เกิดจากการที่กลูโคสเผาผลาญอย่างไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีออกซิเจนไม่เพียงพอทำให้เกิดการสะสมในกล้ามเนื้อแล้วแพร่กระจายออกมาสู่กระแสโลหิต ถ้ามีกรดนี้มากกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อจะถูกยับยั้ง ทำให้เกิดความเมื่อยล้า มีหน่วยเป็นมิลลิโมลต่อลิตร

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ( $VO_2max$ ) หมายถึง ปริมาณก๊าซออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายใช้ไปในเวลา 1 นาที โดยก๊าซออกซิเจนจะถูกนำไปสันดาปกับกลูโคส ไขมัน โปรตีน เพื่อให้ได้พลังงาน (ATP) สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดใช้เป็นดัชนีบอกความสามารถในการทำงานของหัวใจ ปอดและหลอดเลือด

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส
2. ทำให้ทราบถึงอัตราส่วนการฝึกต่อการพักที่ส่งผลต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส
3. ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลของความทนต่อความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นกับความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส
4. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการฝึกซ้อมสำหรับกีฬาเทนนิสต่อไป

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกการเคลื่อนไหวที่แบบเฉพาะเจาะจงใน กีฬาเทนนิสที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬา เทนนิสระดับเยาวชน ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้า รวบรวมเอกสาร บทความ และตำราวิชาการที่มีรายละเอียด ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งนำมาเรียบเรียงไว้ดังหัวข้อต่อไปนี้

#### กีฬาเทนนิส

- ประวัติและความเป็นมาของกีฬาเทนนิส
- ความต้องการทางสรีรวิทยาของกีฬาเทนนิส

#### ระบบพลังงาน

- ระบบพลังงานในการเล่นกีฬา
- ระบบพลังงานในการเล่นกีฬาเทนนิส

#### หลักของการฝึกซ้อมในนักกีฬาเทนนิส

- องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายสำหรับนักเทนนิส
- การฝึกสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาเทนนิส

#### ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ

- การออกกำลังกายกับความเมื่อยล้า
- ความเมื่อยล้าที่ส่งผลต่อสมรรถภาพในกีฬาเทนนิส

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- งานวิจัยในประเทศ
- งานวิจัยต่างประเทศ

#### กรอบแนวคิดในการวิจัย

## กีฬาเทนนิส

กีฬาเทนนิสเป็นกีฬาชนิดหนึ่งที่อาศัยทักษะ เทคนิค และการเล่นที่หลากหลาย ที่สำคัญเป็นกีฬาชนิดเดียวที่มีพื้นสนามแข่งขันหลายแบบ เช่น สนามคอนกรีต สนามดิน สนามหญ้า และสนามยางสังเคราะห์ ซึ่งในแต่ละพื้นสนามนักกีฬาจะต้องใช้ยุทธวิธีการเล่นที่แตกต่างกัน การเล่นเทนนิสต้องอาศัยสมรรถภาพทางกลไกหลายด้าน การพัฒนาการเล่นให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัย จึงต้องอาศัยการระบวงการวิเคราะห์ และการประยุกต์หลักการทางวิทยาศาสตร์การกีฬาเฉพาะด้าน (สนธยา สีละมาต, 2550)

ประวัติและความเป็นมาของกีฬาเทนนิส กีฬาเทนนิส หรือเรียกว่า ลอนเทนนิส (Lawn Tennis) เพราะกีฬาประเภทนี้เล่นในสนามหญ้า คำว่า Lawn แปลว่า สนามหญ้าและมีกีฬาอีกประเภทหนึ่งที่มีคำว่าเทนนิสอยู่ด้วยคือ เทเบิลเทนนิส คนทั่วไปนิยมเรียกก่ายๆ ว่า ปิงปอง ลอนเทนนิสในปัจจุบันได้วิวัฒนาการไปมาก และไม่จำเป็นต้องเล่นกันในสนาม อาจจะเล่นกันในห้องที่มีหลังคา พื้นไม้ หรือพื้นคอนกรีต แต่อย่างไรก็ตาม กีฬาประเภทนี้ยังได้ชื่อว่าลอนเทนนิสอยู่ดังเดิม เพราะเทนนิสแท้จริงนั้นเป็นกีฬาอีกประเภทหนึ่งที่เล่นกันในคอร์ตที่มีหลังคา แล้วใช้แร็กเกตที่ใหญ่กว่าแร็กเกตลอนเทนนิสธรรมดา ส่วนลูกบอลจะคล้ายลูกซอฟต์บอล หรือเบสบอล กีฬาเทนนิสเริ่มเล่นกันมาตั้งแต่สมัยโบราณ ส่วนลอนเทนนิสเพิ่งจะเริ่มขึ้นเมื่อปลายศตวรรษที่ 19 นี้เอง ในสมัยกรีกและโรมัน มีกีฬาซึ่งคล้ายกับเทนนิส ที่เล่นกันเมื่อประมาณ 1,300 ปี ก่อนคริสต์ศักราชกีฬาประเภทนี้เรียกเป็นภาษาฝรั่งเศสว่า เจอ เดอ ปูม (Jue de Paume) ชาวฝรั่งเศสนำเข้ามาเล่นในประเทศฝรั่งเศส โดยระยะแรกใช้ตีด้วยมือ (คล้ายวอลเลย์บอล) แต่ต่อมาได้วิวัฒนาการเป็นใช้แร็กเกตสำหรับข้อมูลเกี่ยวกับเทนนิสที่ได้บันทึกไว้เป็นลายลักษณ์อักษรปรากฏเป็นครั้งแรกในอิตาลีเมื่อปี พ.ศ. 2098 จนในศตวรรษที่ 16 และ 17 จึงได้แพร่หลายไปในอังกฤษ ศตวรรษที่ 18 กีฬาชนิดนี้ได้ซบเซาลง แต่ได้เริ่มนิยมเล่นกันอีกในหมู่ผู้มั่งคั่ง เมื่อราวศตวรรษที่ 19

คำว่า เทนนิส มาจากภาษาฝรั่งเศสว่า เทเนซ (Tenez) ซึ่งแปลว่า จะเอาไป, เล่นโดยมีชาวอังกฤษชื่อ W. Skeet ผู้ซึ่งมีความชำนาญ และมีชื่อเสียงให้การสนับสนุนว่า เทเนซเป็นของดั้งเดิมจริง แต่เขียนว่า เทเนทซ์ (Tenez) ซึ่งหมายความว่า เอาใจใส่ หรือระวัง โดยมีความหมายเหมือนกับในปัจจุบันคือ เล่น นาย Malcolm D. Whitman ผู้เขียนเรื่องความเป็นมาและความมหัศจรรย์ของเทนนิสกล่าวว่า การเล่นเจอ เดอ ปูม ได้ปรากฏก่อนเทนเนซ ในปี พ.ศ. 2416 พันตรี Walter C. Wingfield แห่งกองทัพบกอังกฤษได้ดัดแปลงการเล่นเทนนิสซึ่งเล่นกันในร่ม ไปเล่นในสนามกลางแจ้ง พร้อมทั้งนำเอาแร็กเกตแบบมินตันและคอร์ตเทนนิสมารวมกันเข้า และดัดแปลงเป็นกีฬาใหม่เรียกว่า สไฟริสติก (Sphairistike) ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็นลอนเทนนิส เพราะเป็นกีฬาที่เล่นในสนามหญ้า และมีวิธีการเล่นที่คล้ายคลึงกับกีฬาเทนนิสสมัยเดิมมาก ในขั้นแรกใช้คอร์ตที่มีรูปร่างเหมือนนาฬิกาทราย ตาข่ายสูง 7 ฟุต กั้นกลาง และภายหลังจากเขาได้แนะนำกีฬาชนิดนี้ ให้ประชาชนได้รู้จักกันเป็นครั้งแรกในงานเลี้ยงที่สนามปาร์ตี้ (Lawn Party) ณ เวลส์ ในปี พ.ศ. 2417 Walter C. Wingfield ได้จดทะเบียนสงวนลิขสิทธิ์ของสนาม จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2418 ประชาชนได้เรียกร้องให้เลิกสงวนลิขสิทธิ์นี้ กีฬาเทนนิสจึงได้แพร่หลาย เพื่อความสะดวกของผู้เล่น สมาคมโครเกตแห่งอังกฤษที่วิมเบิลดันได้อุทิศสนามให้เป็นที่เล่นกีฬาใหม่ชนิดนี้ และทางสมาคมยังได้จัดการแข่งขันเพื่อความชนะเลิศของโลกประเภทสมัครเล่นขึ้นเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2420 ทำให้มีการแข่งขันลอนเทนนิสที่มีชื่อเสียง



มาถึงทุกวันนี้ ต่อมาในปีพ.ศ.2431 ได้มีการก่อตั้งสมาคมลอนเทนนิสแห่งชาติขึ้นที่ประเทศอังกฤษ ซึ่งต่อมาสมาคมนี้มีชื่อว่า “ลอนเทนนิสสมาคม” และได้จัดพิมพ์กติกาการเล่นเทนนิสขึ้นอย่างเป็นทางการเมื่อปี พ.ศ. 2437 (ฐานข้อมูลองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2554 และลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทย, 2554)

### ประวัติกีฬาเทนนิสในประเทศไทย

ไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่าใครเป็นผู้นำกีฬาเทนนิสเข้ามาสู่ประเทศไทยและในสมัยใด แต่สันนิษฐานว่าคงจะเริ่มเล่นในรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว โดยชาวอังกฤษและอเมริกันที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย แต่ในขณะนั้นคนไทยยังไม่สนใจการเล่นเทนนิสมากนัก คงเล่นกันในหมู่คนต่างชาติ ต่อมาจึงมีเจ้านายคนไทยชั้นสูง และข้าราชการชั้นสูงเริ่มเล่นลอนเทนนิสกัน ครั้งนั้นนักเทนนิสไทยบางท่านมุ่งฝ้ามุ่ง เล่นเทนนิส บางคนระหว่งการเล่นก็กินหมาก ต่อมาจึงมุ่งกางเกงขายาว และต้องใส่ขาวตามแบบฉบับของชาวฝรั่ง ถือว่าเล่นเทนนิสต้องมุ่งกางเกงขายาวสีขาว เป็นการสุภาพกว่าขาวสั้น จนกระทั่งในราวปี พ.ศ. 2460 ประชาชนให้ความสนใจกันมากขึ้น จึงมีการตั้งสโมสรเทนนิสขึ้นอย่างเป็นทางการแห่งแรกที่พระราชอุทยานสราญรมย์ มีสมาชิกครั้งแรกเพียง 10 คน ต่อมาเปลี่ยนสถานที่ไปเล่นที่พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ แต่ก็ล้มเลิกไปในที่สุด ในระหว่างนั้นก็ยังมีอีกสโมสรหนึ่งที่มีการเล่นลอนเทนนิสคือ บางกอกยูไนเต็ดคลับ แต่เป็นสนามซีเมนต์เพียงสนามเดียว และมีเอกชนตั้งสโมสรลอนเทนนิสขึ้นหลายแห่ง เช่น บริษัทบอร์เนียว บริษัท บอมเบย์เบอร์มา ที่บ้านมิสเตอร์คอลลิน ซึ่งสมาชิกส่วนใหญ่เป็นชาวต่างประเทศ และยังมีการเล่นลอนเทนนิสที่บ้านมิสเตอร์ลอฟตัส ซึ่งอยู่ใกล้โรงเรียนนายเรือ ธนบุรี บ้านหม่อมแม่คฟาแลนด์ ที่โรงพยาบาลศิริราช และบ้านมิสเตอร์บัสโฟร์ หลังกองทัพเรือ สำหรับในหมู่คนไทยเช่นที่กระทรวงเกษตร สโมสรโรงเรียนนายเรือในปี พ.ศ. 2469 กรมหมื่นพิทยาลงกรณ์ ได้ทรงจัดตั้งลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยขึ้น โดยได้รับความร่วมมือจากสโมสรเทนนิส 12 สโมสรคือ ราชกรีฑาสโมสร สโมสรรถไฟ สโมสรกีฬาอังกฤษ สโมสรกีฬาสามัคยาจารย์ สโมสรนครสวรรค์ สโมสรสีลม สโมสรลำปาง สโมสรนารัฐ สโมสรเชียงใหม่ ยิมคานา สโมสรสงขลา สโมสรกลาโหมและสโมสรภูเก็ต ได้ส่งผู้แทนเข้าประชุมกันเป็นครั้งแรกที่วังกรมหมื่นพิทยาลงกรณ์ ในที่ประชุมก็ได้ลงมติเอกฉันท์ให้ตั้ง "ลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทย" และได้ทรงดำรงตำแหน่งนายกของลอนเทนนิสสมาคมเป็นคนแรก พร้อมทั้งได้ออกกฎข้อบังคับของสมาคมฯ ขึ้นใช้เป็นมาตรฐานทั่วไป ซึ่งได้ใช้เป็นบรรทัดฐานมาจนถึงปัจจุบันนี้ คณะกรรมการชุดแรกของลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยคือ กรมหมื่นพิทยาลงกรณ์ทรงเป็นนายกสมาคมฯ นายอาร์ดี. เครก เป็นเลขานุการกิตติมศักดิ์ พระยาสุพรรณสมบัติเป็นเหรียญกิตติมศักดิ์ ส่วนสโมสรที่อยู่ในเครือที่ได้รับเลือกเป็นกรรมการคือ ราชกรีฑาสโมสร สโมสรกีฬาสามัคยาจารย์ สโมสรกีฬาอังกฤษ สโมสรสีลม และ สโมสรกลาโหม

พระวรวงศ์เธอกรมหมื่นพิทยาลงกรณ์ ได้ทรงมีส่วนสำคัญในการสร้างลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทย และได้ทรงดำรงตำแหน่งนายกสมาคมตั้งแต่ พ.ศ. 2470 ถึง พ.ศ. 2482 เป็นเวลาถึง 12 ปี ต่อมาในปี พ.ศ. 2482 พลเอกหลวงพรหมโยธี ได้รับเลือกเป็นนายกสมาคม ในวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2484 พ.ต.ท. ชุนศรีวรการ ได้รับเลือกเป็นนายกสมาคม และในปี พ.ศ. 2490 หม่อมเจ้าวิมาวาทิตย์ รพีพัฒน์ ทรงเป็นนายกสมาคม ถือว่าวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2470 เป็นวัน

สถาปนาลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทย อย่างเป็นทางการ และในปลายปี พ.ศ. 2470 ทางสมาคมฯ ได้จัดการแข่งขันลอนเทนนิสเพื่อความชนะเลิศแห่งประเทศไทยขึ้นเป็นครั้งแรกที่สโมสรสีลม และในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 7 พระองค์ทรงรับเอาลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยไว้ในพระบรมราชูปถัมภ์ เนื่องจากพระองค์ทรงโปรดกีฬาเทนนิสมากและทรงเทนนิสอยู่เสมอในสนามเทนนิสวังสุโขทัย

ในปี พ.ศ. 2494 คณะกรรมการสมาคมได้คิดตราเครื่องหมายของสมาคมขึ้นเป็นพระมหามงกุฎ มีเครื่องหมาย 7 อยู่ข้างใต้ เพื่อเป็นการระลึกถึงพระมหากษัตริย์คุณของพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว และในปี พ.ศ. 2495 ทางสมาคมฯ ได้แปลกติกาลอนเทนนิสของสมาคมลอนเทนนิสระหว่างชาติขึ้น เพื่อเป็นหลักในการแข่งขันและไว้เผยแพร่ให้ผู้ที่สนใจกีฬาประเภทนี้ทราบโดยทั่วกัน

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2500 เป็นต้นมา ทางลอนเทนนิสสมาคมฯ ได้จัดการแข่งขันให้กว้างขวางขึ้น มีการแข่งขันเพื่อความชนะเลิศแห่งประเทศไทยขึ้นทุกภาคและคัดนักกีฬาที่ชนะเลิศเอามาแข่งขันเพื่อความชนะเลิศแห่งประเทศไทย ซึ่งแบ่งการแข่งขันออกเป็นหลายประเภท เช่น ประเภทชายเดี่ยว ประเภทชายคู่ ประเภทหญิงเดี่ยว ประเภทหญิงคู่ ประเภทคู่ผสม ประเภทชายเดี่ยวสูงอายุ (อายุ 50 ปีขึ้นไป) ประเภทชายคู่สูงอายุ (อายุรวมกัน 100 ปีขึ้นไป) เป็นต้น

ในปี 2509 ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขันกีฬาเอเชียนเกมส์ ครั้งที่ 5 ซึ่งจัดการแข่งขันเทนนิสที่สนามกีฬาแห่งชาติ ปทุมวัน ด้านหลังสนามศุภชลาศัย และหลังจากเสร็จการแข่งขันกีฬาเอเชียนเกมส์แล้ว กรมพลศึกษาได้อนุญาตให้ลอนเทนนิสสมาคมฯ เข้ามาใช้ห้องทำงานและสนาม 10 สนาม และต่อมอลอนเทนนิสสมาคมฯ ได้เปิดเทนนิสให้กับประชาชนทั่วไป

ปี 2520 เมื่อองค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย (การกีฬาแห่งประเทศไทย ในปัจจุบัน) ได้จัดสร้างสนามเทนนิส จำนวน 6 คอร์ต ขึ้นในบริเวณองค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย หัวหมาก ได้มอบให้ลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยฯ เป็นผู้ครอบครอง และใช้สนามเทนนิสให้เป็นประโยชน์ในการดำเนินกิจการของสมาคม และได้สร้างอาคารที่ทำการให้แก่ สมาคม ที่สนามเทนนิสแห่งนี้ด้วย กีฬาเทนนิสในประเทศไทยได้พัฒนาขึ้นมาก ในการแข่งขันเอเชียนเกมส์ ครั้งที่ 8 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2521 ที่ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพนั้นนักเทนนิสประเภทคู่ผสมของไทย คือ จารึก เสงรัมย์ นักเทนนิสชาวจังหวัดอุดรธานี และสุทธาสินี ศิริกายะ ได้ตำแหน่งชนะเลิศ ปัจจุบันมีนักเทนนิสไทยอยู่ในระดับโลกหลายคน และหวังว่าทุกๆ ส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทย คงมีแผนงานระยะยาวที่จะทำให้กีฬาเทนนิสเมืองไทยมีมาตรฐานเท่าเทียมกับประเทศอเมริกาและกลุ่มในประเทศยุโรป (ฐานข้อมูลองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2554 และลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทย, 2554)

### ความต้องการทางสรีรวิทยาของกีฬาเทนนิส

กีฬาเทนนิสเป็นกีฬาที่มีช่วงของการออกกำลังกายที่มีการสลับช่วงของความหนักในเวลาสั้น สลับกับช่วงที่ใช้ระยะเวลาของความหนักที่เบา (Ferrauti et al., 2003) การศึกษาในกีฬาเทนนิสที่ผ่านมาสรุปให้เห็นว่าระบบพลังงานแบบแอโรบิกเป็นระบบพลังงานหลักของกีฬาเทนนิส (Richers, 1995) นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าในกีฬาเทนนิสยังต้องการความสามารถที่สูงของระบบพลังงานแบบ

แอโรบิก และทักษะทางแอนแอโรบิกอีกด้วย (Kovacs, 2007) ในระหว่างการแข่งขันเทนนิสความหนักที่พบอยู่ในช่วง 50-60 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด หรือ 60-70 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Fernandez et al., 2006) สำหรับงานหรือกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้แรงเต็มที่ในระยะเวลาสั้นๆ หรือขณะทำการแข่งขันนักกีฬาจำเป็นต้องเข้าใจระบบพลังงาน ระบบพลังงานแบบฉับพลัน (ATP-PCR) มีอิทธิพลสำคัญต่อนักกีฬาในการแสดงทักษะที่ต้องใช้ความหนักสูง และทำซ้ำหลายๆ ครั้งในระหว่างการแข่งขัน แต่เมื่อประสิทธิภาพในการทำงานของระบบพลังงานแบบฉับพลันลดลง เนื่องจากร่างกายไม่สามารถผลิตครีเอทีนฟอสเฟต (Phosphocreatine : PCr) ขึ้นมาใหม่ได้ทันตามความต้องการของร่างกาย ดังนั้น ขบวนการสร้างและใช้พลังงานจึงเป็นแบบแอนแอโรบิก ในเกมการแข่งขันยาวนานหรือใช้เวลามากกว่าชั่วโมง ส่งผลให้นักกีฬาต้องใช้พลังงานจากระบบที่ใช้ออกซิเจนมากขึ้น ขบวนการสร้างและใช้พลังงานแบบแอโรบิกจึงมีบทบาทสำคัญ ช่วยในการสังเคราะห์ฟอสฟาเจน (ATP และCP) กลับคืนสำหรับใช้ในชวงแอนแอโรบิกของกีฬาเทนนิส ดังนั้นขบวนการสร้างและใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน จึงเป็นเส้นทางสำคัญสำหรับการสร้างเอทีพีในระหว่างเกมการแข่งขันเทนนิส ที่ผ่านมามีการศึกษาถึงการตอบสนองทางสรีรวิทยาในระหว่างแข่งขันเทนนิสพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการแข่งขันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยการใช้ออกซิเจน 23.3 มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที และอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย  $140.1 \pm 15.5$  ครั้ง/นาที อัตราส่วนแลกเปลี่ยนของการหายใจ (RER)  $0.94 \pm 0.04$  และระดับของกรดแลคติกในเลือดเท่ากับ  $1.5 \pm 0.7$  มิลลิโมล/ลิตร (Bergeron et al., 1991) นอกจากนี้เทียร์มินเนเรียสและคณะ (Therminarias et al., 1994) ได้ศึกษาผลจากเกมการแข่งขันเทนนิสที่มีความหนักสูงต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับกรดแลคติกในเลือด กรดไขมันอิสระ ระดับน้ำตาลและฮอร์โมนบางตัว ในนักกีฬาเทนนิสหญิงระดับท้องถิ่น (อายุเฉลี่ย  $21.2 \pm 1.9$  ปี) และกลุ่มนักกีฬาที่มีอายุ ( $46.6 \pm 1.3$  ปี) ในการแข่งขันประเภทเดี่ยว ผลการศึกษาพบว่าบางช่วงเวลาอัตราการเต้นของหัวใจเข้าใกล้หรือถึงจุดสูงสุด มีการลดลงเพียงเล็กน้อยในช่วงที่ความหนักของการเล่นลดลง อัตราการเต้นของหัวใจยังคงสูงอยู่ในช่วงการพัก (ตอนผู้เล่นเปลี่ยนด้าน) โดยเฉพาะกลุ่มนักกีฬาที่มีอายุมาก ในทางตรงข้ามความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดกลับมีค่าต่ำ (ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 1.8 มิลลิโมล/ลิตร เมื่อจบเกม) ในผู้เล่นแต่ละคน ส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันอิสระสูงขึ้นเมื่อจบเกม แม้ว่าระดับบอดรีนาลีน (อิพิเนพรีน) จะไม่ได้แสดงถึงความรุนแรงของเกมการเล่นที่หนักในนักกีฬาหญิงที่ได้รับการฝึกมาอย่างดี

นักกีฬาเทนนิสที่ต้องการจะประสบความสำเร็จในการแข่งขันสูงสุด ควรพัฒนาองค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถภาพทางกายทุกๆ ด้าน เพื่อให้สามารถปฏิบัติทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ถึงแม้ว่าองค์ประกอบบางด้านจะมีความสำคัญมากกว่าด้านอื่น และเกี่ยวข้องกับความสามารถเฉพาะด้านสำหรับนักกีฬาเทนนิสก็ตาม ความสัมพันธ์หรือการประสานงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Co-ordination) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ความเร็ว (Speed) และกำลัง (Power) เป็นเงื่อนไขแรกๆ ที่ควรได้รับการพิจารณาจากผู้ฝึกสอนกีฬาในการฝึก เนื่องจากเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดที่นักกีฬาเทนนิสควรจะทำให้ความเอาใจใส่และมุ่งมั่นฝึกซ้อม เพื่อเพิ่มศักยภาพหรือขีดความสามารถในการปฏิบัติทักษะ และการเล่นเกมในสนามได้อย่างต่อเนื่องราบรื่น โดดเด่น ขณะเดียวกัน นักกีฬาเทนนิสควรได้รับการเตรียมร่างกายพื้นฐานทางด้านความแข็งแรง ความอดทน ความอ่อนตัว ปฏิกริยาการรับรู้ตอบสนองของระบบประสาท และการทรงตัวที่ดีในขณะที่เคลื่อนไหว

เป็นฐานสำคัญไว้รองรับก่อน เพื่อให้การพัฒนาสมรรถภาพทางกายเฉพาะด้านในช่วงต่อไปสามารถบรรลุผลได้สูงสุด

การพัฒนาความเร็ว(Speed) ความคล่องแคล่วว่องไว(Agility) สำหรับนักกีฬาเทนนิส ตลอดจนความรวดเร็วฉับไว (Quickness) ในการเคลื่อนไหวหรือปฏิบัติทักษะ เป็นส่วนหนึ่งของสมรรถภาพทางกายที่สำคัญ และมีความสัมพันธ์กับทักษะหรือการแสดงความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาฝีมือนักกีฬาเทนนิส ซึ่งกีฬาเทนนิส เป็นกีฬาที่อาศัยระบบการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System) เป็นพลังงานหลักในการเคลื่อนไหว โดยเฉลี่ยนักกีฬาเทนนิสต้องวิ่งประมาณ 3 เมตรต่อการตีบอลแต่ละครั้ง ซึ่งรวมระยะทางในการวิ่งเคลื่อนที่เข้าตีบอลในแต่ละพื้นที่ของสนามเพื่อทำคะแนนแต่ละคะแนนของการเล่นหรือการแข่งขันเทนนิส ต้องใช้ระยะทางประมาณ 9-15 เมตร นักกีฬาเทนนิสที่มีทักษะดี แต่การเคลื่อนที่ช้า จึงมักไม่ค่อยประสบความสำเร็จในการแข่งขัน

สำหรับทิศทางการเคลื่อนไหวที่สำคัญในการเล่นเทนนิสแต่ละประเภทสามารถแบ่งออกได้ตามสถานการณ์ของเกมการแข่งขันเป็น 3 ทิศทาง คือ

1. การวิ่งเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเพื่อเข้าตีบอล เฉลี่ยประมาณ 47 %
2. การวิ่งเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างเพื่อตีบอล เฉลี่ยประมาณ 48 %
3. การวิ่งกลับหลังเพื่อตีบอล เฉลี่ยประมาณ 5 %

ความรวดเร็วฉับไวในการเคลื่อนที่ทางด้านข้างของนักกีฬาเทนนิส เป็นหนึ่งในกุญแจสำคัญที่จะนำไปสู่การตอบสนองในการปรับเปลี่ยนจังหวะและทิศทางการเคลื่อนไหวได้อย่างทันทีทันใด การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงของนักกีฬาเทนนิส หมายถึง การวิ่งจากเส้นหลังของสนาม (Baseline) ตรงไปยังตาข่าย แต่ในสถานการณ์ที่เป็นจริง ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และความรวดเร็วฉับไว (Quickness) สำหรับกีฬาเทนนิส เป็นสิ่งที่นักกีฬาต้องได้รับการฝึกเฉพาะให้ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทกีฬาของตน โดยการฝึกมุ่งใช้ความเร็วในการเคลื่อนไหวช่วงสั้นๆ เน้นการพัฒนาความเร็วในการเคลื่อนไหวให้เร็วขึ้นทั้งทางตรงและการเคลื่อนไหวทางด้านข้าง ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวหรือการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวได้อย่างสะดวกรวดเร็ว การฝึกที่ช่วยพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวให้บังเกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องพัฒนาความสัมพันธ์ในการเคลื่อนไหวและการทรงตัวที่ดีให้กับนักกีฬาควบคู่กันไปด้วย นักกีฬาเทนนิสจะสามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็วขึ้น และเปลี่ยนทิศทางได้อย่างทันทีทันใดจะต้องสามารถควบคุมการเคลื่อนไหว และการทรงตัวได้เป็นอย่างดี ในขณะที่ความรวดเร็วฉับไว (Quickness) จำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการมาผสมผสานกัน ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางหรือรูปแบบการเคลื่อนไหวที่หลากหลาย ซึ่งต้องการทักษะ อัตราเร่งความเร็ว ความสามารถในการให้แรงระเบิดของกล้ามเนื้อ ปฏิกริยาในการรับรู้และตอบสนองของนักกีฬา รวมทั้งความสามารถเฉพาะตัวของนักกีฬาแต่ละคนด้วย

## ระบบพลังงาน

ระบบพลังงานในการเล่นกีฬา ระบบพลังงานสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระบบ ได้แก่

### 1 ระบบเอทีพี – พีซีอา (ATP - PCr)

เมื่อมีการออกกำลังกายระบบพลังงานแรกที่จะใช้ในการเคลื่อนไหวคือ เอทีพี ซึ่งจะถูกลดโมเลกุลฟอสเฟตออก 1 โมเลกุล และเปลี่ยนเป็น เอดีพี (ADP) ในการที่จะทำให้เอดีพีเปลี่ยนเป็นเอทีพีเพื่อให้พลังงานนั้นต้องผ่านกระบวนการฟอสโฟรีเลชัน (Phosphorylation) โดยจะทำการตัดฟอสเฟตในพีซีอาร์โดยมีเอนไซม์ครีเอทีน ไคเนส เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Wilmore & Costil, 2005) ระบบพลังงานนี้สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจน เอทีพีสามารถใช้ได้ 5 วินาทีหลังการออกกำลังกาย ต่อมาพีซีอาร์จะเป็นแหล่งฟอสเฟต สำหรับการเปลี่ยน เอดีพี ให้กลายเป็นเอทีพีในเวลา 5 – 8 วินาที ดังนั้นในระบบนี้สามารถออกกำลังกายได้ 3 – 15 วินาที และเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายสามารถออกแรงได้มากที่สุด (Baechle & Earle, 2000) ถ้ามีการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องเกินกว่าระยะเวลานี้ร่างกายต้องพึ่งพาระบบพลังงานอื่นเพื่อผลิตเอทีพี

### 2. ระบบไกลโคไลซิส (Glycolysis)

ไกลโคไลซิส (Glycolysis) เป็นกระบวนการสลายน้ำตาลกลูโคสเพื่อให้ได้พลังงาน ซึ่งกระบวนการนี้มีผลิตภัณฑ์สุดท้ายคือกรดไพรูวิก และสามารถเกิดกระบวนการได้ 2 ทางได้แก่ แอนแอโรบิกไกลโคไลซิส ซึ่งมีผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นกรดแลคติก และแอโรบิกไกลโคไลซิส มีผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นไพรูเวท ซึ่งจะถูส่งผ่านเข้าสู่กระบวนการเครบส์ต่อไป ตัวแปรที่กำหนดว่าจะเข้ากระบวนการแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส หรือแอโรบิกไกลโคไลซิสขึ้นขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจน (Wilmore & Costil, 2005) ทั้งนี้กระบวนการไกลโคไลซิสสามารถเรียกชื่อได้อีก 2 ชื่อตามความเร็วของวิถีปฏิกิริยานั้นคือ ไกลโคไลซิสวิถีเร็วในกรณีที่ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นกรดแลคติก และไกลโคไลซิสวิถีช้าในกรณีที่ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นไพรูเวทซึ่งจะถูกนำไปเข้าสู่กระบวนการเครบส์ต่อไป อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์สุดท้ายของระบบไกลโคไลซิสวิถีเร็วนี้เป็นกรดแลคติกจึงทำให้เกิดความเมื่อยล้า ซึ่งระบบไกลโคไลซิสวิถีเร็วสามารถผลิตพลังงานได้มากกว่า ระบบไกลโคไลซิสวิถีช้า (Baechle & Earle, 2005) ผลของระบบไกลโคไลซิสวิถีเร็วจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังการออกกำลังกายได้ 10 วินาที โดยผลที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วนี้จะเกิดควบคู่กับการลดลงของเอทีพี – ซีพีอาร์ การออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 30 วินาทีพลังงานส่วนใหญ่จะได้จากไกลโคไลซิสวิถีเร็ว (McArdle, Katch, & Katch, 2001) หลังจากนั้นเมื่อออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง 45 วินาทีจะถือว่าเป็นการลดลงครั้งที่ 2 ในระบบพลังงาน

### 3. ระบบออกซิเดทีฟ (Oxidative)

ระบบออกซิเดทีฟประกอบด้วย 4 ขั้นตอนในการผลิตเอทีพี ได้แก่ ไกลโคไลซิส วัฏจักรเครบส์ การขนส่งอิเล็กตรอน (Electron transport chain) และเบต้าออกซิเดชัน

- ไกลโคไลซิสวิถีช้า คือปฏิกิริยาชุดเดียวกันกับไกลโคไลซิสวิถีเร็วซึ่งกลูโคสจะถูกสลายและได้พลังงาน 2 เอทีพี แต่ความแตกต่างอยู่ที่ผลิตภัณฑ์สุดท้ายซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นอะซีทิลโคเอ็นไซม์เอ (Acetyl Co Enzyme A) มากกว่ากรดแลคติก (Wilmore & Costil, 2005)

- วัฏจักรเครบส์ เป็นชุดของปฏิกิริยาเคมีที่ซับซ้อนซึ่งเกี่ยวข้องกับการสลายกลูโคส ที่เริ่มต้นตั้งแต่ช่วงปฏิกิริยาไกลโคไลซิส โดยโคเอ็นไซม์เอ จะเข้าสู่วัฏจักรเครบส์และกลายเป็น

คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจนและเกิด 2 เอทีพี แต่ไฮโดรเจนที่ผลิตในวงจรเครบส์ และไฮโดรเจนที่ผลิตในช่วงไกลโคไลซิสจะทำให้เซลล์มีสถานะเป็นกรดมากเกินไป (McArdle et al., 2001) ดังนั้นไฮโดรเจนจะรวมตัวกับ 2 เอนไซม์ที่เรียกว่า เอ็นเอดี (NAD) เอฟเอดี (FAD) และมีการขนส่งเข้าสู่ปฏิกิริยาอื่นต่อไป

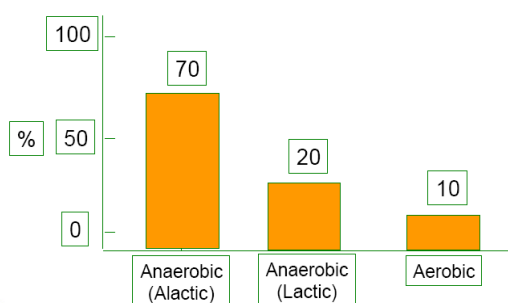
- การขนส่งอิเล็กตรอนนั้น ไฮโดรเจนจะถูกส่งเข้าสู่ห่วงโซ่การส่งผ่านอิเล็กตรอน ซึ่งจะรวมตัวกับออกซิเจนและได้น้ำ จึงป้องกันการเป็นกรด ซึ่งช่วงนี้จะต้องมีออกซิเจนมาทำปฏิกิริยาที่จะทำให้เกิด 34 เอทีพี (McArdle et al., 2001)

- เบต้า ออกซิเดชัน แตกต่างจากไกลโคไลซิส วัฏจักรเครบส์ การขนส่งอิเล็กตรอนตรงที่สามารถสลายไขมัน เช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรตในการผลิตเอทีพี ลิพโไลซิส (Lipolysis) เป็นคำที่อธิบายการสลายไขมัน (ไตรกลีเซอไรด์) ซึ่งเป็นหน่วยพื้นฐานของกลีเซอรอล และกรดไขมันอิสระ ก่อนที่กรดไขมันอิสระเหล่านี้จะเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ได้นั้น ต้องผ่านกระบวนการเบต้าออกซิเดชัน เพื่อแตกกรดไขมันอิสระเป็นอะซีทิลโคเอ็นไซม์เอ และไฮโดรเจน แล้วสามารถเข้าสู่วัฏจักรเครบส์และจากจุดนี้จะสามารถเผาผลาญไขมันตามเส้นทางเดียวกับคาร์โบไฮเดรต (Wilmore & Costil, 2005)

### ระบบพลังงานในการเล่นกีฬาเทนนิส

กีฬาเทนนิสเป็นเกมที่ประกอบด้วยการเล่นไหวหรือการปฏิบัติทักษะซ้ำๆ ด้วยกำลังและความรวดเร็วในช่วงระยะเวลาสั้นๆ สลับกับการพักที่มีสอหดทรกอยู่ในแต่ละช่วงของคะแนนก่อนที่จะทำการเสิร์ฟแต่ละแต้ม หรือแต่ละช่วงของการเคลื่อนไหวแต่ละครั้ง ซึ่งช่วงเวลาพักในลักษณะดังกล่าวนี้ จะมีระยะเวลาที่ไม่เท่ากัน คือ อนุญาตให้พักได้เพียง 20 วินาทีระหว่างแต้มในการแข่งขัน 90 วินาทีระหว่างการเปลี่ยนแดน และ 120 วินาทีระหว่างเซต (ITF, 2002) นอกจากนี้ระยะเวลาของการพักอาจขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของเกมการแข่งขัน เนื่องจากจังหวะและความเร็วในการเล่นไม่แน่นอน และการเคลื่อนไหวแต่ละรูปแบบใช้ระยะเวลาไม่น้อยไม่เท่ากัน เกมเทนนิสในการแข่งขันมีจังหวะของการเร่งความเร็ว (Acceleration) ลดความเร็ว (Deceleration) เปลี่ยนทิศทางการเล่นที่อย่างรวดเร็ว (Chandler, 1995) การรักษาการทรงตัวและการตีที่ตีซ้ำ ๆ การเคลื่อนไหวในลักษณะนี้นักกีฬาจำเป็นต้องอาศัยระบบพลังงาน 3 ระบบ อันได้แก่ ระบบแอนแอโรบิก อแลกแทต (Anaerobic alactate system) ระบบพลังงานแอนแอโรบิก แลกแทต (Anaerobic lactate) และระบบแอโรบิก (Aerobic system) สหพันธ์เทนนิสนานาชาติ (Fernandez et al., 2006) ได้ทำการวิเคราะห์ระบบพลังงานในการแข่งขันเทนนิสพบว่าเทนนิสเป็นกีฬาที่ใช้พลังงานระบบแอนแอโรบิก อแลกแทต (Anaerobic alactate system) เป็นส่วนใหญ่ ประมาณ 70% ในช่วงระยะเวลาที่ต้องเคลื่อนไหว ตีบอลอยู่ในสนาม ขณะเดียวกันเทนนิสยังต้องการระบบพลังงานแอนแอโรบิก แลกแทต (Anaerobic lactate) ประมาณ 20% ของพลังงานทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในระหว่างการเล่นเกมอยู่ในสนาม และนอกจากนี้อีกประมาณ 10 % ของระบบพลังงานทั้งหมด (Fernandez-Fernandez, Sanz-Rivas, & Mendez-Villanueva, 2009) ที่จำเป็นต้องใช้ในระหว่างช่วงพักสั้นๆ ของเกม คือระบบแอโรบิก (Aerobic system) สำหรับช่วงการแข่งขันแต่ละครั้งที่ใช้ระยะเวลาประมาณ 1-3 ชั่วโมง ช่วงเวลาพักช่วงสั้นๆ ก่อนที่นักกีฬาจะทำการเสิร์ฟในแต่ละแต้ม หรือช่วงพักก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแดน ออกซิเจนจะถูกนำมาใช้ เป็นพลังงานสำคัญ เพื่อช่วยให้เกิดการชดเชยพลังงานแบบไม่ใช้

ออกซิเจนให้แก่ร่างกาย ความสามารถของนักกีฬาเทนนิสในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อตีบอลและการกลับมาที่มีความพร้อมที่จะเล่นได้ต่อไปนั้น ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของแต่ละคน สมรรถภาพทางกายที่สำคัญที่เป็นตัวจำกัดความสามารถในการเคลื่อนไหวดังกล่าวจะประกอบด้วย ความอดทนของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด (Cardiovascular endurance) สำหรับกีฬาเทนนิสเป็นกีฬาที่ใช้เวลาทำการแข่งขันที่ยาวนานและใช้ความหนักของการออกกำลังกายสูงตลอดการแข่งขัน



แผนภูมิที่ 1 แสดงระบบพลังงานที่ใช้ในการเล่นกีฬาเทนนิส (International Tennis Federation, 2001)

### หลักของการฝึกซ้อมในนักกีฬาเทนนิส

นักเทนนิสควรได้รับการฝึกซ้อมสมรรถภาพและปรับร่างกายให้เคยชินกับการแข่งขันภายใต้สภาพอากาศร้อนที่ใช้เวลานาน สำหรับพัฒนาสมรรถภาพนักกีฬาต้องมีความสามารถในการใช้พลังงานได้อย่างสม่ำเสมอตลอดการแข่งขัน และต้องสามารถฟื้นสภาพได้เร็วในระหว่างเกมการแข่งขัน

### องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายสำหรับนักเทนนิส (International Tennis Federation, 2001)

ทักษะการตีลูก	ทักษะการตีลูก	ทักษะการตีลูก
ความอดทน (Endurance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายได้อย่างต่อเนื่องยาวนาน แม้จะมีความเมื่อยล้าเกิดขึ้น</li> <li>• ความสามารถในการปฏิบัติซ้ำได้มากครั้งด้วยความรวดเร็วฉับไว ตลอดเกมการแข่งขันที่ยาวนาน</li> <li>• ความอดทนของกล้ามเนื้อ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงได้ซ้ำๆ ในระยะเวลาที่ยาวนาน หรือสามารถให้แรงได้คงที่ตลอดเวลาที่ทำซ้ำบ่อยครั้ง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ระบบการทำงานของอวัยวะแบบ:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aerobic</li> <li>- Anaerobic Lactic</li> <li>- Anaerobic Alactic</li> </ul> </li> <li>• กล้ามเนื้อ</li> </ul>
ความแข็งแรง (Strength)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความสามารถในการให้แรงได้สูงสุดของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อ เมื่อกระทำกับความต้านทานหรือแรงต้านทาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สูงสุด:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความเร็ว</li> <li>- แรงระเบิด</li> <li>- กำลัง</li> <li>- ความทนทาน</li> <li>- ร่างกายส่วนบน</li> <li>- ร่างกายส่วนล่าง</li> </ul> </li> </ul>



ทักษะการตีลูก	ทักษะการตีลูก	ทักษะการตีลูก
ความเร็ว (Speed)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการเคลื่อนไหวของข้อต่อแต่ละส่วนหรือทุกส่วนของร่างกาย</li> <li>• ความสามารถในการปรับอัตราเร่งความเร็วอย่างรวดเร็วในช่วงระยะทางสั้นๆ</li> <li>• ปฏิบัติการตอบสนอง : เวลาที่นักกีฬาใช้ในการกระทำต่อลูกบอลที่กำลังพุ่งเข้ามาหาตัว</li> <li>• กำลัง/แรงระเบิด : ความเร็วในการเคลื่อนไหวช่วงระยะทางสั้นๆ ไม่เกิน 10 เมตร</li> <li>• ความอดทน : ความสามารถในการรักษาความเร็วได้นานเกินกว่า 10-15 วินาที เช่น การวิ่งเคลื่อนที่เข้าตีลูกติดต่อกันหลายครั้งด้วยความเร็วโดยไม่มีโอกาสให้หยุดพัก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ปฏิบัติการ</li> <li>• ความอดทน</li> <li>• กำลัง/แรงระเบิด</li> <li>• ความแข็งแรง</li> </ul>
ความอ่อนตัว (Flexibility)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อแต่ละส่วนหรือหลายส่วนประกอบกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ร่างกายส่วนบน</li> <li>• ร่างกายส่วนล่าง</li> </ul>
การประสานงาน การเคลื่อนไหว (Co-ordination)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความสามารถในการปฏิบัติทักษะการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อได้อย่างถูกต้องและพร้อมเพรียงกันในแต่ละช่วงเวลา ด้วยความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ทั่วไป</li> <li>• มือกับตา</li> </ul>
การทรงตัว (Balance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความสามารถในการรักษาความสมดุลของร่างกาย ทั้งในขณะเคลื่อนที่และขณะอยู่กับที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เคลื่อนที่</li> <li>• อยู่กับที่</li> </ul>
กำลัง (Power)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความสามารถในการให้แรงได้สูงสุดของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อภายในระยะเวลาที่สั้นที่สุด</li> <li>• ความแข็งแรงคูณด้วยความเร็ว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ปฏิบัติการ</li> <li>• ความเร็ว</li> </ul>

ทักษะการตีลูก	ทักษะการตีลูก	ทักษะการตีลูก
ความสามารถเฉพาะตัว ความชำนาญ (Dexterity)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความสามารถในการแสดงออกซึ่งความสามารถได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในระยะเวลาสั้นที่สุด</li> <li>• เป็นความสามารถและสัญชาตญาณเฉพาะตัวของนักกีฬาแต่ละคน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เฉพาะบุคคล</li> </ul>
ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความสามารถในการปรับเปลี่ยนจังหวะและทิศทางในการเคลื่อนไหวได้โดยง่ายด้วยความเร็วและมีประสิทธิภาพ</li> <li>• ความสามารถในการรับรู้ทางกายที่ต้องอาศัยความกระฉับกระเฉง ความเร็ว ความอ่อนตัว กำลัง การทรงตัว และความสัมพันธ์ในการเคลื่อนไหวร่างกายที่ดี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ใช้รูปแบบใดรูปแบบหนึ่งในการฝึก</li> </ul>

#### การฝึกสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาเทนนิส

สมรรถภาพทางกายเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักกีฬาเทนนิส นักกีฬาที่มีความพร้อมและสมบูรณ์กว่าเท่านั้น จึงจะมีโอกาสแสดงความสามารถได้ดีกว่า ดังนั้น การฝึกซ้อมหรือการเล่นแต่เกมเทนนิสในสนาม จึงไม่อาจที่จะช่วยให้นักกีฬาเทนนิสมีสมรรถภาพทางกายสมบูรณ์สูงสุดได้ โปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายทั่วไปและสมรรถภาพทางกายเฉพาะประเภทกีฬา จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยเสริมแต่งความต้องการเฉพาะด้านของเทนนิส ซึ่งมีส่วนประกอบที่เป็นรายละเอียดสำคัญมากมาย และมีความจำเป็นต่อการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาเทนนิสทั่วไปและนักกีฬาเทนนิสชั้นนำ ให้ก้าวไปสู่ความสำเร็จที่ยิ่งใหญ่ หรือสูงขึ้นต่อไป อีกทั้งยังสามารถส่งผลแพ้ชนะต่อเกมการแข่งขันได้ (เจริญ กระบวนรัตน์, 2548)

บทบาทของการพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ (เจริญ กระบวนรัตน์, 2548)

- ในแต่ละช่วงอายุของนักกีฬา ความต้องการการพัฒนาความสามารถทางด้านสมรรถภาพทางกาย ทักษะการคิด และเทคนิค แทคติกของนักกีฬาเทนนิส จะมีความสำคัญแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงอายุ

- ในช่วงอายุต่ำกว่า 12-13 ปี ความสามารถทางด้านทักษะและเทคนิคพื้นฐานจะมีบทบาทสำคัญต่อผลการแข่งขันมากที่สุด

- สมรรถภาพทางกายจะเริ่มมีบทบาทความสำคัญเพิ่มมากขึ้นเมื่อเข้าสู่ช่วงอายุ 12 ปีเป็นต้นไป จนกระทั่งถึงอายุ 16 ปี ซึ่งในช่วงอายุดังกล่าวนี้สมรรถภาพทางกายจะมีความสำคัญเป็นอันดับสอง ที่สามารถส่งผลกระทบต่อความสามารถทางด้านร่างกายและจิตใจโดยรวมของนักกีฬา

- หลังจากอายุ 16 ปีเป็นต้นไป โปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางกายเฉพาะประเภทกีฬา สำหรับนักกีฬาเทนนิส สามารถทำได้อย่างสมบูรณ์แบบ หรือเต็มที่ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเทคนิค ทักษะ และความเป็นเลิศ

### ลำดับขั้นตอนในการฝึกซ้อมกีฬาเทนนิส

นักกีฬาเทนนิส สามารถฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายเฉพาะด้านหรือเฉพาะประเภทกีฬา โดยการกำหนดกิจกรรมการฝึกสมรรถภาพทางกายแต่ละด้านรวมเข้าไว้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมการฝึกซ้อมเทนนิสแต่ละครั้ง ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการฝึกดังต่อไปนี้ (International Tennis Federation, 2001)

- การอบอุ่นร่างกายทั่วไป (General warm up)
- การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching exercises)
- การเคลื่อนไหวเฉพาะประเภทกีฬาในรูปแบบของความอ่อนตัว (Sport-Specific Dynamic Flexibility) ซึ่งถือว่าเป็นขั้นการอบอุ่นร่างกายเฉพาะในแต่ละประเภทกีฬา
- การฝึกทักษะเทนนิส
- การฝึกสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬาเทนนิส
- การคลายอุ่นร่างกาย (Cool Down)

### ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ

ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ (Muscle fatigue) คือ อาการที่เกิดขึ้นที่ทำให้เห็นถึงการลดลงของประสิทธิภาพการทำงานในขณะออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา แสดงให้เห็นถึงการลดลงของพลังกล้ามเนื้อ และการเคลื่อนที่ของนักกีฬาช้าลง (Knicker et al., 2011) ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อเกิดจากการหมดแรงของกล้ามเนื้อจากการใช้แรงพยายามในการทำงานเป็นเวลานาน หรือการที่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้นซ้ำๆ ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้น สามารถอธิบายหรือให้คำจำกัดความคล้ายกับการลดลงของความสามารถในการสร้างพลังสูงสุด (Maximal force capacity) ของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลมาจากกลไกของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neural and muscular mechanisms) (Gandevia, 2001) ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นมีสาเหตุจากความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนรอบ (Peripheral fatigue) และความเมื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง (Central fatigue) (Knicker et al., 2011) เชื่อว่าการล้าที่แท้จริงเกิดขึ้นที่เซลล์กล้ามเนื้อซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการขาดออกซิเจนและเอทีพี การเพิ่มปริมาณของกรดแลคติกจะทำให้การทำงานของเอนไซม์เอทีพีเอสในเซลล์กล้ามเนื้อเสียไป ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความหนักของงาน และระยะเวลาที่ใช้ การทำงานของกล้ามเนื้อที่ระดับความหนักสูงใน 10 วินาทีแรก เกิดจากการหดตัวและการคลายตัวอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายไม่สามารถนำเอาเอทีพี ที่สะสมไปใช้ได้ทันทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อช้าลง และหยุดการทำงานในที่สุด สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า คือ กรดแลคติก (Lactic acid) ซึ่งอาการล้าของกล้ามเนื้อเป็นผลจากการฝึกที่หนัก ถ้าอาการล้ายังมีอยู่ จะทำให้มีอาการของการฝึกที่หนักมากเกินไป (Overtraining) ถ้าร่างกายสามารถจัดหรือเคลื่อนย้ายออกไป

จากร่างกายได้เร็ว ก็จะส่งผลให้ร่างกายเกิดการฟื้นคืนสภาพสู่สภาวะปกติได้เร็วด้วย ดังที่ เจริญ กระบวนรัตน์ (เจริญ กระบวนรัตน์, 2538) ได้กล่าวไว้ว่า อาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อมาจากการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจำกัดความเร็วหรือทำให้ความเร็วลดลง ก็หาหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นฟุตบอล บาสเกตบอล วอลเลย์บอล เทนนิส ฮอกกี้ ส่วนใหญ่เกือบร้อยละ 80 ของพลังงานที่ถูกนำมาใช้ในการเคลื่อนไหวทั้งหมดได้มาจากการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนทั้งสิ้น ดังนั้นนักกีฬาคนใดที่มีสมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนดี จะสามารถทนต่อความเมื่อยล้าได้ดี และสามารถส่งเสริมการเล่นหรือปฏิบัติทักษะต่าง ๆ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กัญญา ปาละวีรัตน์, 2536)

1. สาเหตุให้เกิดการเมื่อยล้า อันจะเป็นสาเหตุทำให้ความสามารถในการทำงานของร่างกายที่ร่างกายมีสารสำหรับสร้างพลังงาน (ATP) ลดน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไกลโคเจน หรือผลิตพลังงานได้ไม่พอใช้ เนื่องจากมีแหล่งพลังงานแต่ไม่สามารถผลิตได้ทันความต้องการ ซึ่งเป็นลักษณะของการออกกำลังกายในแบบแอนแอโรบิก
2. การที่ร่างกายมีความร้อนจากกระบวนการเผาผลาญเพิ่มขึ้น ไม่สามารถระบายออกภายนอกได้ทัน (Hyperthermia) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากการออกกำลังกายต้องดำเนินไปในสภาพอากาศที่ร้อน และต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน
3. การที่ร่างกายเริ่มเป็นหน้ออกซิเจนมากขึ้น
4. การที่ร่างกายมีการผลิตและสะสมคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น
5. การที่ร่างกายเสียน้ำมากเกินไป
6. การที่ร่างกายเสียอิเล็กโทรไลต์ เช่น เกลือโปแตสเซียมมากเกินไป
7. ระบบไหลเวียนโลหิตขาดประสิทธิภาพในการทำงานซึ่งสังเกตได้จากการมีอัตราการเต้นของหัวใจที่สูง
8. การที่ร่างกายสะสมกรดแลคติกมากเกินไป กรดแลคติกอาจเรียกว่าเป็นสารที่ทำให้เมื่อยล้า (Fatigue substance) ลดลง

### ตำแหน่งที่เป็นสาเหตุของอาการล้า (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กัญญา ปาละวีรัตน์, 2536)

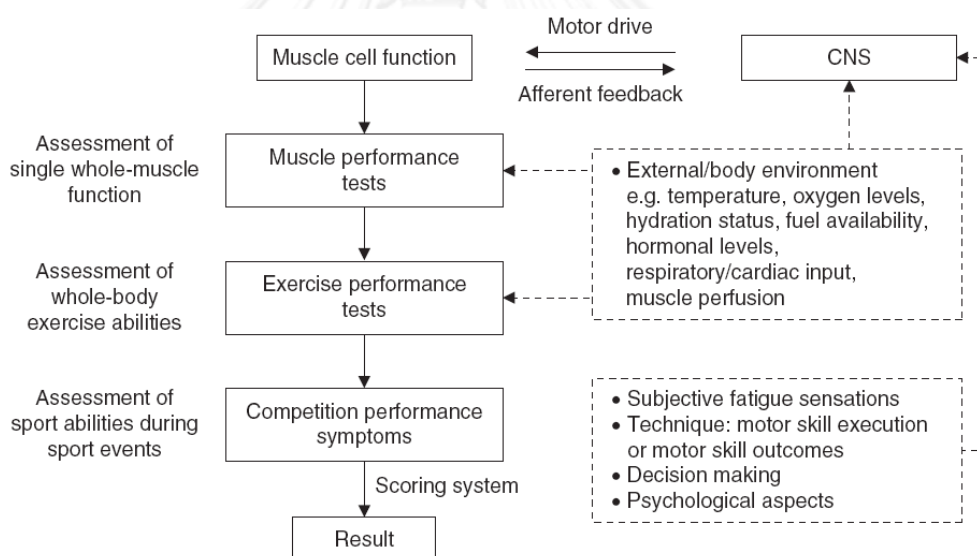
1. นิวโรมัสคูลาร์จังก์ชัน (Neuromuscular Junction) พบว่า บริเวณรอยต่อของประสาทและกล้ามเนื้อเป็นต้นตอที่ก่อให้เกิดอาการล้า การล้าชนิดนี้พบได้บ่อยในหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ส่วนกลไกนั้นเชื่อว่าเกิดจากสารสื่อประสาท คือ อะเซทิลโคลีน (Acetylcholine) ลดน้อยลง
2. กลไกการหดตัว (Contractile Mechanism) เกิดจากกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อ พบว่าการสะสมของกรดแลคติก ทำให้แรงดึงตัวสูงสุด (Peak tension) ลดลง ทำให้เกิดความเป็นกรดภายในเซลล์มากขึ้น จึงทำให้การปล่อยแคลเซียมจากซาโคพลาสมิกรีติคูลัม (Sarcoplasmic reticulum) ลดน้อยลง รวมถึงการหมดไปของเอทีพี-ซีพี (ATP-PC) และไกลโคเจนที่สะสมไว้ด้วย

3. ระบบประสาท พบว่าเป็นต้นตออย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการล้า สาเหตุมาจากมี Sensory feed back จากกล้ามเนื้อที่หดตัวในเรื่องแรง หรือความตึง ความปวดกลับไปยังสมองหรือไขสันหลัง ไปยังมอเตอร์นิวรอนให้ลดการทำงานลง เป็นผลให้ลดการหดตัวของกล้ามเนื้อมัดนั้น

### การออกกำลังกายกับความเมื่อยล้า

ความสามารถของการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับความสามารถของนักกีฬาในการที่จะรักษาเทคนิค (Technical) แท็กติก (Tactical) สภาพทางสรีรวิทยา (Physiological) และสภาพจิตวิทยา (Psychological) ของนักกีฬาให้คงอยู่ในระดับสูงตลอดการแข่งขัน การลดต่ำลงของทักษะเหล่านี้อาจปรากฏเป็นอาการของความเมื่อยล้า (Knicker et al., 2011)

ปรากฏการณ์ของความเหนื่อยล้าที่เกิดขึ้นมีความซับซ้อน ด้วยกระบวนการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นอาจส่งผลให้เกิดการลดลงของประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ ส่งผลไปยังประสิทธิภาพในระหว่างเกมการแข่งขัน แสดงให้เห็นดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นสามารถประเมินได้ 3 ระดับ (Knicker et al., 2011)

อาการเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจากการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬามีการประเมินความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นได้ 3 ระดับ ดังนี้ 1) การประเมินระดับกล้ามเนื้อ (Assessment of single whole-muscle function) 2) การประเมินระดับการออกกำลังกาย (Assessment of whole-body exercise abilities) และ 3) การประเมินความสามารถที่เกิดขึ้นขณะแข่งขัน (Assessment of sport abilities during sport events) (Knicker et al., 2011) ระดับแรก คือ การลดลงของแรงและพลังของกล้ามเนื้อมัดเดียว การลดลงนี้อาจส่งผลให้เกิดการลดลงของประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ และประสิทธิภาพการออกกำลังกายลดลง การที่ประสิทธิภาพการออกกำลังกายลดลงมีผล

ไปยังคุณภาพของการแข่งขันลดลงตามไปด้วย เรื่องของการตัดสินใจและสภาพจิตใจก็มีส่วนสำคัญที่เป็นตัวแปรที่มีบทบาทสำคัญในการแข่งขันด้วย

### ความเมื่อยล้าที่ส่งผลต่อสมรรถภาพในกีฬาเทนนิส

ความเมื่อยล้าเป็นตัวจำกัดความสมบูรณ์ทางสรีรวิทยา จากการศึกษาที่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนว่า ความเมื่อยล้าจะเป็นผลเสียต่อความสามารถในการตีเทนนิส โดยมีผลต่อพลังในการตีและการเคลื่อนที่ในสนาม (McCarthy, Thorpe, & Williams, 1997) เมื่อนักกีฬาเริ่มอ่อนล้า ความแม่นยำในการตีบอลและการเสิร์ฟจะลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง และยังพบว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดในการตีบอลและการเสิร์ฟเพิ่มขึ้น และคุณภาพของการตีบอลหรือความแม่นยำลดลงด้วย

เวอกาเวนและคณะ (Vergauwen et al., 1998) ทำการศึกษาถึงความเมื่อยล้าที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพในการตีเทนนิส โดยใช้แบบทดสอบ Leuven Tennis Performance Test (LTPT) เพื่อทำการวัดประสิทธิภาพในการตี และการเสิร์ฟของนักกีฬา หลังจากให้นักกีฬาทำการเคลื่อนที่ในสนาม ผลการทดลอง พบว่า ความแม่นยำของการเสิร์ฟเทนนิสเทนนิสลูกที่ 2 ลดลง และความเร็วที่วัดได้จากการเสิร์ฟและความเร็วในการตีเทนนิสลูกพื้นลดลง (Ground stroke) ลดลงจากเริ่มต้น

ดาवी และคณะ (Davey et al., 2002) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความเมื่อยล้าที่ส่งผลต่อการลดลงของประสิทธิภาพในการตีเทนนิสโดยประเมินทักษะและความแม่นยำในการตีลูกพื้น (Ground stroke) และการเสิร์ฟ (service) ใช้แบบทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (The Loughborough Intermittent Tennis Test; LITT) ในการทดลองนี้ ดั้งนี้ ใช้อัตราการป้อนลูก 30 ลูกต่อนาที เป็นเวลา 4 นาที โดยใช้เวลาพัก 40 วินาที จนกระทั่งอ่อนล้า (Exhaustion) ผลการทดสอบพบว่า ความแม่นยำในการตีลูกพื้น (Ground stroke) และความแม่นยำในการเสิร์ฟลดลง 69 และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยมีปริมาณกรดแลคติก และน้ำตาลสูงสุดในเลือดอยู่ที่  $9.6 \pm 0.9$  และ  $5.9$  มิลลิโมลต่อลิตร ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าความเมื่อยล้าส่งผลต่อการการลดลงในบางทักษะเทนนิส แต่ไม่ทั้งหมดของทักษะเทนนิส นอกจากนี้ยังพิสูจน์ได้ว่า แบบทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (The Loughborough Intermittent Tennis Test; LITT) นี้สามารถสร้างความเมื่อยล้าให้เกิดขึ้นได้ความสามารถที่ใช้ในการตีที่เฉพาะกับกีฬาเทนนิส เมื่อนักเทนนิสเกิดความเมื่อยล้าอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเป็นกรดในเลือดจะสูงขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพการตีจะลดลง ควรพัฒนาการฝึกเพื่อหลีกเลี่ยงการลดลงของประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายที่ส่งผลต่อการแสดงทักษะเทนนิส

ดาवी และคณะ (Davey et al., 2003) ทำการศึกษาพัฒนารูปของการออกกำลังกายที่จำลองสถานการณ์ให้คล้ายกับการแข่งขันโดยใช้เวลาทั้งสิ้น 92 นาที 46 วินาที ประกอบด้วยเกมเสิร์ฟและเกมรับ สำหรับเกมเสิร์ฟใช้เวลา 4 วินาที ตามด้วยการตีลูกพื้น (Ground stroke) 8 วินาที เวลาพัก 20 วินาที ส่วนเกมรับประกอบด้วยการตีลูกพื้น (Ground stroke) 10 วินาที แล้วตามด้วยการพักเป็นเวลา 20 วินาที ทำการทดสอบซ้ำ 11 ครั้ง หลังจากนั้นทำการทดสอบการตีอย่างต่อเนื่องจนหมดแรง (แบบทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (The Loughborough

Intermittent Tennis Test; LITT)) หรือไม่สามารถตีบอลได้อย่างต่อเนื่องสองลูกติดกัน ผลการทดสอบพบว่า ความแม่นยำในการตีลูกพื้น (Ground stroke) ลดลง 81 เปอร์เซ็นต์

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

จุลเกียรติ หงษา (2546) ศึกษาผลของการฝึกวิ่งรูปแบบตัว X และรูปแบบตัว M ที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไวในกีฬาเทนนิส กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาชายของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดอ่างทอง ระดับ (ปวช.) มีอายุระหว่าง 17-18 ปี จำนวน 30 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน คือกลุ่มควบคุม ฝึกโปรแกรมเทนนิสเพียงอย่างเดียว กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกวิ่งรูปแบบ ตัว X ควบคู่กับการฝึกโปรแกรมเทนนิส กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกวิ่งรูปแบบตัว M ควบคู่กับการฝึกโปรแกรมเทนนิส ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไว ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 มีค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อนำค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไวมาศึกษาภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของความคล่องแคล่วว่องไวมากที่สุด จากข้อค้นพบดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ในการฝึกความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาเทนนิสนั้นสามารถนำรูปแบบการฝึกความคล่องแคล่วว่องไวทั้ง 2 รูปแบบ ได้แก่ การฝึกวิ่งรูปแบบตัว X และการฝึกวิ่งรูปแบบตัว M มาฝึกควบคู่กับโปรแกรมฝึกเทนนิส

วรารศินา สารศิลป์ (2549) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการฝึกตามโปรแกรมปกติ กับการฝึกตามโปรแกรมปกติอย่างเดียว ที่มีผลต่อความแรงในการเสิร์ฟโดยมีกลุ่มผู้ร่วมทดลอง เป็นนักกีฬาเทนนิสเยาวชนชนบทเขตการศึกษา 8 จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน คือกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการฝึกตามโปรแกรมปกติ และกลุ่มที่ฝึกโปรแกรมปกติอย่างเดียว โดยใช้เวลาในการฝึกซ้อม 8 สัปดาห์ นำผลการทดสอบก่อนและหลังการฝึกมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Mann-Whitney U และ T-test ผลการศึกษาการฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการฝึกตามโปรแกรมปกติก่อนและหลังการทดสอบ ได้ค่าเฉลี่ยผลต่างของความแรงที่ใช้ในการเสิร์ฟ เท่ากับ 4.900 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนผลการฝึกตามโปรแกรมปกติอย่างเดียวก่อนและหลังการทดสอบได้ค่าเฉลี่ยผลต่างของความแรงที่ใช้ในการเสิร์ฟ เท่ากับ 1.100 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 จากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลต่างของความแรงในกลุ่มที่มีการฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการฝึกตามโปรแกรมปกติ กับการฝึกตามโปรแกรมปกติอย่างเดียวก่อนและหลังการทดสอบ ได้ค่าเฉลี่ยผลต่างในกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการฝึกตามโปรแกรมปกติ ดีกว่าการฝึกตามโปรแกรมปกติ ดีกว่าการฝึกตามโปรแกรมปกติอย่างเดียว เท่ากับ 3.80 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงว่า โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการฝึกตามโปรแกรมปกติที่กำหนดให้ ในระยะ 8 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความแรงในการเสิร์ฟของนักกีฬาเทนนิสได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุทธิกร อาภาณุกุล (2551) ศึกษาผลของการฝึกแบบเอ็คเซ็นตริกที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาเทนนิสชาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทนนิสชายจำนวน 20 คน ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 10 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยการจับสลากเข้ากลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก และกลุ่มที่ 2 ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริก ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความเร็ว พลังกล้ามเนื้อ และความคล่องแคล่วว่องไว ผลการวิจัยพบว่า 1) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริกมีการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว มากกว่ากลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก 2) ก่อนการทดลองกลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก มีความเร็วมากกว่ากลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริก และกลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก มีความเร็วไม่แตกต่างกัน 3) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริกมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา มากกว่าการกลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริกมีการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว มากกว่ากลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นตริกต่อเนื่องกับคอนเซ็นตริก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### งานวิจัยต่างประเทศ

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เกมการแข่งขัน

เทนนิสเป็นรูปแบบของการออกกำลังกายที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง (Intermittent exercise) โดยมีระยะเวลาที่ยาวนาน (Ferrauti et al., 2003) งานวิจัยที่ผ่านมาอธิบายถึงความต้องการของระบบพลังงานหลักที่จำเป็น คือ ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Richers, 1995) ดังเช่นในปี ค.ศ. 2007 โคแควคส์ (Kovacs, 2007) ทำการศึกษาในขณะที่แข่งขันเทนนิส ซึ่งต้องการความสมดุลของความสามารถของการใช้พลังงานแบบแอโรบิกที่สูง และความสามารถในการใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิก สำหรับการแข่งขันเทนนิสนั้นค่าเฉลี่ยของความหนักที่เกิดขึ้นประมาณ 50-60%  $VO_2max$  หรือ 60-80% HRmax (Fernandez et al., 2006) อย่างไรก็ตาม อัตราการเต้นของหัวใจอาจจะไม่คงที่ในการแข่งขันเนื่องจากธรรมชาติของกีฬาเทนนิสนั้นเป็นแบบหนักเบาสลับเป็นช่วงๆ ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจมีช่วงการเต้นที่กว้างระหว่างการแข่งขัน ซึ่งครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine phosphate) ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อมีจำนวนจำกัด และเป็นพลังงานหลักของการเผาผลาญพลังงานของกล้ามเนื้อในช่วงสั้น ๆ (Maclaren et al., 1989)

การแข่งขันเทนนิสรายการแกรนด์สแลม (Grand Slam) พบว่าใช้เวลาในการแข่งขันเฉลี่ยประมาณ 2 ชั่วโมง และบางครั้งใช้เวลานานถึง 5 ชั่วโมง (Hornery et al., 2007) นอกจากนั้นยังพบว่าเวลาที่ใช้ในการแข่งขันจริงใช้เพียง 20-30 เปอร์เซ็นต์ของระยะเวลาในการแข่งขันทั้งหมดในสนามดิน (Clay courts) และ 10-15 เปอร์เซ็นต์บนสนามผิวเรียบ (Fast court surface) ประมาณ 5-10 วินาที (Kovacs, 2007) โดยช่วงเวลาพักของระบบประสาทในกีฬาเทนนิสนั้นจะมาจากระบบแอโรบิกที่ช่วยในการฟื้นตัวจากความหนักระดับสูงโดยถูกการกำจัดโดยขบวนการออกซิเดชัน (Oxydation) ของระบบพลังงานแบบไกลโคไลซิส และสัมพันธ์กับการเก็บสารให้พลังงานและ



คลีเอตินฟอสเฟส(Mendez-Villanueva, Hamer, & Bishop, 2008) โดยเฉลี่ยผู้เล่นตีลูกละ 2-3 ครั้ง ในระหว่างจุดแต่ละจุดและเปลี่ยนทิศทาง 4 ครั้ง ในแง่ของการเคลื่อนไหวพบว่าประมาณ 80% ของทั้งหมด จังหวะที่เล่นอยู่ในระยะ 2.5 เมตร จากตำแหน่งพร้อมเล่นของผู้เล่น ประมาณ 10% อยู่ใน ระยะ 2.5-4.5 เมตร ของการเคลื่อนไหว และน้อยกว่า 5% ที่อยู่ในระยะมากกว่า 4.5 เมตร ของการ เคลื่อนที่ (Ferrauti et al., 2003) และโดยเฉลี่ยนักกีฬาจะวิ่งไปตีลูกในระยะ 3 เมตร รวมแล้ว ประมาณ 8-12 เมตรต่อหนึ่งแต้มของการแข่งขัน (Kovacs, 2006)

เทอมินาเรียสและคณะ (Therminarias. et al,1991) ได้ประเมินผลจากเกมการแข่งขัน เทนนิสที่หนักมาก (strenuous) ต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ แลคเตทในเลือด กรด ไขมันอิสระ ระดับน้ำตาลและฮอร์โมนบางตัว ในนักกีฬาเทนนิสหญิงระดับท้องถิ่น (อายุเฉลี่ย  $21.2 \pm 1.9$  ปี) และกลุ่มวัยมีอายุ ( $46.6 \pm 1.3$  ปี) ในการแข่งขันประเภทเดี่ยวบางช่วงเวลาอัตราการเต้นของ หัวใจเข้าใกล้หรือถึงจุดสูงสุด มีการลดลงเพียงเล็กน้อยในช่วงที่ความหนักของการเล่นน้อยลง อัตรา การเต้นของหัวใจยังคงสูงอยู่ในช่วงการพัก (เช่นตอนผู้เล่นเปลี่ยนด้าน) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้เล่นที่ อายุมาก ในทางตรงข้ามความเข้มข้นแลคเตทในน้ำเลือดมีค่าต่ำ (ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 1.8 มิลลิโมล/ลิตร เมื่อจบเกม) ในผู้เล่นแต่ละคน ส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันอิสระสูงขึ้นเมื่อจบเกม แม้ว่าระดับ ฮอร์โมนอดรีนาลีน (อิพิเนพรีน) จะไม่ได้แสดงถึงความรุนแรงของเกมการเล่นที่หนักในนักกีฬาหญิงที่ ผ่านการฝึกมาเป็นอย่างดี

เบอร์กรอนและคณะ (Bergeron et al., 1991) ได้วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความเข้มข้น ของเลือด ปริมาณฮีโมโกลบิน ระดับน้ำตาลในเลือด และความเข้มข้นของแลคเตท คอर्टิซอล และ เทสโทสเตอโรนในเลือด ของนักเทนนิสชายดิวิชัน 1 จำนวน 10 คน (อายุเฉลี่ย  $20.3 \pm 2.5$  ปี) ใน ระหว่างการเล่นประเภทเดี่ยว ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจในช่วง 85 นาทีของการเล่นมีค่า 144.6 ครั้ง/นาที เท่ากับ 61.4% ของอัตราการเต้นสูงสุดสำรองของหัวใจ ความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด และกลูโคสในเลือด ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดช่วงเกมการแข่งขัน แม้ว่าจะมีการเพิ่ม กลูโคสในเลือดถึง 23% จากการวัดค่าหลังจากอบอุ่นร่างกาย ระดับคอर्टิซอลในเลือดลดลงอย่าง ต่อเนื่อง ในขณะที่ระดับเทสโทสเตอโรนสูงขึ้น Bergeron และคณะ (1991) สรุปว่าการตอบสนอง โดยรวมด้านการเผาผลาญพลังงานระหว่างการเล่นเทนนิส มีความคล้ายคลึงกับการออกกำลังกาย ความหนักปานกลางแบบยาวนาน ซึ่งทำให้การเผาผลาญพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (oxidative) โดดเด่นขึ้นมา และของเสียจากขบวนการแอนแอโรบิกถูกกำจัดออกไปได้อย่างรวดเร็ว

คริสมาสและคณะ (Christmass et al., 1998) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลในการแข่งขันพบว่า ระยะเวลาของการเล่นในแต่ละแต้มเท่ากับ 7-10 วินาที จากการศึกษาถึงรายละเอียดของเกมการ แข่งขันจากรายการแกรนด์สแลม (Grand Slam, 1997-1999) พบว่า ระยะเวลาเฉลี่ยของแต่ละแต้ม อยู่ที่  $6.3 \pm 1.8$  วินาที ในรายการนี้ทำการแข่งขันทั้งหมด 5 เซต ในเวลาทำการแข่งขันอยู่ในช่วง 1-5 ชั่วโมง ระยะเวลาเฉลี่ยแต่ละแต้มที่ประมาณ 2 ชั่วโมง และได้มีการศึกษาเกมการแข่งขันบนคอร์ทดิน (Cray-court) พบว่า ในการเล่นแต่ละแต้มใช้เวลาเฉลี่ย 7.2 วินาที และเวลาพัก 15.5 วินาที ซึ่งคิด เป็นอัตราส่วนระหว่างการทำงานกับการพัก (Work-to-rest ratio) 1:2, 1:1.7, 1:2

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของโปรแกรมการฝึกกับความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น

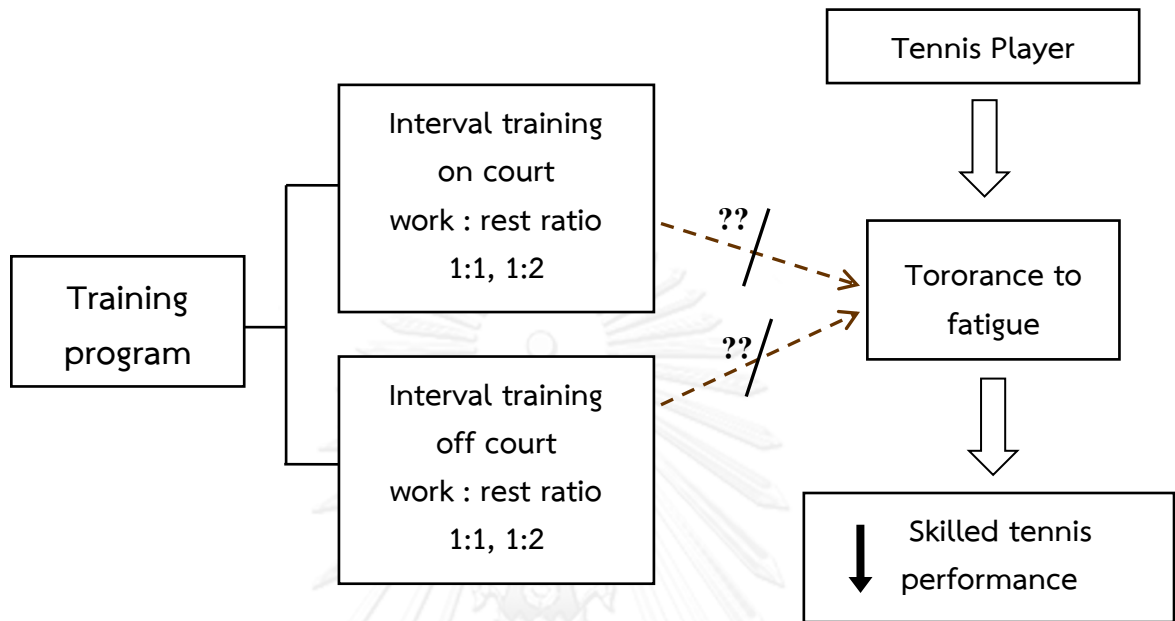
สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายหรือการฝึกที่เกี่ยวข้องกับความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นนั้น มีดังนี้ ค.ศ. 2008 อักกูยาและคณะ (Aguiar et al., 2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกแบบหนักสลับพัก (Intermittent training) กับการฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous training) ในนักฟุตบอล ระยะเวลาในการฝึกเท่ากับ 20 นาที ทำการฝึกทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการวิ่งในระยะทาง 15 และ 30 เมตร ลดลงเร็วกว่าการฝึกแบบหนักสลับเบา โดยทำการทดสอบ 3 ครั้งในสัปดาห์ที่ 1, 6 และ 12 ตามลำดับ และยังพบว่าดัชนีชี้วัดความเมื่อยล้าของการทดสอบความเร็วมีค่าสอดคล้องกับผลของการทดสอบความเร็วที่ได้ ต่อมาในปี ค.ศ. 2009 ทานิโซ และฮาริกาวา (Tanisho & Hirakawa, 2009) ได้ศึกษาถึงผลของการฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous training) ที่ระดับความหนัก 70-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระยะเวลา 20-25 นาที และการฝึกแบบสลับเบา (Interval training) ประกอบด้วยการฝึก 10 วินาทีด้วยความพยายามสูงสุด ระยะเวลาพัก 20 วินาที ทำการฝึก 10 เซต ทำการฝึกด้วยการปั่นจักรยานวัดงาน (Bicycle ergometers) 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 15 สัปดาห์ ในนักกีฬาครอส (Lacrosse, กีฬาชนิดหนึ่งที่ใช้ไม้ที่มีตาข่ายตีและรับลูกบอลเล็กๆ เล่นกันเป็นทีมคล้ายกีฬาฮอกกี้) พบว่า การฝึกแบบสลับเบา (Interval training) ส่งผลให้ค่าสมรรถภาพการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic capacity) เพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์ของประสิทธิภาพการเมื่อยล้าลดลง สำหรับการฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous training) ส่งผลต่อการลดลงของความเข้มข้นของระดับกรดแลคติกในเลือด และการฝึกทั้งสองแบบนี้ส่งผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen uptake) นอกจากนั้น ทูอิมิล โจเซ่ และคณะ (Tuimil Jose et al., 2011) ได้ทำการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่อง (Continuous training) และแบบหนักสลับพัก (Intermittent training) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการกระโดดและสมรรถภาพทางด้านความอดทนในการวิ่งที่ความหนัก 65-75 และ 90-100% ของความเร็วสูงสุดแบบใช้ออกซิเจน (Maximal aerobic speed, MAS) ของการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่อง (Continuous training) และแบบหนักสลับพัก (Intermittent training) ตามลำดับ ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การพัฒนาค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุดในการวิ่งแบบใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น 8.3% และ 5.8% สำหรับการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่อง และแบบหนักสลับเบา ตามลำดับ และการฝึกทั้ง 2 รูปแบบนี้รักษาระดับของประสิทธิภาพในการกระโดดไว้ได้ สอดคล้องกับ บาร์เน็ต และคณะ (Barnett et al., 2004) ทำการศึกษาถึงผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยความเร็วสูงสุดในระยะสั้นด้วยการปั่นจักรยาน 3 วัน/สัปดาห์ ทำการฝึก 8 สัปดาห์ ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 และ 2 ทำการฝึกปั่นจักรยานด้วยความเร็วสูงสุด 3 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที หลังจากนั้นเพิ่มจำนวนครั้งในการฝึกเพิ่มขึ้น 1 ครั้ง/สัปดาห์ จนถึงสัปดาห์ที่ 7 และ 8 จำนวนครั้งในการฝึกเท่ากับ 6 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที ด้วยระยะพัก 3 นาที ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังและปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น 7.1 และ 8 % ตามลำดับ และอัลเบอร์โต และคณะ ในปี ค.ศ. 2008 (Alberto et al., 2008) ทำการศึกษาค่าความเมื่อยล้าที่เกิดจากการวิ่งด้วยความเร็วในระยะสั้นแบบซ้ำ ๆ ที่ส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อและการลดลงของระบบประสาทกล้ามเนื้อในเพศชายที่มีสุขภาพดี ทำการทดสอบความสามารถในการใช้พลังสูงสุดด้วยการปั่นจักรยานที่เวลา 6 วินาที ทั้งก่อนและหลังการทดสอบ การทดสอบที่ใช้เพื่อให้เกิดความเมื่อยล้า คือ

การปั่นจักรยานจำนวน 10 เที้ยว เที้ยวละ 6 วินาทีด้วยความเร็วสูงสุด โดยมีเวลาพักที่ 30 วินาที ผลการทดลองพบว่า พลังสูงสุดและค่าเฉลี่ยของพลังที่เกิดขึ้นจากการทดสอบลดลง 24.6 และ 28.8 % ของค่าสูงสุดที่ได้

เฟอร์รอตติ และคณะ (Ferrauti et al., 2001) ทำการศึกษาถึงระยะเวลาพักที่ส่งผลต่อความเร็วในการวิ่ง และคุณภาพของการตีเทนนิสในระหว่างการเคลื่อนที่แบบสลับช่วงในนักกีฬาเทนนิส ด้วยการทดสอบครั้งห่างกัน 2 สัปดาห์ ด้วยการเคลื่อนที่ไปตีบอลจำนวน 30 บอลที่ความเร็ว 80 % ของความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ไปตีบอล ทำการทดสอบ 6 เที้ยว เที้ยวละ 5 เซต ระยะเวลาพักระหว่างเที้ยว 1 นาที โดยทั้งสองการทดสอบแตกต่างกันที่ระยะเวลาพักระหว่างเซต คือ พักระหว่างเซตที่ 10 และ 15 วินาที ผลการทดสอบพบว่า ค่าความเป็นกรดในเลือดเพิ่มขึ้นหลังการทดสอบเพิ่มขึ้น และระยะเวลาเตรียมความพร้อมก่อนตีลูกรวมทั้งความเร็วของบอลลดลงในการทดสอบที่ใช้เวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เฟอร์รอตติ และคณะสรุปว่า ระยะเวลาพักที่กำหนดขึ้นส่งผลต่อคุณภาพในการฝึกซ้อม และการเพิ่มประสิทธิภาพของการซ้อมควรเพิ่มเติมในเรื่องของทักษะ และเทคนิคเข้าไปร่วมด้วย หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 2011 ได้ทำศึกษาเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาของการทดสอบการฝึกแบบสลับช่วงในสนามกับนอกสนามในนักกีฬาเทนนิสที่ความหนัก 90-95 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จำนวน 4 เซต ระยะเวลา 120 วินาที สลับกับการพักที่เวลา 90 วินาที พบว่า ผลของอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับกรดแลคติกที่เกิดขึ้น และระดับการรับรู้ความเหนื่อยที่ได้จากการทดสอบไม่พบความแตกต่างกันของทั้งสองรูปแบบการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนามเทนนิส (Fernandez-Fernandez et al., 2011)

หว่องและคณะ (Wong et al., 2010) ทำการศึกษาผลที่เกิดขึ้นพร้อมกันของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักสูงในนักกีฬาฟุตบอล ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยทำการเปรียบเทียบกลุ่มที่ได้รับการฝึกและกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับการฝึกประกอบด้วย การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จำนวน 4 เซต ความหนักที่ 6 RM และการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักสูงประกอบด้วย การฝึกด้วยการวิ่งที่ความเร็ว 120 % ของความเร็วสูงสุดแบบใช้ออกซิเจนเป็นเวลา 15 วินาที พัก 15 วินาที ผลการทดลอง พบว่า ความสูงของการกระโดด ความเร็วในการวิ่งที่ระยะทาง 15 และ 30 เมตรความเร็วของบอลจากการเตะ และความเร็วสูงสุดของการวิ่งเพิ่มขึ้นหลังการฝึก งานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าการฝึกการวิ่งแบบสลับช่วงที่ความหนักสูงนั้นสามารถฝึกไปพร้อมกับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานแบบพลังระเบิดและความอดทนแบบใช้ออกซิเจน

## กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชน ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเทนนิสเพศชายของโรงเรียนกีฬา อายุระหว่าง 15-18 ปี โดยเลือกโรงเรียนกีฬา 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร ด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากนั้นทำการสุ่มกำหนด (Sampling assignment) เพื่อเข้ารับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนาม โดยโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรีถูกกำหนดให้ฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนาม และโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานครถูกกำหนดให้ฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนาม หลังจากนั้นทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากให้ได้นักกีฬาเทนนิสโรงเรียนละ 20 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ใช้ตารางการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ โคเฮน (Cohen, 1969) โดยกำหนดค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ .50 และค่าอำนาจของการทดสอบ (Power of the test) ที่ .70 ได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 10 คน รวมทั้งหมด 40 คน กำหนดให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยแต่ละคนฝึกตามโปรแกรมการฝึกซ้อมปกติที่ใกล้เคียงกัน และเข้ารับการฝึกเสริมที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน (จันทร์ พุธ และศุกร์) โดยเก็บข้อมูลก่อนเริ่มการทดลอง 1 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ คือ ในสัปดาห์ที่ 10 รวมเป็น 10 สัปดาห์ โปรแกรมการฝึกเสริมใช้เวลาวันละ 25-30 นาที โดยใช้สนามเทนนิสของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร เป็นสถานที่ทำการฝึก ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 (Interval training on-court, work : rest ratio, 1:1) จำนวน 10 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 2 (Interval training on-court, work : rest ratio, 1:2) จำนวน 10 คน

กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 1 (Interval training off-court, work : rest ratio, 1:1 ) จำนวน 10 คน

กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 2 (Interval training off-court, work : rest ratio, 1:2 ) จำนวน 10 คน

### เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

1. ต้องเป็นนักกีฬาเทนนิสเพศชาย ที่มีอายุระหว่าง 15-18 ปี
2. ไม่มีโรคประจำตัว ได้แก่ โรคหัวใจ โรคหอบหืด และโรคความดันโลหิตสูง
3. ต้องไม่ได้รับการฝึกเสริมนอกเหนือจากการฝึกซ้อมเทนนิสตามปกติในช่วง 3 เดือน ก่อนทำการวิจัย
4. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดียินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย หมายเหตุ เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัยข้อ 2. ใช้การสัมภาษณ์นักกีฬา และขอข้อมูลประวัติสุขภาพจากโรงเรียนที่นักกีฬาสังกัดอยู่

### เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. เข้าร่วมการฝึกตามโปรแกรมน้อยกว่า 80 % ของช่วงระยะเวลาการฝึก (ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 8 สัปดาห์) สำหรับในกลุ่มที่มีการให้โปรแกรมการออกกำลังกาย (เข้าร่วมการฝึกน้อยกว่า 19 ครั้ง จากทั้งหมด 24 ครั้ง)
3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

1. แบบบันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยา (ภาคผนวก ค)
2. แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย (ภาคผนวก ง)
3. แบบบันทึกข้อมูลความอดทนของระบบไหลเวียนและการหายใจโดยใช้รูชัวร์โปรโตคอล (Bruce Protocol) (ภาคผนวก จ)
4. แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบทักษะทางกีฬาเทนนิส (ภาคผนวก ฉ)

### เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรทางสรีรวิทยา

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก และวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Body composition analyzer) ยี่ห้ออินบอดี (In body) ประเทศเกาหลีใต้
2. เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อโพลาร์ (Polar) ประเทศฟินแลนด์
3. เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (cardiopulmonary gas exchange system) ยี่ห้อคอร์เท็กซ์ (Cortex) รุ่นเมต้าแม็กซ์ ทรีบี (Metamax 3B): Breath by breath ประเทศเยอรมัน

### เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรทางสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะหรือทักษะสมรรถนะ (Skill - related physical fitness) (ภาคผนวก ฉ)

1. เครื่องมือจับเวลา (นิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW - 300)
2. เครื่องปล่อยบอลอัตโนมัติ (Ball-machine, Tennis Tutor Plus player ball machine) ผลิตที่ประเทศญี่ปุ่น

### เครื่องมือสำหรับการวัดตัวแปรด้านความเมื่อยล้า และประสิทธิภาพในการตีเทนนิสของนักกีฬา (ภาคผนวก ซ)

1. กล้องถ่ายวิดีโอไฮยี่ห้อพานาโซนิค (Panasonic) จากประเทศญี่ปุ่น
2. เครื่องปล่อยบอลอัตโนมัติ (Ball-machine) ผลิตที่ประเทศญี่ปุ่น
3. เครื่องวัดระดับแลคเตทในเลือด (Blood lactate level) ยี่ห้อแอกคูเทรน ทีซีจี พลัส ประเทศเยอรมนี
4. ระดับการรับรู้ความเหนื่อย (Rating of perceived exertion: RPE) (Borg, 1998)
5. แบบทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (The Loughborough Intermittent Tennis Test; LITT)

### **ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย**

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความเมื่อยล้า ข้อจำกัดในกีฬาเทนนิส และโปรแกรมการฝึกในกีฬาเทนนิส
2. ดำเนินการหากกลุ่มตัวอย่าง โดยคณะผู้วิจัยประสานไปยังโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร เพื่อติดต่อนักกีฬาเทนนิส และคัดเลือกนักกีฬาเข้าร่วมงานวิจัย จำนวน 40 คน โดยนักกีฬาทุกคนได้รับทราบรายละเอียดของวิธีปฏิบัติตัวในการทดสอบและการเก็บข้อมูล และลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (ภาคผนวก ก)
3. สร้างแบบฝึกแบบสลับช่วงเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของโปรแกรมที่ใช้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence: IOC) ซึ่งค่าที่คำนวณได้มากกว่า 0.50 (Cox and Vargas, 1996)
4. การวิจัยนี้กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก (8 สัปดาห์) การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง ระยะเวลารวมทั้งสิ้น 10 สัปดาห์ (คณะผู้วิจัยเป็นผู้ชี้แจงวิธีการฝึกเสริม และวิธีการ

ทดสอบแต่ละวิธีให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเข้าใจวิธีการปฏิบัติ และเป็นผู้ทำการทดสอบสมรรถภาพให้แก่ นักกีฬา)

5. งานวิจัยนี้กำหนดให้ผู้ช่วยวิจัย (นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 10 คน) เข้ารับการอบรมขั้นตอนของการทดสอบ และขั้นตอนของการฝึกซ้อมจากคณะผู้วิจัย อันได้แก่ การทดสอบสมรรถภาพทางกาย การทดสอบความเร็ว การทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว การทดสอบพลังของการเนื้อหาด้วยการกระโดด ความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสขณะทำการทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (The Loughborough Intermittent Tennis Test; LITT) ได้แก่ จำนวนบอลที่ดีทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์ของความแม่นยำและความผิดพลาดในการตีบอลในการทดสอบ การนับคะแนน รวมถึงการจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของนักกีฬาอย่างถูกต้อง

6. คณะผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจะแนะนำวิธีการฝึกและการทดสอบที่ถูกต้องให้นักกีฬาทุกคน และเมื่อสิ้นสุดการวิจัย คณะผู้วิจัยจะทำการแจ้งผลการวิเคราะห์ต่าง ๆ หรือให้คำแนะนำผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และหากพบว่ามีอาการบาดเจ็บเกิดขึ้นระหว่างเข้าร่วมการวิจัย คณะผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษา

7. สำหรับการทดสอบแบ่งออกเป็นทดสอบก่อนและหลังการฝึก คือ การทดสอบก่อนการทดลอง 1 สัปดาห์ก่อนที่นักกีฬาจะเข้ารับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วง (Interval training) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน เพื่อเข้ารับการฝึก 4 แบบ ดังนี้

1) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 (Interval training on-court, work : rest ratio, 1:1) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามจุดที่กำหนดด้วยความพยายามสูงสุด (Maximal effort) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้พัก (วิ่งเหยาะๆ) 10 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดย เซตที่ 1 และ 2 นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามแบบ A (movement and stroke patterns A) และ เซตที่ 3 และ 4 นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามแบบ B (movement and stroke patterns B) (ดังรูปที่ 4 และ 5) กำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที

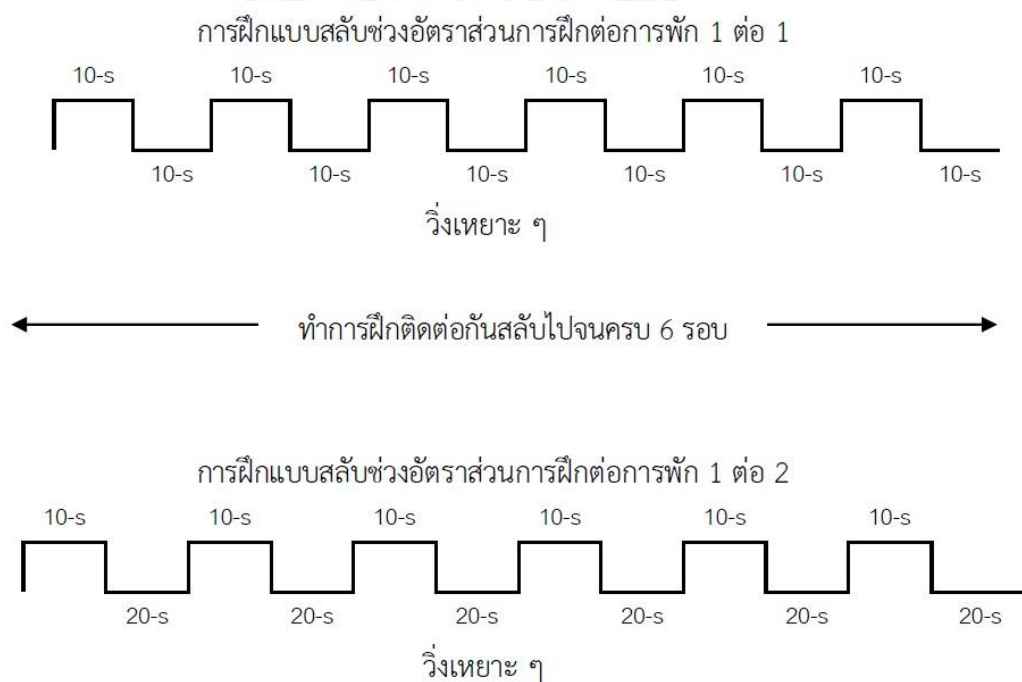
2) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 2 (Interval training on-court, work : rest ratio, 1:2) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามจุดที่กำหนดด้วยความพยายามสูงสุด (Maximal effort) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้พัก (วิ่งเหยาะๆ) 20 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดย เซตที่ 1 และ 2 นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามแบบ A (movement and stroke patterns A) และ เซตที่ 3 และ 4 นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามแบบ B (movement and stroke patterns B) (ดังรูปที่ 4 และ 5) กำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที

3) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 1 (Interval training off-court, work : rest ratio, 1:1) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาวิ่งบนลู่วิ่งที่ 90-100% ความเร็วของลู่วิ่งสูงสุด (Peak treadmill



speed) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้พัก (วิ่งที่ 30-40% ความเร็วของลู่วิ่งสูงสุด (Peak treadmill speed)) 10 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดยกำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที

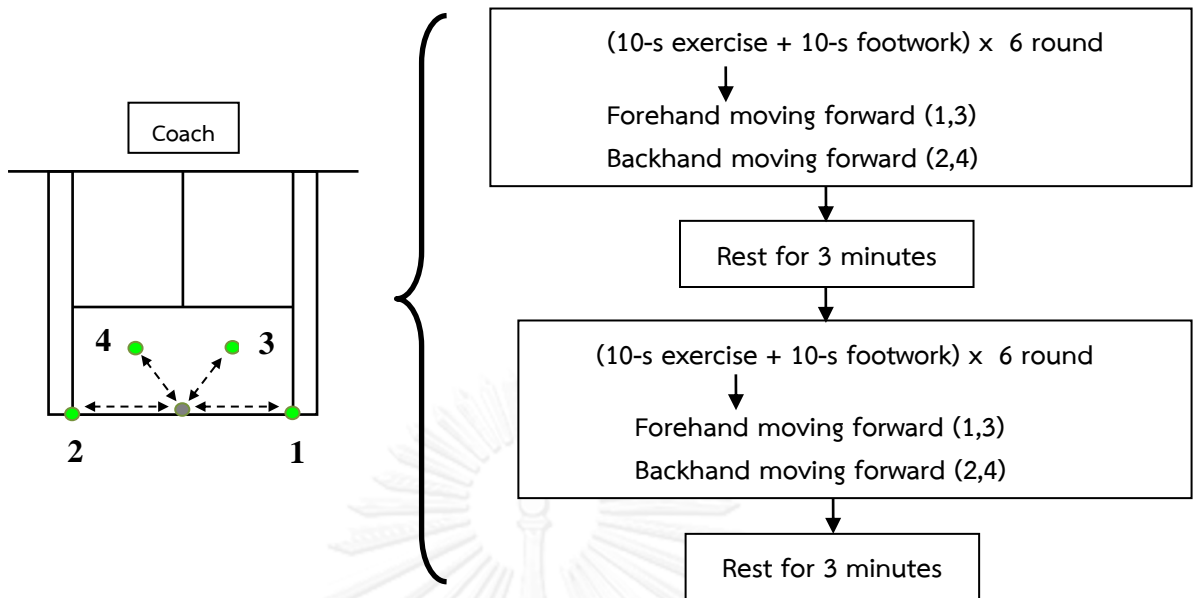
4) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 2 (Interval training off-court, work: rest ratio, 1:2) ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาวิ่งบนลู่วิ่งที่ 90-100% ความเร็วของลู่วิ่งสูงสุด (Peak treadmill speed) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้พัก (วิ่งที่ 30-40% ความเร็วของลู่วิ่งสูงสุด (Peak treadmill speed)) 20 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดยกำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที



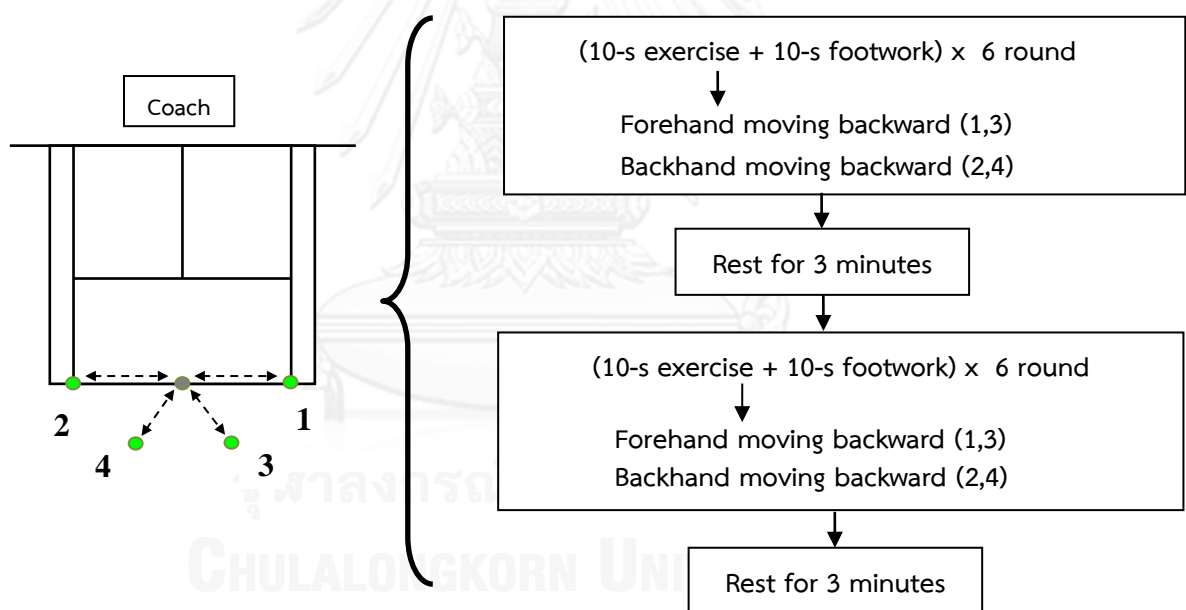
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3 การฝึกแบบสลับช่วง

## A: Movement and stroke patterns A



## B: Movement and stroke patterns B



## รูปที่ 4 การฝึกแบบสลับช่วงในสนาม

A : การฝึกแบบสลับช่วงโดยการเคลื่อนที่ไปตีบอลด้านหน้าและด้านข้าง

B : การฝึกแบบสลับช่วงโดยการเคลื่อนที่ไปตีบอลด้านหลังและด้านข้าง

8. นักกีฬาทั้ง 4 กลุ่ม ทำการฝึกทั้งหมด 4 เซตต่อวัน ระยะเวลาพักระหว่างเซต 3 นาที ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ โปรแกรมการฝึก 1 วัน ใช้เวลาประมาณ 25-30 นาที ระยะเวลารวมของการฝึกทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ โดยใช้สนามเทนนิสของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร เป็นสถานที่ทำการฝึก

9. การทดสอบประกอบด้วยการทดสอบก่อนการทดลอง และการทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นักกีฬาจะได้รับการทดสอบค่าต่างๆ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 วัน โดยเว้นช่วงห่างของการทดสอบ 1 วันเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากการทดสอบในครั้งก่อนหน้า การทดสอบจะถูกจัดขึ้นในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ เวลา 15:00 – 16:30 น. (ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที) ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งนี้การทดสอบในแต่ละวันจะดำเนินการทดสอบในวันเวลา และสถานที่เดียวกัน โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยคอยควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด ดังนี้

#### การทดสอบวันที่ 1

1. ทดสอบค่าตัวแปรทางสรีรวิทยา (ภาคผนวก ค) ได้แก่

- น้ำหนัก ส่วนสูง และเปอร์เซ็นต์ไขมัน ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยถอดรองเท้าและถุงเท้า ก่อนทำการชั่งน้ำหนัก (กิโลกรัม) และวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)
- อัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก (ครั้ง/นาที) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงจับชีพจรด้วยเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

2. การทดสอบสมรรถภาพทางกาย ได้แก่

- ความอดทนของระบบไหลเวียนและการหายใจโดยใช้โดยใช้รูซุชโปรโตคอล (Bruce Protocol) (ภาคผนวก จ)
- การทดสอบความเร็ว (Sprint test) (ภาคผนวก ฉ)
- การทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว (Spider test) (ภาคผนวก ช)
- การทดสอบพลังของการเนื้อส่วนล่างด้วยการกระโดด ยืนกระโดดสูง (Vertical Jump) (ภาคผนวก ช)

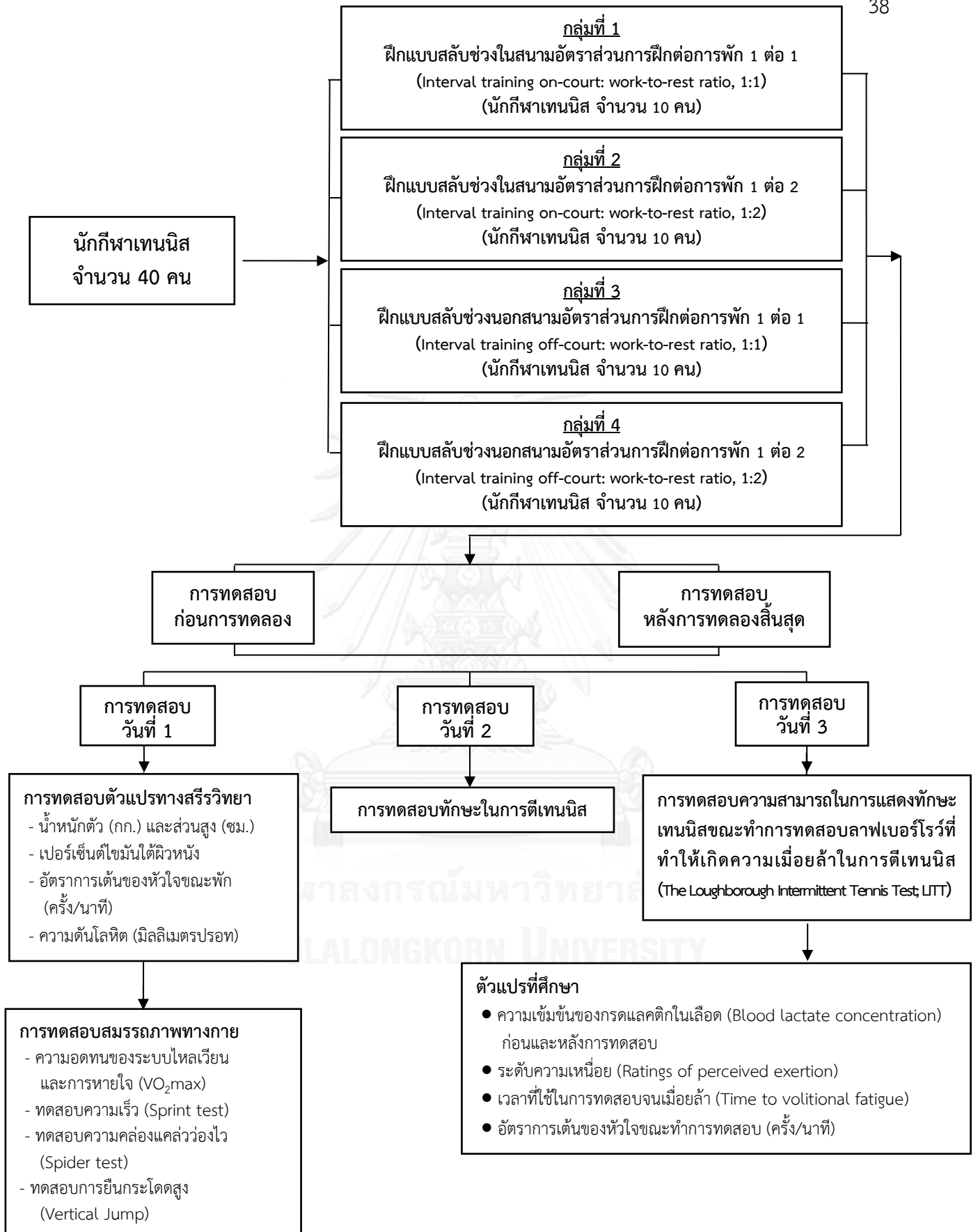
#### การทดสอบวันที่ 2

3. แบบทดสอบทักษะในการตีเทนนิส (International Tennis Number) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย ITF (International Tennis Federation 2004) (ภาคผนวก ซ)

#### การทดสอบวันที่ 3

ทำการทดสอบความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสขณะทำการทดสอบลาฟเบอร์โรว์ ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (The Loughborough Intermittent Tennis Test; LITT) ระหว่างการทดสอบมีการเก็บข้อมูลของอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความเหนื่อย และระดับแลคเตทในเลือดที่ก่อนและหลังสิ้นสุดการทดสอบ (ภาคผนวก ซ)

10. เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 10 สัปดาห์ นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ



รูปที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ ระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองของแต่ละกลุ่ม โดยใช้การทดสอบค่า “ที” (pair samples t-test) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. วิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรต่าง ๆ ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองของทั้ง 4 กลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสองทางชนิดวัดซ้ำ (2-way ANCOVA with repeated measures) ระหว่างตัวแปรอิสระ 2 ตัว ได้แก่ การฝึกแบบหนักสลับเบา 2 แบบ และอัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 2 แบบ โดยใช้คะแนนก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม (Covariate Variable) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของตุกี เอ (Tukey a)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชน หลังสิ้นสุดการทดลองผู้วิจัยนำผลมาวิเคราะห์ตามระเบียบวิธีทางสถิติ แล้วนำมาเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง และแผนภูมิ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัย

**ตอนที่ 2** การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความหนักของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิส

**ตอนที่ 3** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว คะแนนทักษะในการตีเทนนิส และระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีบอลในสนาม ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

**ตอนที่ 4** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว คะแนนทักษะในการตีเทนนิส และระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีบอลในสนาม หลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา

ค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา	กลุ่มที่ 1 (n=10)	กลุ่มที่ 2 (n=10)	กลุ่มที่ 3 (n=10)	กลุ่มที่ 4 (n=10)	F	p-value
อายุ (ปี)	16.60±0.52	17.00±0.47	16.60±0.71	16.00±0.94	-	-
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	172.40±7.97	171.78±4.94	170.48±6.15	170.54±6.50	0.213	0.886
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	62.04±12.60	61.47±6.67	64.03±9.58	66.27±8.31	0.520	0.671
ประสบการณ์ในการเล่นเทนนิส (ปี)	6.50±1.35	6.90±1.66	7.50±1.27	6.60±1.17	1.067	0.375
ไขมันในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	15.27±8.18	11.56±6.93	12.49±3.29	12.74±4.49	0.690	0.564
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	38.40±7.37	40.60±7.44	41.50±7.20	37.70±7.51	0.590	0.625

$p > .05$

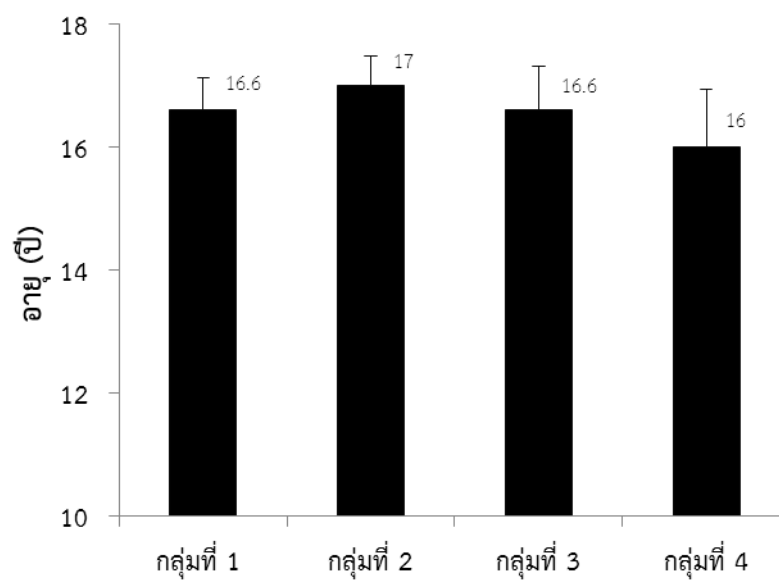
กลุ่มที่ 1 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1 (On-INT 1:1)

กลุ่มที่ 2 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2 (On-INT 1:2)

กลุ่มที่ 3 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1 (Off-INT 1:1)

กลุ่มที่ 4 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2 (Off-INT 1:2)

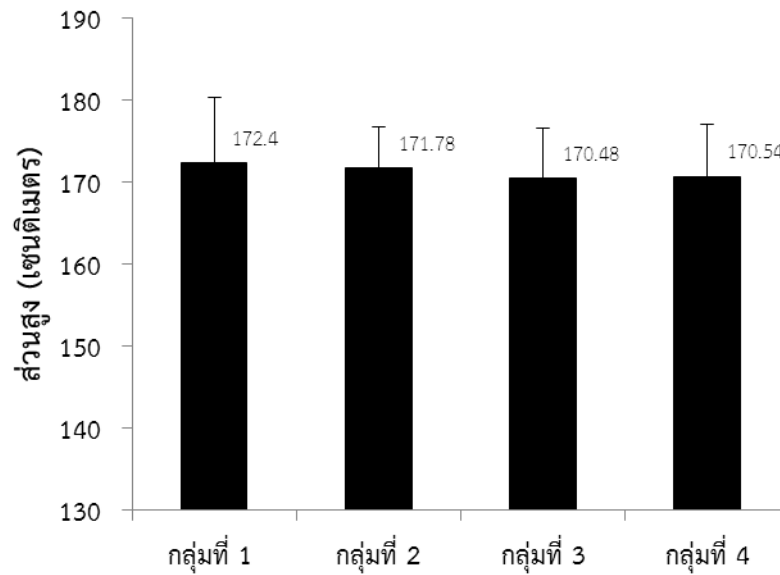
จากตารางที่ 1 ก่อนการทดลองไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยา ได้แก่ อายุ ส่วนสูง น้ำหนักตัว ประสบการณ์ในการเล่นเทนนิส ไขมันในร่างกาย และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1 (กลุ่มที่ 1) การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2 (กลุ่มที่ 2) การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1 (กลุ่มที่ 3) และการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2 (กลุ่มที่ 4)



- กลุ่มที่ 1 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

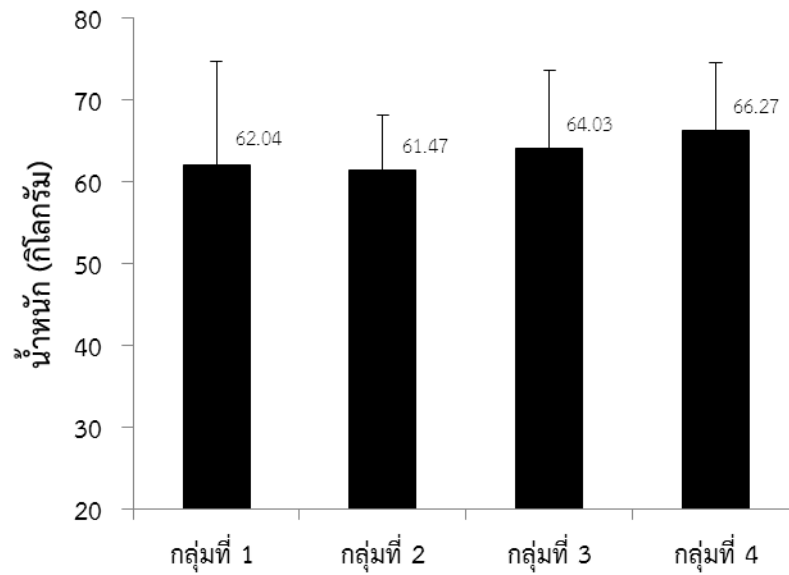
**แผนภูมิที่ 2** ค่าเฉลี่ยอายุของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก





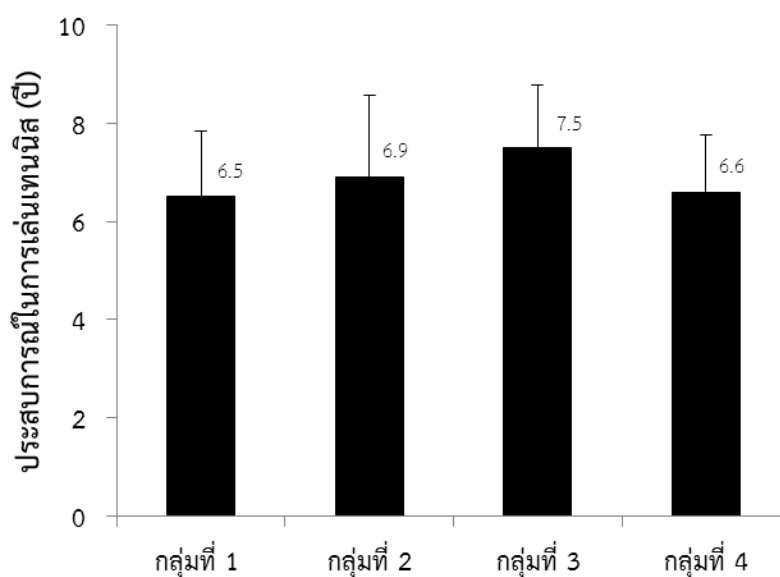
- กลุ่มที่ 1 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 3** ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก



- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 4** ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของนักกีฬาก่อนเข้ารับการฝึก



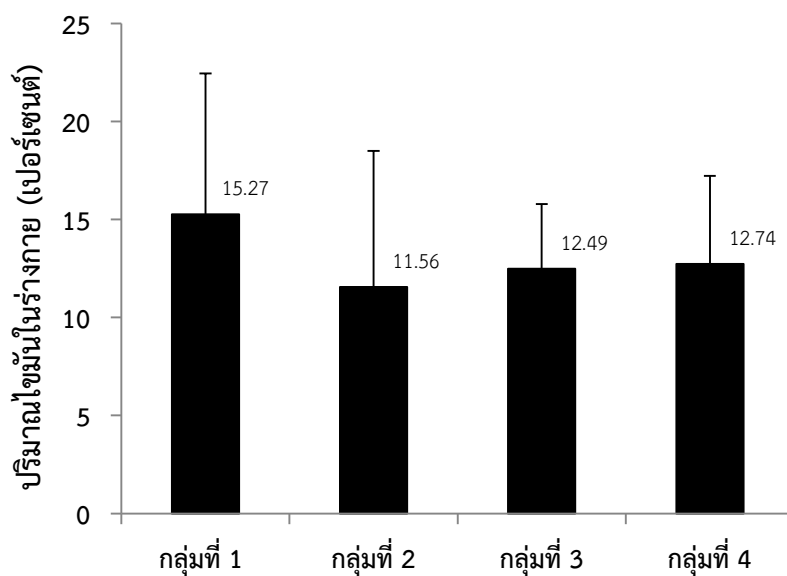
กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

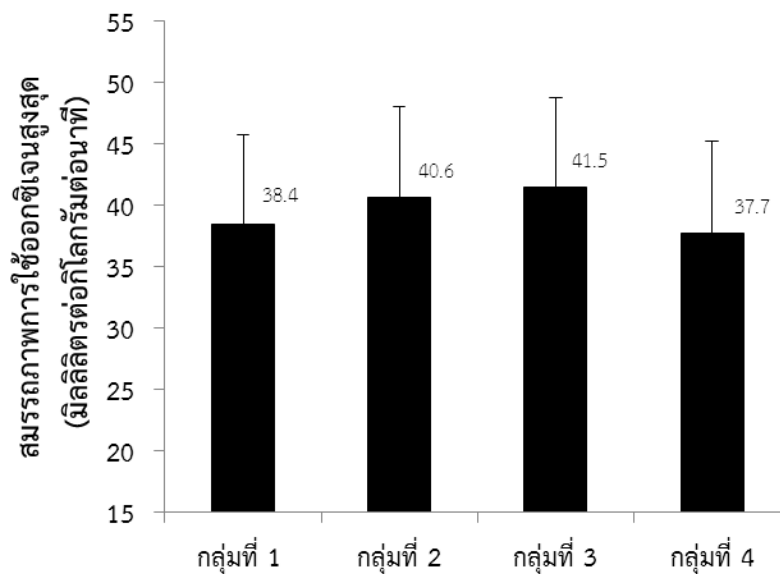
กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

แผนภูมิที่ 5 ค่าเฉลี่ยประสบการณ์ในการเล่นเทนนิสของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก



- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

แผนภูมิที่ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในร่างกายของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก



- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

แผนภูมิที่ 7 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬา ก่อนเข้ารับการฝึก

**ตอนที่ 2** การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความหนักของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิส

**ตารางที่ 2** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระดับแลคเตทในเลือด และระดับความเหนื่อย ในแต่ละเซทของการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนามที่ความหนัก 1:1 (กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3)

ตัวแปร	เซทที่ 1		เซทที่ 2		เซทที่ 3		เซทที่ 4		F	p-value
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 3		
เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นหัวใจ	91.10±5.41	88.50±5.64	92.80±3.71	90.20±4.94	96.80±4.47 <sup>†</sup>	94.40±3.69	95.40±3.27	96.60±5.50	3.986	0.001
สูงสุด	5.34±0.84	4.34±1.92	7.25±2.37	7.21±2.31	11.65±2.74* <sup>†‡μ</sup>	8.650±3.87 <sup>†‡μ</sup>	12.73±2.01 <sup>†</sup>	9.49±2.13 <sup>†</sup>	14.573	0.000
ระดับแลคเตทในเลือด	14.80±1.69	13.90±1.29	16.90±0.99 <sup>†</sup>	16.50±1.51 <sup>†</sup>	17.80±13.2* <sup>†</sup>	17.70±1.64* <sup>†</sup>	17.90±1.45* <sup>†</sup>	17.50±1.43* <sup>†</sup>	11.038	0.000

p<.05

กลุ่มที่ 1 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1 (On-INT 1:1)

กลุ่มที่ 3 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1 (Off-INT 1:1)

\* p<.05 แตกต่างกับเซทที่ 1

† p<.05 แตกต่างกับเซทที่ 2

‡ p<.05 แตกต่างกับเซทที่ 3

μ p<.05 แตกต่างกับเซทที่ 4

จากตารางที่ 2 พบว่าความหนักของการฝึกของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 ที่แสดงด้วยเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระดับแลคเตทในเลือด และระดับความเหนื่อย ในเซทที่ 1 2 3 และ 4 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยดังกล่าวภายในกลุ่มเดียวกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบความหนักระหว่างการฝึกของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 ในเซทเดียวกัน ไม่พบความแตกต่างของค่าตัวแปรดังกล่าว

**ตารางที่ 3** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระดับแลคเตทในเลือด และระดับความเหนื่อย ในแต่ละเซทของการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนามที่ความหนัก 1:2 (กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4)

ตัวแปร	เซทที่ 1		เซทที่ 2		เซทที่ 3		เซทที่ 4		F	p-value
	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 4		
เปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นหัวใจ	82.10±2.69	80.50±2.17	83.20±4.63	85.30±4.00	90.20±3.55* <sup>†*</sup>	89.20±4.10 <sup>†</sup>	89.90±3.96* <sup>†</sup>	89.20±4.57* <sup>†</sup>	10.274	0.000
สูงสุด										
ระดับแลคเตทในเลือด	5.81±1.36	3.69±0.77	7.41±2.83 <sup>†</sup>	6.26±1.70	10.71±1.70* <sup>†*</sup>	7.56±1.39 <sup>†</sup>	11.19±1.73* <sup>†*</sup>	8.56±1.19 <sup>†</sup>	22.157	0.000
ระดับความเหนื่อย	13.60±2.27	12.20±1.99	15.90±1.60 <sup>†</sup>	15.70±2.06 <sup>†</sup>	17.50±1.43* <sup>†</sup>	17.20±1.62* <sup>†</sup>	17.60±1.78* <sup>†</sup>	17.00±1.56* <sup>†</sup>	11.940	0.000

p>.05

กลุ่มที่ 2 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2 (On-INT 1:2)

กลุ่มที่ 4 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2 (Off-INT 1:2)

\* p<.05 แตกต่างกับเซทที่ 1

† p<.05 แตกต่างกับเซทที่ 2

\* p<.05 แตกต่างกับเซทที่ 3

μ p<.05 แตกต่างกับเซทที่ 4

จากตารางที่ 3 จากตารางที่ 2 พบว่าความหนักของการฝึกของกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 ที่แสดงด้วยเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระดับแลคเตทในเลือด และระดับความเหนื่อย ในเซทที่ 1 2 3 และ 4 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยดังกล่าวภายในกลุ่มเดียวกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบความหนัก ระหว่างการฝึกของกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 ในเซทเดียวกัน ไม่พบความแตกต่างของค่าตัวแปรดังกล่าว

**ตอนที่ 3** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว คะแนนทักษะในการตีเทนนิส และระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีบอลในสนาม ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

**ตารางที่ 4** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และคะแนนทักษะในการตีเทนนิสก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 1 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1)

ตัวแปร	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p-value
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อน้ำหนักต่อนาที)	38.40±7.37	42.30±7.56	-4.905	0.001*
ความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร (วินาที)	3.54±0.17	3.51±0.14	0.635	0.541
ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	19.42±1.1	19.08±.97	1.723	0.119
การกระโดดในแนวตั้ง (เซ็นติเมตร)	32.88±2.47	36.46±2.32	-10.210	0.000*
ทักษะในการตีเทนนิส (คะแนน)	168.50±7.35	203.70±7.45	-11.525	0.000*
ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะ ทดสอบตีในสนาม (นาที)	15.56±4.79	19.87±7.19	-3.086	0.013*

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 4 พบว่ากลุ่มที่ 1 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด การกระโดดในแนวตั้ง ทักษะในการตีเทนนิส ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร และความคล่องแคล่วว่องไวระหว่างก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8



**ตารางที่ 5** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และคะแนนทักษะในการตีเทนนิสก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 2 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2)

ตัวแปร	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p- value
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มีลลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	40.60±7.44	42.40±8.17	-2.967	0.049*
ความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร (วินาที)	3.53±0.18	3.47±0.14	1.010	0.339
ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	19.36±1.24	18.82±1.04	1.795	0.106
การกระโดดในแนวตั้ง (เซ็นติเมตร)	32.09±1.99	34.45±2.24	-4.175	0.002*
ทักษะในการตีเทนนิส (คะแนน)	169.50±7.17	202.90±8.74	-9.852	0.000*
ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะ ทดสอบตีในสนาม (นาที)	13.05±4.16	17.57±6.46	-2.960	0.016*

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 5 พบว่ากลุ่มที่ 2 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2) มีค่าเฉลี่ยตัวแปร ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด การกระโดดในแนวตั้ง ทักษะในการตีเทนนิส และระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร ความคล่องแคล่วว่องไว ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8

**ตารางที่ 6** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และคะแนนทักษะในการตี เทนนิสก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 3 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1)

ตัวแปร	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p-value
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	41.50±7.20	44.00±6.40	-3.406	0.008*
ความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร (วินาที)	3.65±0.20	3.51±0.19	3.631	0.005*
ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	20.43±1.25	19.82±0.88	3.391	0.078
การกระโดดในแนวตั้ง (เซ็นติเมตร)	31.71±2.72	34.31±4.46	-1.902	0.090
ทักษะในการตีเทนนิส (คะแนน)	155.80±7.76	185.50±11.77	-7.657	0.000*
ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะ ทดสอบตีในสนาม (นาที)	13.30±3.53	16.00±7.32	-1.838	0.099

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 6 พบว่ากลุ่มที่ 3 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และทักษะในการตีเทนนิส หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร ความคล่องแคล่วว่องไว การกระโดดในแนวตั้ง ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึก สัปดาห์ที่ 8

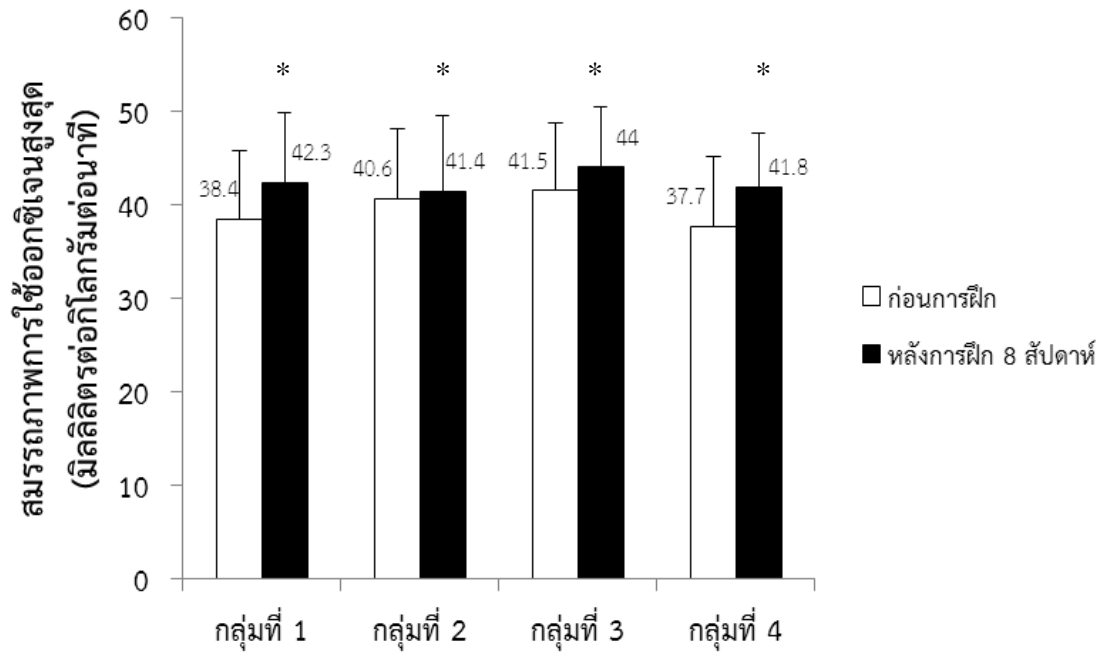
ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และคะแนนทักษะในการตีเทนนิสก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 4 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2)

ตัวแปร	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p- value
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	37.70±7.51	41.80±5.87	-3.188	0.011*
ความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร (วินาที)	3.50±0.15	3.43±0.06	1.806	0.104
ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	19.51±1.04	19.19±0.90	1.798	0.106
การกระโดดในแนวตั้ง (เซ็นติเมตร)	33.07±4.36	34.22±4.30	-1.150	0.280
ทักษะในการตีเทนนิส (คะแนน)	157.90±7.64	196.00±11.57	-10.465	0.000*
ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะ ทดสอบตีในสนาม (นาที)	14.37±5.44	17.10±7.39	-1.564	0.152

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 7 พบว่ากลุ่มที่ 4 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และทักษะในการตีเทนนิสหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร ความคล่องแคล่วว่องไว การกระโดดในแนวตั้ง ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึก สัปดาห์ที่ 8



\*  $p < 0.05$  แตกต่างกับก่อนการฝึก

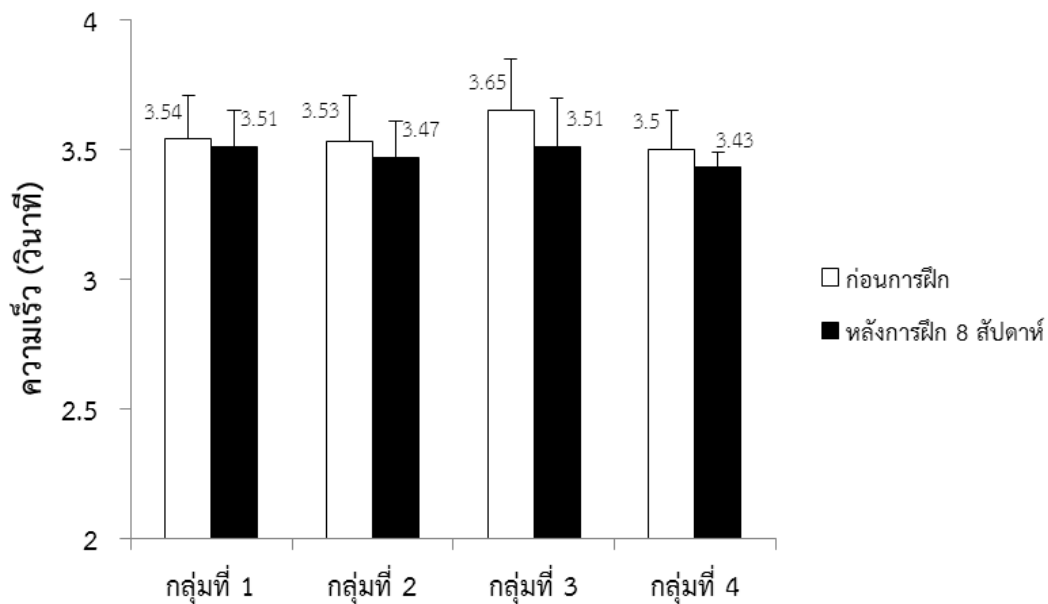
กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

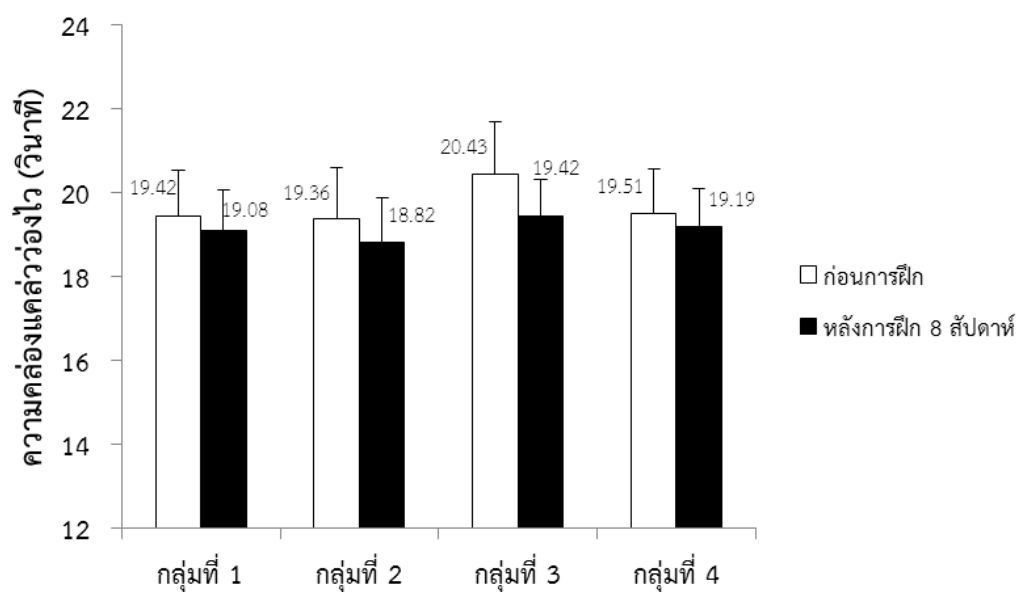
กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

แผนภูมิที่ 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึก



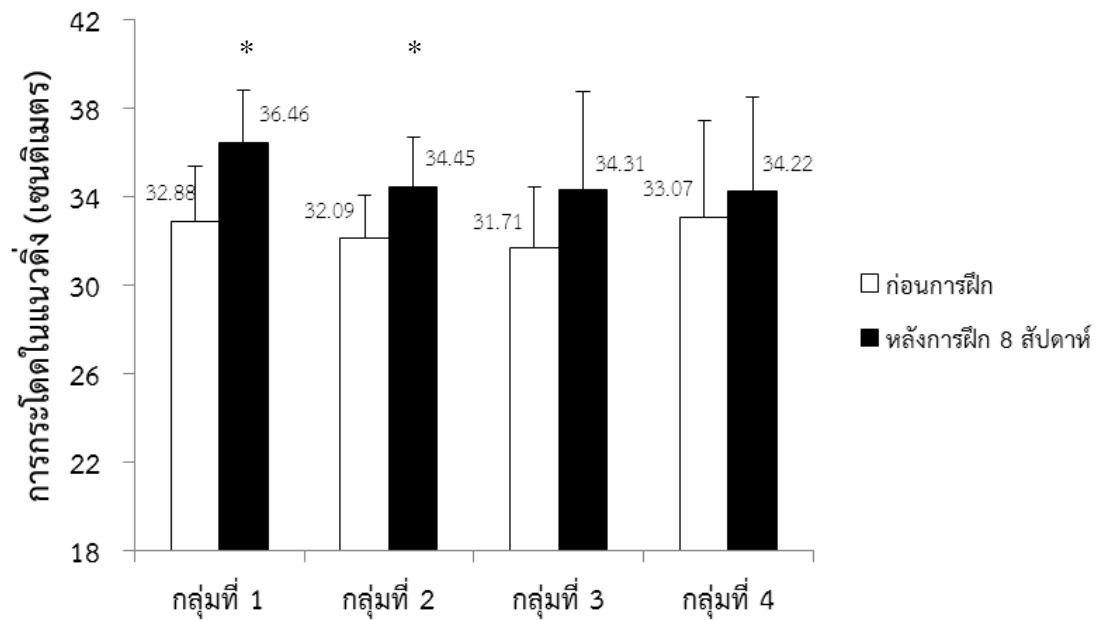
- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

แผนภูมิที่ 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเร็วในการวิ่ง เมตร 20 ก่อนการฝึกและหลังการฝึก



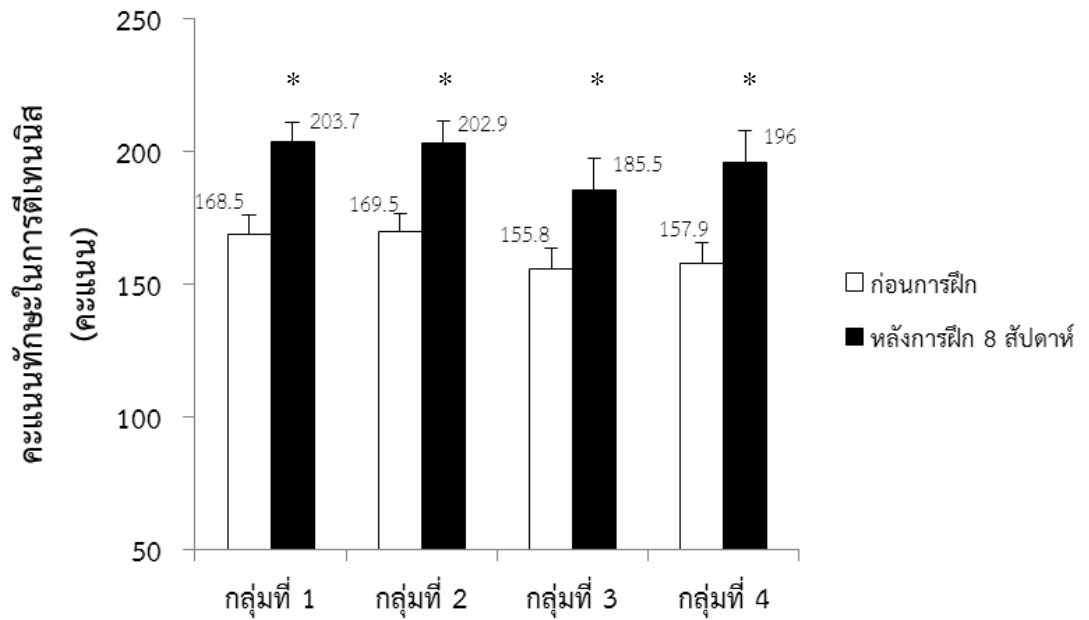
- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลัษช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลัษช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลัษช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลัษช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

แผนภูมิที่ 10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการฝึกและหลังการฝึก



- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

แผนภูมิที่ 11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการกระโดดในแนวตั้ง ก่อนการฝึกและหลังการฝึก



\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

+  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

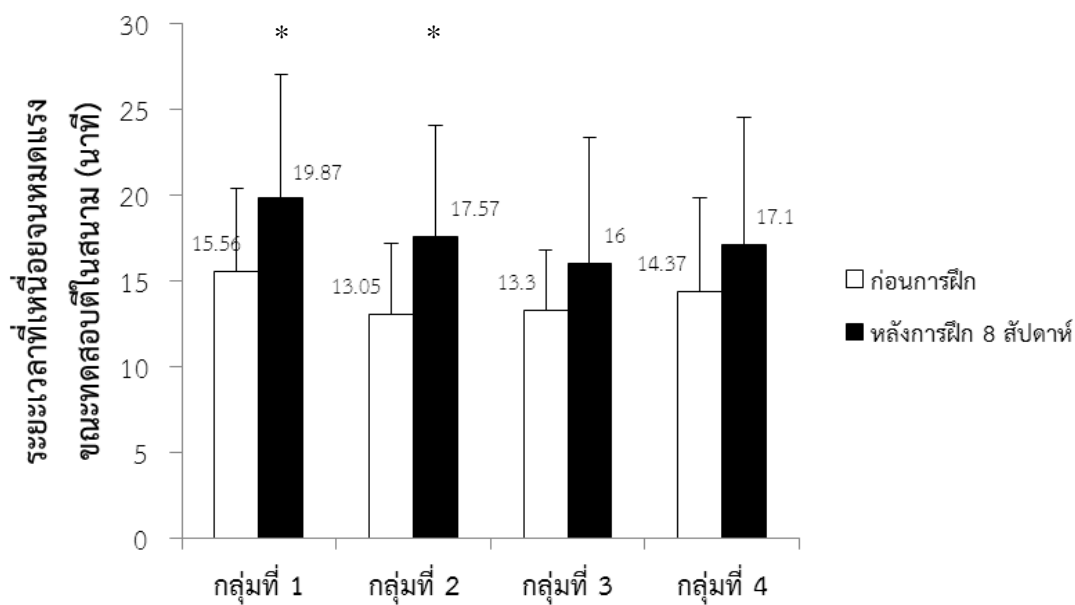
กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

แผนภูมิที่ 12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักะในการตีเทนนีส ก่อนการฝึกและหลังการฝึก





- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

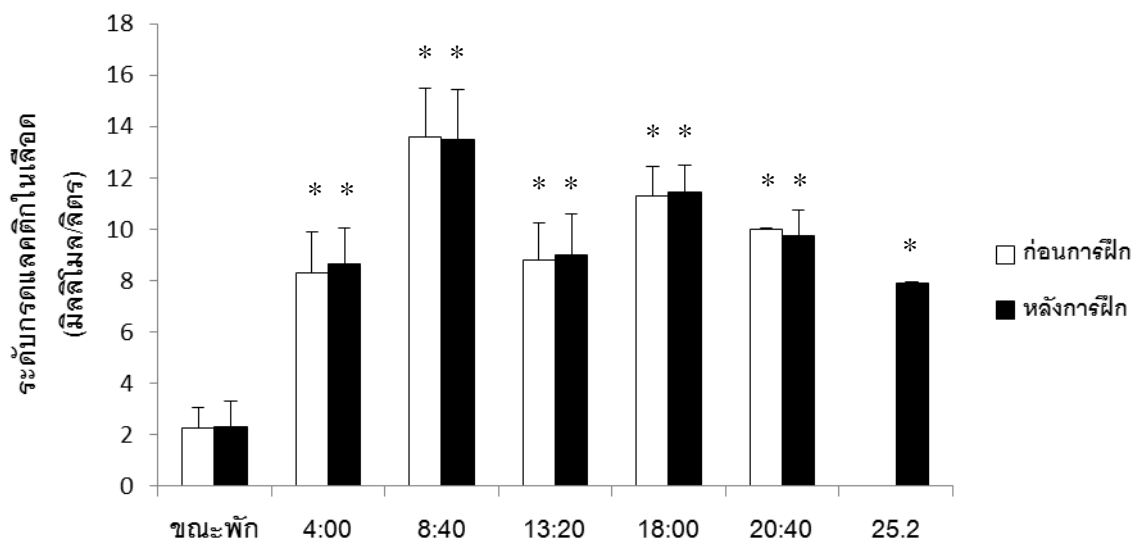
**แผนภูมิที่ 13** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่น้อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนามก่อนการฝึกและหลังการฝึก

**ตารางที่ 8** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 1 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1)

ระดับแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p-value
ขณะพัก	2.24±0.83	2.31±1.02	-0.180	0.861
นาทิตี่ 4:00	8.29±1.62	8.64±1.39	-0.492	0.634
นาทิตี่ 8:40	13.61±1.89	13.50±1.94	0.133	0.897
นาทิตี่ 13:20	8.78±1.45	9.01±1.60	0.335	0.751
นาทิตี่ 18:00	11.28±1.18	11.42±1.08	-	-
นาทิตี่ 20:40	10.00±0.0	9.73±1.01	-	-
นาทิตี่ 25:20	-	7.90±0.00	-	-

$p > .05$

จากตารางที่ 8 ไม่พบความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือดระหว่างก่อนฝึก หลังฝึก สัปดาห์ที่ 8 ที่นาทิตี่ต่าง ๆ



ขณะพัก คือ ระดับแลคเตทในเลือดขณะพัก  
 4:00 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 4:00  
 8:40 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 8:40  
 13:20 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 13:20  
 18:00 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 18:00  
 20:40 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 20:40

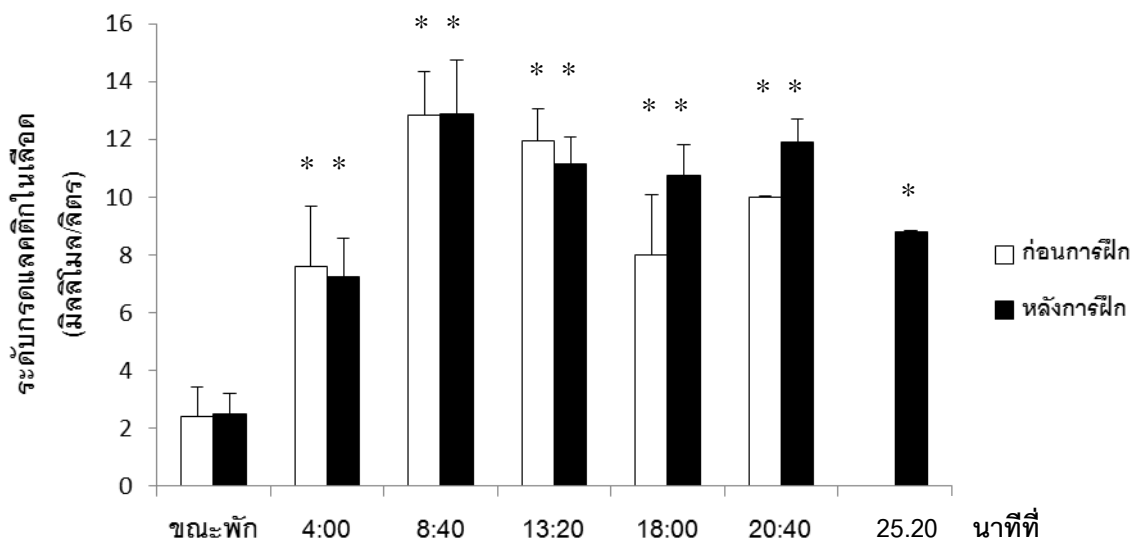
**แผนภูมิที่ 14** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มที่ 1 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 2 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2)

ระดับแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p-value
ขณะพัก	2.42±1.02	2.50±0.72	-0.271	0.793
นาทิตี่ 4:00	7.58±2.09	7.26±1.32	0.544	0.600
นาทิตี่ 8:40	12.84±1.52	12.88±1.85	-0.056	0.957
นาทิตี่ 13:20	11.96±1.11	11.14±0.96	-	-
นาทิตี่ 18:00	7.98±6.11	10.74±1.06	-1.000	0.423
นาทิตี่ 20:40	10.00±0.0	11.90±0.79	-	-
นาทิตี่ 25:20	-	8.80±0.00	-	-

$p > .05$

จากตารางที่ 9 ไม่พบความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึก สัปดาห์ที่ 8 ที่นาทิต่าง ๆ



ระยะเวลาพัก คือ ระดับแลคเตทในเลือดขณะพัก  
 4:00 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 4:00  
 8:40 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 8:40  
 13:20 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 13:20  
 18:00 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 18:00  
 20:40 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 20:40  
 25:20 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 25:20

**แผนภูมิที่ 15** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มที่ 2 การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

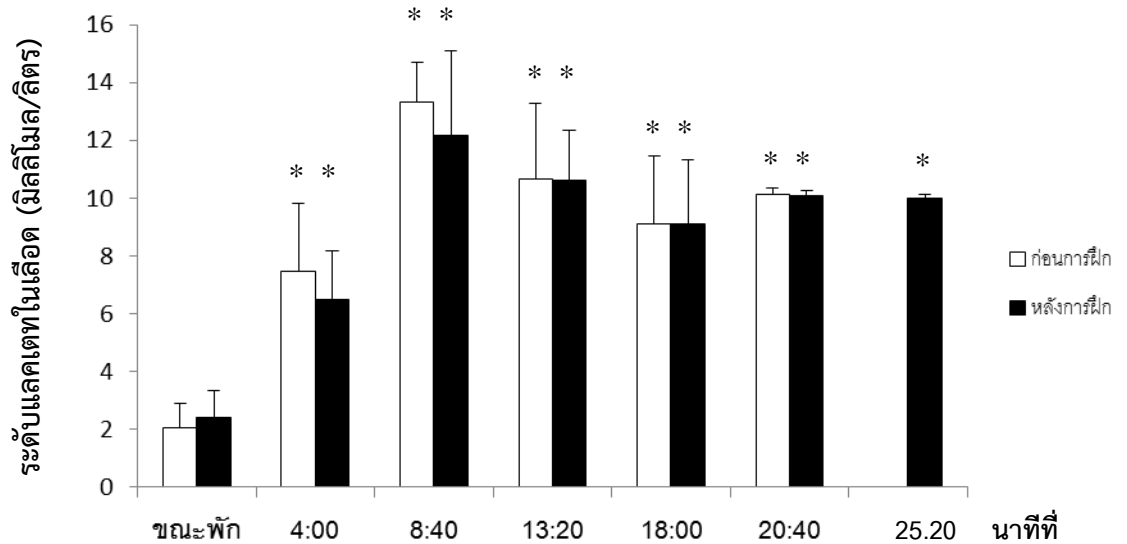
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ของกลุ่มที่ 3 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1)

ระดับแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p-value
ขณะพัก	2.07±0.81	2.40±0.95	-0.836	0.425
นาทิตี่ 4:00	7.48±2.33	6.47±1.70	1.006	0.341
นาทิตี่ 8:40	13.34±1.36	12.16±2.94	1.028	0.331
นาทิตี่ 13:20	10.66±2.60	10.63±1.71	0.051	0.961
นาทิตี่ 18:00	9.11±4.33	9.09±4.22	0.042	0.968
นาทิตี่ 20:40	10.15±0.21	10.07±0.21	-	-
นาทิตี่ 25:20	-	10.00±1.13	-	-

$p > .05$

จากตารางที่ 10 ไม่พบความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือดระหว่างก่อนฝึก หลังฝึก สัปดาห์ที่ 8 ที่นาทิต่าง ๆ



ขณะพัก คือ ระดับแลคเตทในเลือดขณะพัก  
 4:00 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 4:00  
 8:40 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 8:40  
 13:20 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 13:20  
 18:00 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 18:00  
 20:40 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 20:40  
 25:20 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 25:20

**แผนภูมิที่ 16** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มที่ 3 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

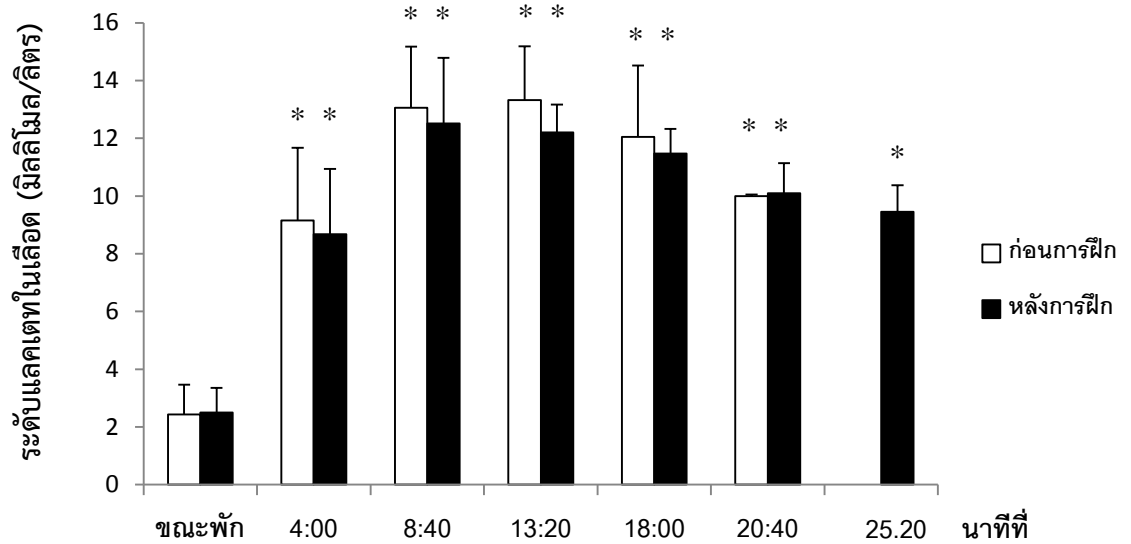
ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ของกลุ่มที่ 4 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2)

ระดับแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p-value
ขณะพัก	2.43±1.03	2.50±0.85	-0.187	0.856
นาทิตี่ 4:00	9.15±2.52	8.67±2.27	0.430	0.678
นาทิตี่ 8:40	13.06±2.11	12.51±2.28	0.598	0.565
นาทิตี่ 13:20	13.32±1.87	12.20±0.97	2.165	0.074
นาทิตี่ 18:00	12.05±2.47	11.47±0.85	1.694	0.232
นาทิตี่ 20:40	10.00±0.0	10.10±1.04	-	-
นาทิตี่ 25:20	-	9.45±0.92	-	-

$p > .05$

จากตารางที่ 11 ไม่พบความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือดระหว่างก่อนฝึก หลังฝึก สัปดาห์ที่ 8 ที่นาทิต่าง ๆ





ขณะพัก คือ ระดับแลคเตทในเลือดขณะพัก  
 4:00 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 4:00  
 8:40 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 8:40  
 13:20 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 13:20  
 18:00 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 18:00  
 20:40 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 20:40  
 25:20 คือ ระดับแลคเตทในเลือดนาฬิกาที่ 25:20

**แผนภูมิที่ 17** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มที่ 4 การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**ตารางที่ 12** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ จำนวนบอลที่ดีที่สุดทั้งหมด เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ ความคงที่ และบอลที่ออก ในการทดสอบตีบอลใน สนาม (The Loughborough Intermittent Tennis Test) ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 1 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1)

ตัวแปร	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p- value
จำนวนบอลที่ดีที่สุดทั้งหมด (บอล)	466.80±143.69	596.10±163.62	-4.230	0.002*
เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ	16.04±7.59	20.02±6.16	-6.430	0.000*
เปอร์เซ็นต์ความคงที่	52.18±0.54	52.04±0.03	-0.0168	0.871
เปอร์เซ็นต์บอลที่ออก	31.69±8.89	26.30±6.76	2.813	0.020*

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 12 พบว่ากลุ่มที่ 1 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1) มีค่าเฉลี่ยตัวแปร จำนวนบอลที่ดีที่สุดทั้งหมด เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ และบอลที่ออก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความคงที่ในการทดสอบ ระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8

**ตารางที่ 13** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ จำนวนบอลที่ดีที่สุดทั้งหมด เปอร์เซนต์ความแม่นยำ ความคงที่ และบอลที่ออกในการทดสอบตีบอลใน สนาม (The Loughborough Intermittent Tennis Test) ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 2 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2)

ตัวแปร	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p- value
จำนวนบอลที่ดีที่สุดทั้งหมด (บอล)	399.00±105.88	471.60±117.46	-3.448	0.007*
เปอร์เซนต์ความแม่นยำ	14.66±4.83	16.78±2.98	-1.643	0.135
เปอร์เซนต์ความคงที่	51.95±0.06	51.99±0.06	-1.489	0.171
เปอร์เซนต์บอลที่ออก	31.79±7.28	25.83±4.07	1.716	0.120

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 13 พบว่ากลุ่มที่ 2 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2) มีค่าเฉลี่ยตัวแปร จำนวนบอลที่ดีที่สุดทั้งหมด หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซนต์ความแม่นยำ ความคงที่และบอลที่ออกในการทดสอบ ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8

**ตารางที่ 14** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนบอลที่ดีทั้งหมด เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ ความคงที่ และบอลที่ออก ในการทดสอบตีบอลในสนาม (The Loughborough Intermittent Tennis Test) ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 3 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1)

ตัวแปร	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p-value
จำนวนบอลที่ดีทั้งหมด (บอล)	409.80±135.98	475.50±131.04	-4.367	0.002*
เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ	13.67±4.35	14.47±2.89	-0.765	0.464
เปอร์เซ็นต์ความคงที่	49.07±2.52	50.00±3.41	-0.746	0.475
เปอร์เซ็นต์บอลที่ออก	37.26±5.44	35.53±3.85	0.989	0.348

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 14 พบว่ากลุ่มที่ 3 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:3) มีค่าเฉลี่ยตัวแปร จำนวนบอลที่ดีทั้งหมด หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

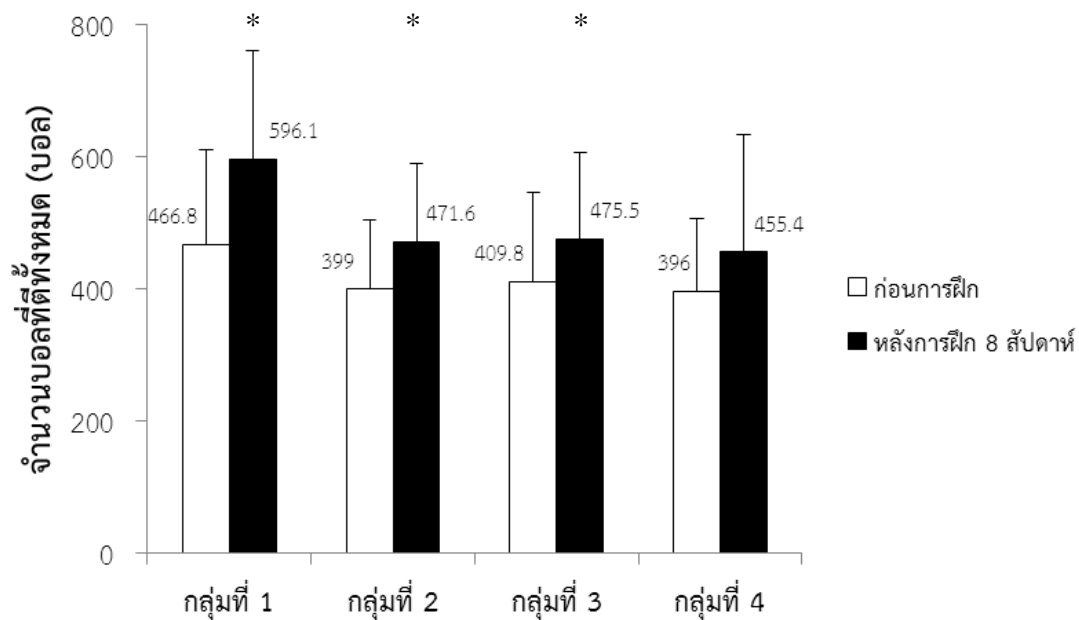
นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ ความคงที่และบอลที่ออกในการทดสอบ ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8

**ตารางที่ 15** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนบอลที่ดีที่สุดทั้งหมด เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ ความคงที่ และบอลที่ออก ในการทดสอบตีบอลในสนาม (The Loughborough Intermittent Tennis Test) ก่อนการฝึก และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ของกลุ่มที่ 4 (การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2)

ตัวแปร	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์	t	p-value
จำนวนบอลที่ดีที่สุดทั้งหมด (บอล)	396.00±109.36	455.40±178.60	-2.120	0.063
เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ	12.33±1.23	12.13±1.74	0.338	0.743
เปอร์เซ็นต์ความคงที่	48.67±3.01	48.66±4.93	0.002	0.999
เปอร์เซ็นต์บอลที่ออก	39.00±2.91	39.20±6.02	-.0100	0.922

$p > .05$

จากตารางที่ 15 ไม่พบความแตกต่างของกลุ่มที่ 4 (การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2) มีค่าเฉลี่ยตัวแปร จำนวนบอลที่ดีที่สุดทั้งหมด เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ ความคงที่ และบอลที่ออกในการทดสอบ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



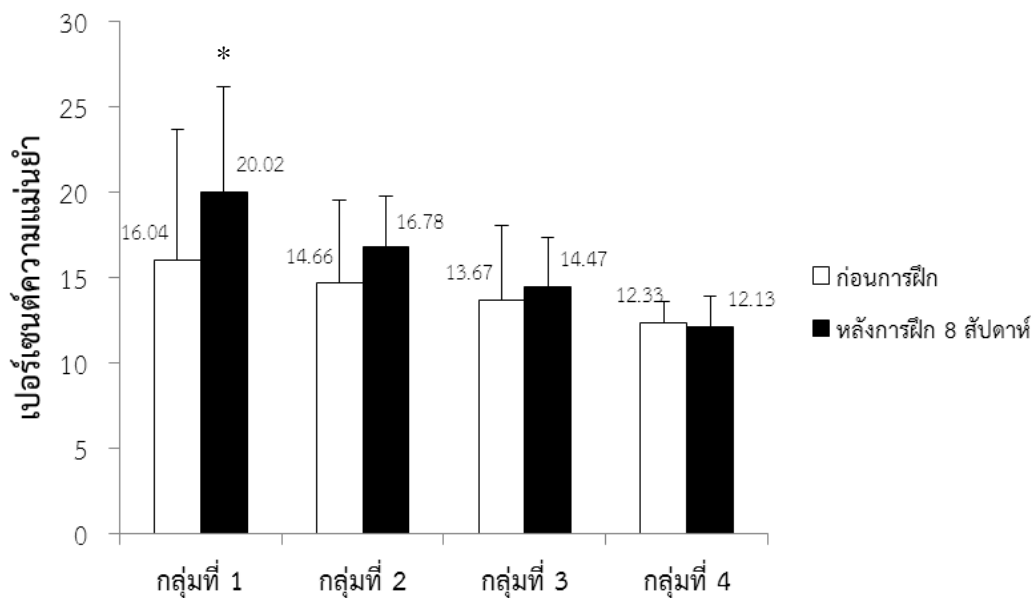
กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 18** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนบอลที่ตีทั้งหมด ก่อนการฝึกและหลังการฝึก



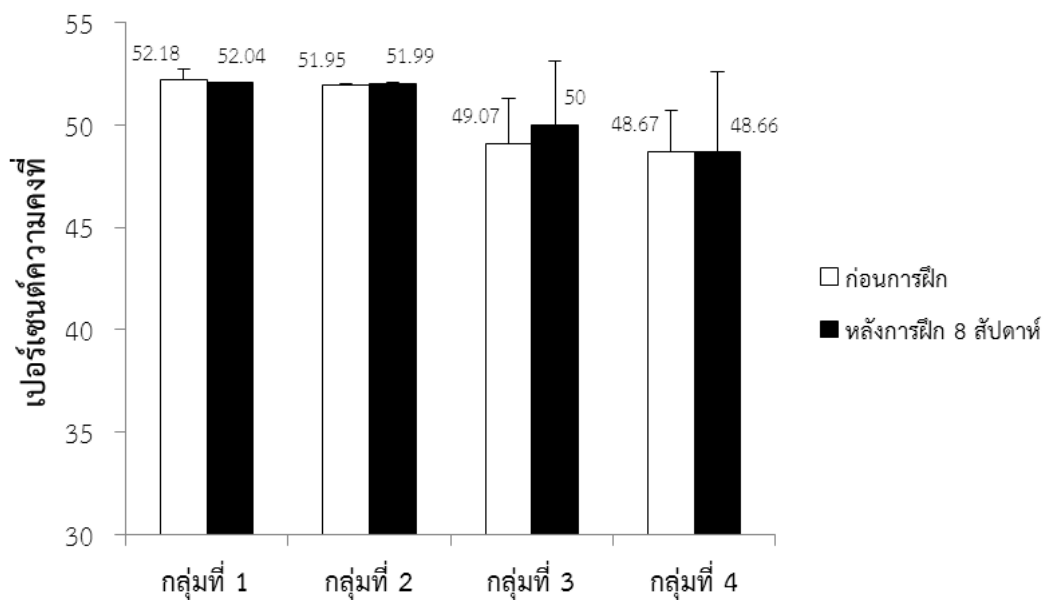
กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 19** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจในการตีบอล ก่อนการฝึกและหลังการฝึก



กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

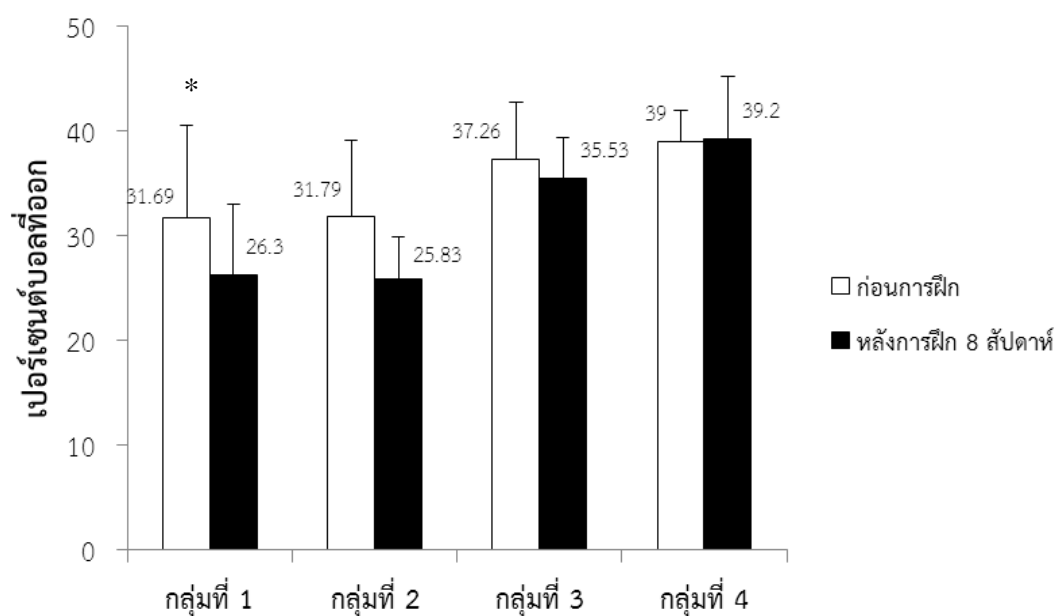
กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 20** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความคงที่ ก่อนการฝึกและหลังการฝึก





- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 21** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์บอลที่ออก ก่อนการฝึกและหลังการฝึก

**ตอนที่ 4** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว คะแนนทักษะในการตีเทนนิส และระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีบอลในสนาม หลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์

**ตารางที่ 16** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

สมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ก่อนการฝึก	38.40±7.37	40.60±7.44	41.50±7.20	37.70±7.51	0.590	0.625
หลังการฝึก 8 สัปดาห์	42.30±7.56	41.40±8.17	44.00±6.39	41.80±5.87	0.263	0.852

$p > .05$

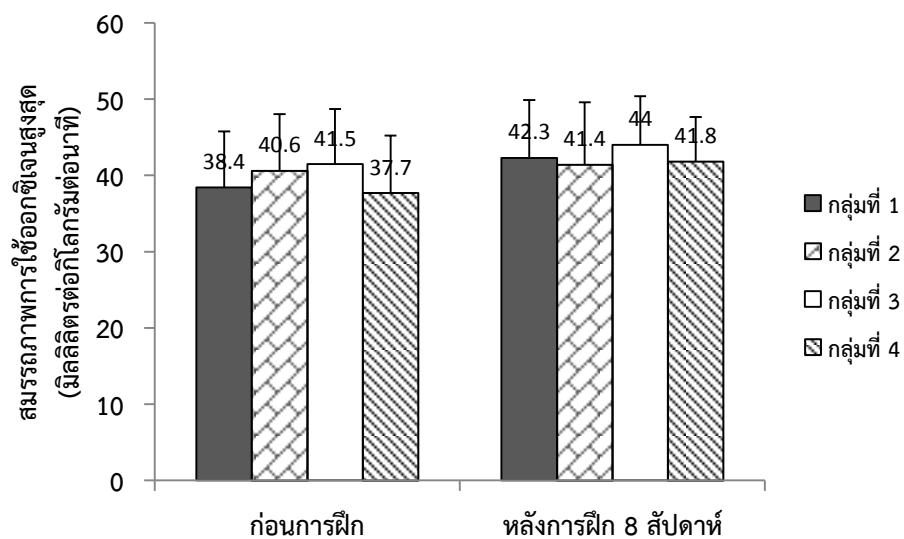
กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 16 และแผนภูมิที่ 22 ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4



- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

แผนภูมิที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึกและหลังการฝึก

**ตารางที่ 17** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

ความเร็ว (วินาที)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ก่อนการฝึก	3.54±0.17	3.53±0.18	3.65±0.20	3.50±0.15	1.415	0.254
หลังการฝึก 8 สัปดาห์	3.51±0.14	3.47±0.14	3.51±0.19	3.43±0.06	0.828	0.487

$p > .05$

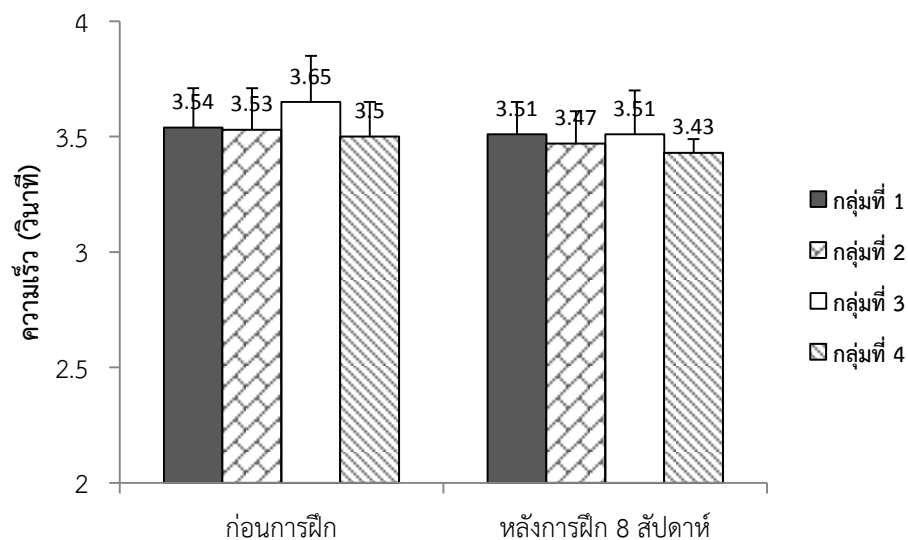
กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 17 และแผนภูมิที่ 23 ไม่พบความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4



- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 23** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร ก่อนการฝึกและหลังการฝึก

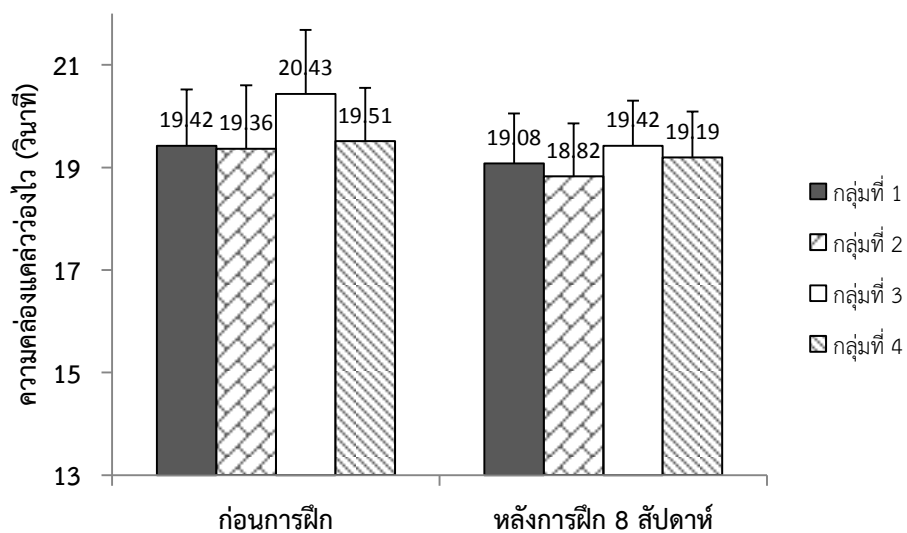
**ตารางที่ 18** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ก่อนการฝึก	19.42±1.1	19.36±1.24	20.43±1.25	19.51±1.04	1.900	0.147
หลังการฝึก 8 สัปดาห์	19.08±.97	18.82±1.04	19.42±0.88	19.19±0.90	0.673	0.574

$p > .05$

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 18 และแผนภูมิที่ 24 ไม่พบความแตกต่างของความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4



- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 24** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคล่องแคล่วว่องไวก่อนการฝึกและหลังการฝึก

**ตารางที่ 19** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยการกระโดดในแนวตั้ง ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

การกระโดดในแนวตั้ง (เซนติเมตร)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ก่อนการฝึก	32.88±2.47	32.09±1.99	31.71±2.72	33.07±4.36	0.565	0.641
หลังการฝึก 8 สัปดาห์	36.46±2.32	34.45±2.24	34.31±4.46	34.22±4.30	0.942	0.431

$p > .05$

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

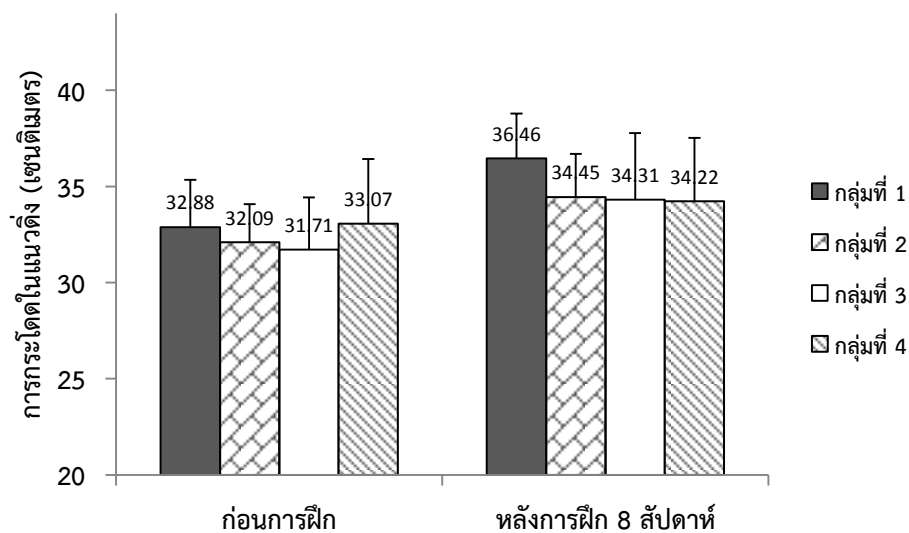
กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 19 และแผนภูมิที่ 25 ไม่พบความแตกต่างของการกระโดดในแนวตั้ง ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4





- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 25** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการกระโดดในแนวตั้ง ก่อนการฝึกและหลังการฝึก

**ตารางที่ 20** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะในการตีเทนนิส ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

คะแนนทักษะในการตีเทนนิส (คะแนน)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ก่อนการฝึก	168.50±7.35	169.50±7.17	155.80±7.76*	157.90±7.64	7.950	0.003*
หลังการฝึก 8 สัปดาห์	203.70±7.45	202.90±8.74	185.50±11.77* <sup>†</sup>	196.00±11.57	7.025	0.001* <sup>†</sup>

\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

†  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

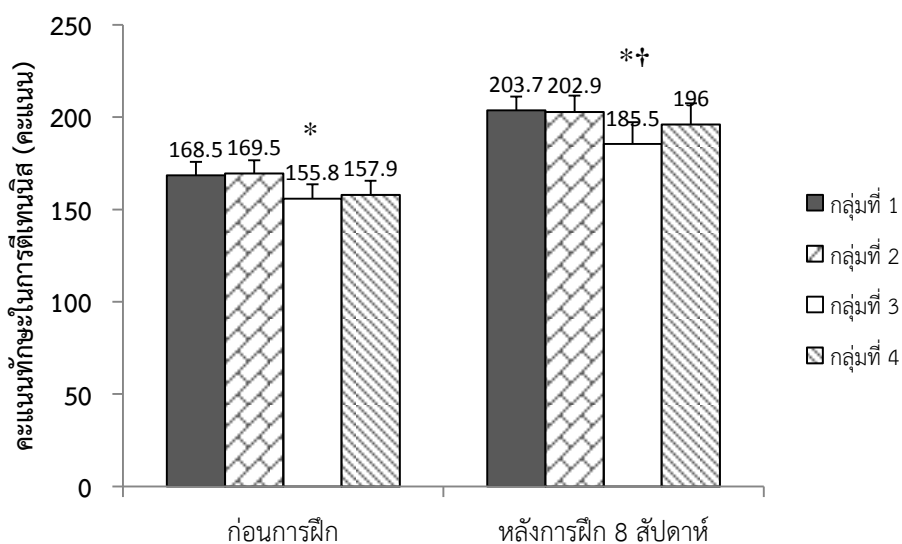
กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 20 และแผนภูมิที่ 26 พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะในการตีเทนนิส ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มที่ 3 กับกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะในการตีเทนนิส หลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 3 กับกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

†  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 26** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะในการตีเทนนิส ก่อนการฝึกและหลังการฝึก

CHULALONGKORN UNIVERSITY

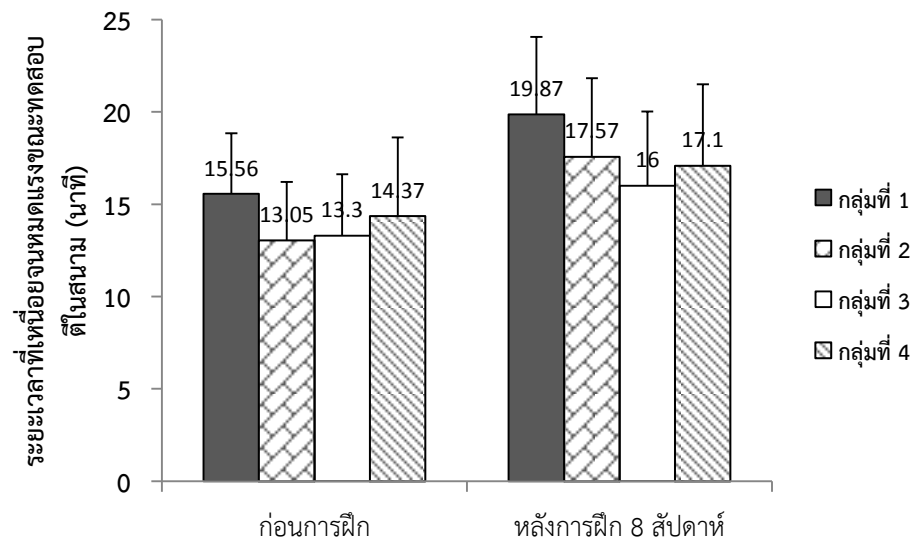
**ตารางที่ 21** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม (นาที)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ก่อนการฝึก	15.56±4.79	13.05±4.16	13.30±3.53	14.37±5.44	0.638	0.595
หลังการฝึก 8 สัปดาห์	19.87±7.19	17.57±6.46	16.00±7.32	17.10±7.39	0.526	0.667

$p > .05$

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 21 และแผนภูมิที่ 27 ไม่พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4



- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 27** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก

**ตารางที่ 22** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ ในการตีบอลขณะทดสอบ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ก่อนการฝึก	16.04±7.59	14.66±4.83	13.67±4.35	12.33±1.23	1.988	0.133
หลังการฝึก 8 สัปดาห์	20.02±6.16	16.78±2.98*	14.47±2.89*	12.13±1.74*	19.233	0.000*

\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

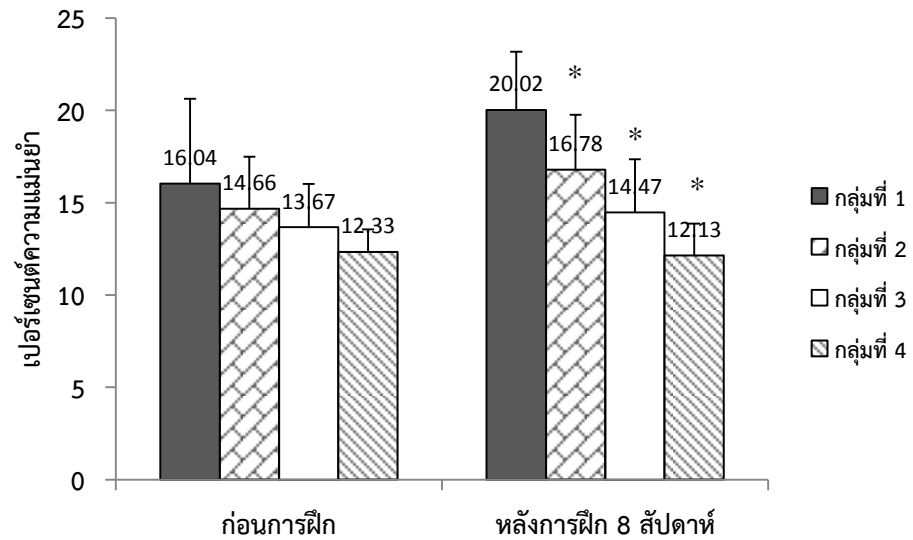
กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 22 และแผนภูมิที่ 28 พบความแตกต่างของความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 กับกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 กับกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ ไม่มีความแตกต่างของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ ก่อนการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) ของทั้ง 4 กลุ่ม



\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 28** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตารางที่ 23** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ เปอร์เซ็นต์ความคงที่ในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

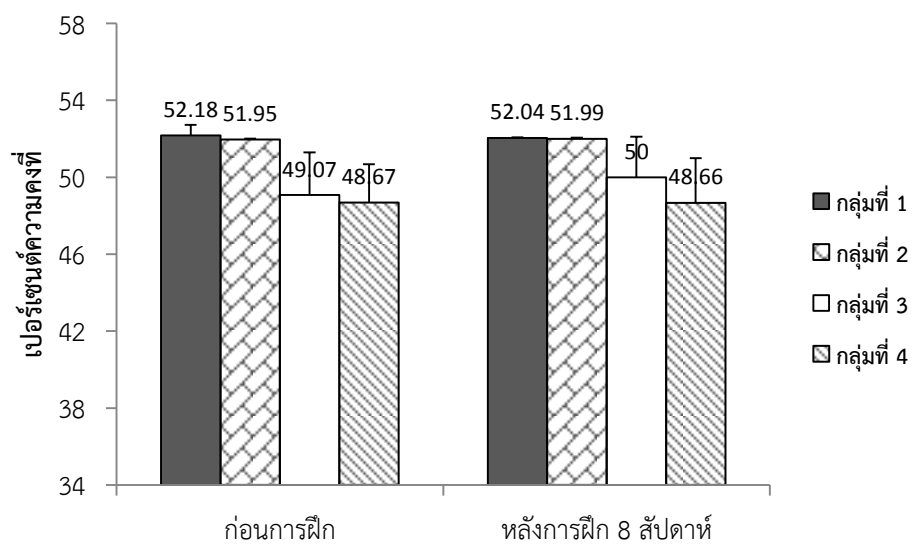
เปอร์เซ็นต์ความคงที่ ในการตีบอลขณะทดสอบ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ก่อนการฝึก	52.18±0.54	51.95±0.06	49.07±2.52	48.67±3.01	3.180	0.055
หลังการฝึก 8 สัปดาห์	52.04±0.03	51.99±0.06	50.00±3.41	48.66±4.93	2.088	0.119

$p > .05$

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 23 และแผนภูมิที่ 29 ไม่พบความแตกต่างของความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ความคงที่ ก่อนและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ของทั้ง 4 กลุ่ม





- กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2  
 กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1  
 กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 29** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความคงที่ในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึก

**ตารางที่ 24** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ เปอร์เซ็นต์บอลที่ออกในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

เปอร์เซ็นต์บอลที่ออก ในการตีบอลขณะทดสอบ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ก่อนการฝึก	31.69±8.89	31.79±7.28	37.26±5.44	39.00±2.91*	4.015	0.015*
หลังการฝึก 8 สัปดาห์	26.30±6.76	25.83±4.07	35.53±3.85*	39.20±6.02*†	11.855	0.000*

\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

†  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 2

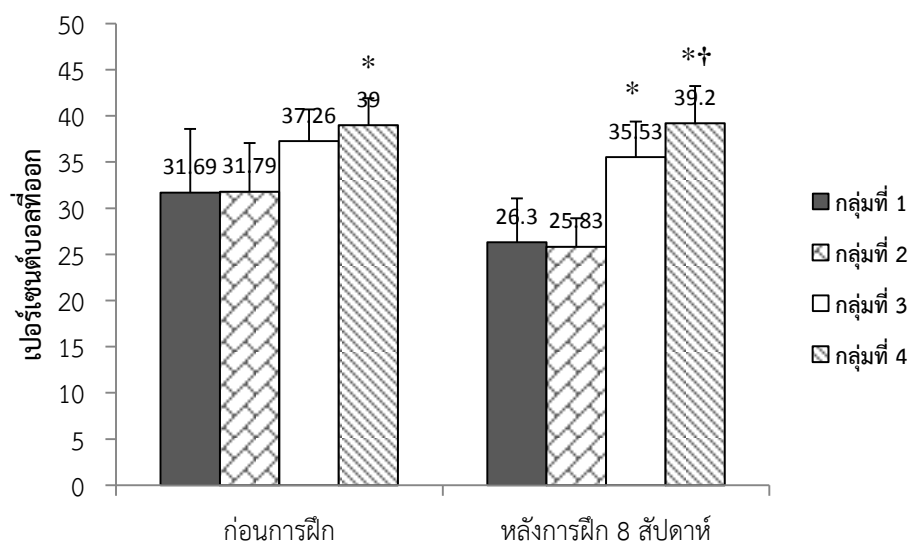
กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 24 และแผนภูมิที่ 30 พบความแตกต่างของความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์บอลที่ออก ก่อนการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) ระหว่างกลุ่มที่ 4 กับกลุ่มที่ 1 และหลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) ระหว่างกลุ่มที่ 3 กับกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 กลุ่ม 1 และกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

†  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 30** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์บอลที่ออกในการตีบอลขณะทดสอบ ก่อนและหลังการฝึก

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

ระดับแลคเตทในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ขณะพัก	2.24±0.83 (n=10)	2.42±1.02 (n=10)	2.07±0.81 (n=10)	2.43±1.03 (n=10)	0.105	0.957
นาฬิกาที่ 4:00	8.29±1.62 (n=10)	7.58±2.09 (n=10)	7.48±2.33 (n=10)	9.15±2.52 (n=10)	1.271	0.299
นาฬิกาที่ 8:40	13.61±1.89 (n=10)	12.84±1.52 (n=10)	13.34±1.36 (n=10)	13.06±2.11 (n=10)	0.368	0.777
นาฬิกาที่ 13:20	8.78±1.45 (n=10)	11.96±1.11 (n=8)	10.66±2.60 (n=10)	13.32±1.87* (n=8)	5.585	0.006*
นาฬิกาที่ 18:00	11.28±1.18 (n=4)	7.98±6.11 (n=2)	9.11±4.33 (n=4)	12.05±2.47 (n=1)	1.344	0.303
นาฬิกาที่ 20:40	10.00±0.0 (n=1)	10.00±0.0 (n=1)	10.15±0.21 (n=1)	9.00±0.0 (n=1)	-	-

\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

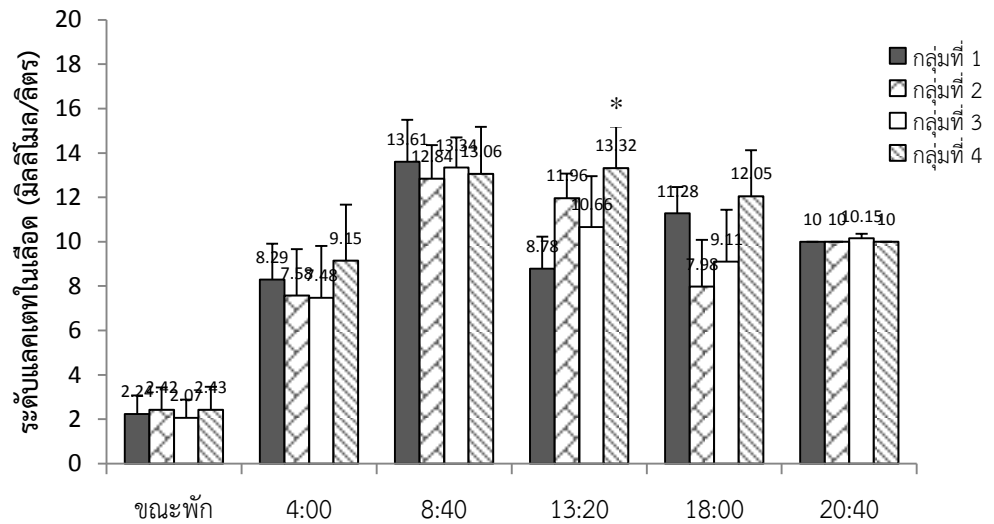
กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 25 และแผนภูมิที่ 31 พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับแลคเตทในเลือด นาฬิกาที่ 13:20 ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มที่ 4 กับกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 31** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับแลคเตทในเลือด ก่อนการฝึก

**ตารางที่ 26** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยระดับแลคเตทในเลือด หลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4

ระดับกรดแลคติกในเลือด (มิลลิโมล/ลิตร)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	F	p-value
ขณะพัก	2.31±1.02 (n=10)	2.50±0.72 (n=10)	2.40±0.95 (n=10)	2.50±0.85 (n=10)	0.009	0.797
นาฬิกาที่ 4:00	8.64±1.39 (n=10)	7.26±1.32 (n=10)	6.47±1.70* (n=10)	8.67±2.27 <sup>¥</sup> (n=10)	4.002	0.015 <sup>¥</sup>
นาฬิกาที่ 8:40	13.50±1.94 (n=10)	12.88±1.85 (n=10)	12.16±2.94 (n=10)	12.51±2.28 (n=10)	0.624	0.604
นาฬิกาที่ 13:20	9.01±1.60 (n=10)	11.14±0.96* (n=10)	10.63±1.71* (n=10)	12.20±0.97* (n=10)	6.866	0.002*
นาฬิกาที่ 18:00	11.42±1.08 (n=7)	10.74±1.06 (n=5)	9.09±4.22 (n=6)	11.47±0.85 (n=4)	1.261	0.319
นาฬิกาที่ 20:40	9.73±1.01 (n=3)	11.90±0.79* (n=2)	10.07±0.21 (n=3)	10.10±1.04 (n=2)	4.162	0.042*
นาฬิกาที่ 25:20	7.90±0.00 (n=2)	8.80±0.00 (n=2)	10.00±1.13 (n=2)	9.45±0.00 (n=1)	-	-

\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

¥  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 3

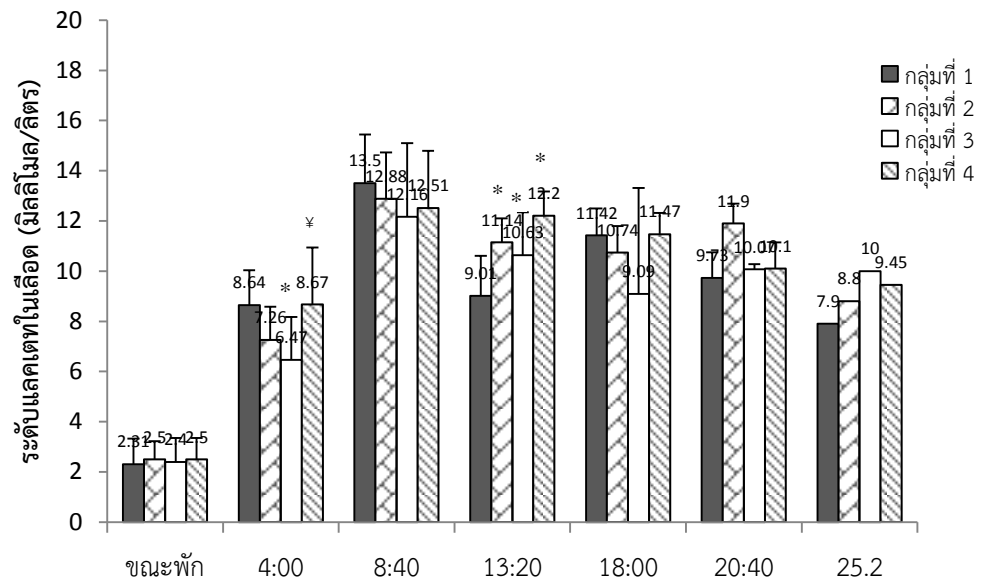
กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

จากตารางที่ 26 และแผนภูมิที่ 32 พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับแลคเตทในเลือด หลังการฝึกแบบสลับช่วง (Interval-training) 8 สัปดาห์ นาฬิกาที่ 4:00 และนาฬิกาที่ 13:20 ระหว่างกลุ่มที่ 2 3 และ 4 กับกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



\*  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 1

¥  $p < .05$  แตกต่างกับกลุ่มที่ 3

กลุ่มที่ 1 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 2 คือ การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่ความหนัก 1:2

กลุ่มที่ 3 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:1

กลุ่มที่ 4 คือ การฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่ความหนัก 1:2

**แผนภูมิที่ 32** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยระดับแลคเตทในเลือด หลังการฝึก

CHULALONGKORN UNIVERSITY

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความทนต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสระดับเยาวชน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักกีฬาเทนนิสเพศชายของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร อายุระหว่าง 15-18 ปี จำนวน 40 คน กำหนดให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยแต่ละคนฝึกตามโปรแกรมการฝึกซ้อมปกติที่ใกล้เคียงกัน และเข้ารับการฝึกเสริมแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 2 โดยกลุ่มที่ 1 และ 2 ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาเคลื่อนที่ติดบอลตามจุดที่กำหนดด้วยความพยายามสูงสุด (Maximal effort) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่จ็อกกิ้ง 10 วินาทีในกลุ่มที่ 1 และสลับกับระยะเวลาที่ใช้จ็อกกิ้ง 20 วินาทีในกลุ่มที่ 2 และทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดย กำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที ส่วนกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนาม (บนลู่วิ่ง) ที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 1 และกลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนาม (บนลู่วิ่ง) ที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 2 โดยกลุ่มที่ 1 และ 2 ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาวิ่งบนลู่วิ่งด้วยความเร็วสูงสุด (Maximal speed) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้จ็อกกิ้ง 10 วินาทีในกลุ่มที่ 3 และสลับกับระยะเวลาที่ใช้จ็อกกิ้ง 20 วินาทีในกลุ่มที่ 4 ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดย กำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที ทั้ง 4 กลุ่มทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และทำการทดสอบหาค่าตัวแปรทางสรีรวิทยาก่อนการฝึกและหลังการฝึก ได้แก่ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความเร็วในการวิ่ง 20 เมตร ความคล่องแคล่วว่องไว การกระโดดในแนวตั้ง ความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสระดับแลคเททในเลือด ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม



### ผลการวิจัยพบว่า

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการฝึก และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 (10 วินาที ต่อ 10 วินาที) พบว่า สมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนสูงสุด การกระโดดในแนวตั้ง คะแนนทักษะในการตีเทนนิส เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ เปอร์เซ็นต์บอลที่ออก และระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนามและขณะทดสอบวิ่งบนลู่วิ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการฝึก และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 2 (10 วินาที ต่อ 20 วินาที) พบว่า การกระโดดในแนวตั้ง คะแนนทักษะในการตีเทนนิส และระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนามเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการฝึก และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 1 (10 วินาที ต่อ 10 วินาที) พบว่าสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนสูงสุด และคะแนนทักษะในการตีเทนนิสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการฝึก และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 2 (10 วินาที ต่อ 20 วินาที) พบว่า ทักษะในการตีเทนนิสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:1 และ 1:2 พบว่า ภายหลังกการฝึกกลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:1 มีระดับของกรดแลคติกในเลือดในนาที่ที่ 13.20 น้อยกว่ากลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:2 และกลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าภายหลังกการฝึกกลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:1 มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการตีบอลของนักกีฬาเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:2 และกลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:1 และ 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผล

### โปรแกรมการฝึกแบบสลับช่วง

การออกกำลังกายในรูปแบบสลับช่วงเป็นการออกกำลังกายที่พัฒนาสมรรถภาพทางกายและสมรรถภาพด้านความอดทนในการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจนได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการออกกำลังกายและเล่นกีฬา รูปแบบการฝึกนี้เป็นการฝึกที่มีการทำงานที่หนัก (Work Load) สลับช่วงกับการทำงานด้วยช่วงของการฟื้นฟูสภาพ (Recovery) หรือการทำงานที่เบา การฟื้นฟูสภาพจะช่วยให้ระหว่างการทำงานหนักสามารถทำงานได้มากขึ้นทั้งทางด้านความหนักและปริมาณการฝึก (เจริญ กระบวนรัตน์, 2545) สำหรับการแข่งขันในกีฬาเทนนิส พบว่าในการเล่นแต่ละแต้มใช้เวลาเฉลี่ย 7.2 วินาที และเวลาพัก 15.5 วินาที ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนระหว่างการทำงานกับการพัก (Work-to-rest ratio) 1:1, 1:1.7, 1:2 (Christmass et al., 1998; Kovacs, 2006) สอดคล้องกับการศึกษาของโคแคว พบว่า เวลาเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างการทำงานกับการพักอยู่ในช่วง 5-10 วินาที และ 10- 20 วินาทีตามลำดับ (Fernandez ., 2006) จากข้อมูลดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่มีความคาบเกี่ยวกันระหว่างอัตราส่วนการทำงานกับการพัก (Work-to-rest ratio) ที่ 1:1 และ 1:2 สำหรับรูปแบบการฝึกในการศึกษานี้ กำหนดการฝึกสลับช่วงในสนามเปรียบเทียบกับ การฝึกสลับช่วงนอกสนาม (วิ่งบนลู่วิ่ง) ที่ความหนัก 90-100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดในขณะฝึก และความหนัก 30-40 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดในขณะพักแบบมีกิจกรรม โดยอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 (ระยะเวลา 10:10 และ 10:20 วินาที) โดยงานวิจัยนี้กำหนดความหนักระหว่างการฝึกแบบสลับช่วงที่อัตราส่วน 1:1 ของการฝึกในสนามและบนลู่วิ่งให้มีความหนักที่เท่ากัน ด้วยการวัดตัวแปรเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระดับกรดแลคติกในเลือดและระดับความเหนื่อยที่เกิดขึ้นจากการฝึก ส่วนของการฝึกแบบสลับช่วงที่อัตราส่วน 1:2 ของการฝึกในสนามและบนลู่วิ่งกำหนดให้มีความหนักที่เท่ากันจากการเปรียบเทียบตัวแปรดังกล่าว

ผลของการศึกษาการฝึกสลับช่วงสำหรับงานวิจัยที่ผ่านมาที่ได้ทำการศึกษากการฝึกแบบสลับช่วงในนักฟุตบอลของวองและคณะ (Wong et al., 2010) ที่ทำการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนัก 120 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วสูงสุดในการปั่นจักรยานที่อัตราส่วน 1:1 (15 วินาที : 15 วินาที) ผลจากการศึกษาภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์แสดงให้เห็นว่าความเร็วสูงสุดแบบใช้ออกซิเจน (Maximal aerobic speed, MAS)เพิ่มขึ้น และระยะเวลาที่ใช้ในการวิ่งที่ 10 และ 30 เมตรลดลง เช่นเดียวกับดูพอนต์และคณะ (Dupont et al., 2004) ที่ทำการศึกษากการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนัก 120 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วสูงสุดในการวิ่งที่อัตราส่วน 1:1 (15 วินาที : 15 วินาที).ในนักฟุตบอล ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความเร็วสูงสุดแบบใช้ออกซิเจน (Maximal aerobic speed, MAS)เพิ่มขึ้น และระยะเวลาที่ใช้ในการวิ่งที่ 40 เมตรลดลงภายหลังการฝึก 10 สัปดาห์ นอกจากนี้งานวิจัยของอัลคาทาร์และคณะ (Alkahtani et al., 2013) ทำการศึกษากการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่อัตราส่วน 1:1 (30 วินาที : 30 วินาที) ในกลุ่มคนอ้วน ผลการศึกษาพบว่า ระดับของกรดแลคติกในเลือดลดลงหลังจากการฝึก 4 สัปดาห์ และการศึกษาของทานิชโอะและฮิระกาวา (Tanisho & Hirakawa, 2009) การวิจัยการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักสูงสุดที่อัตราส่วน 1:2 (10 วินาที : 20 วินาที) ในนักกีฬาลาครอสส์ ผลการศึกษาภายหลัง 15 สัปดาห์ของการฝึก พบว่า การฝึกแบบสลับช่วงช่วยเพิ่มความสามารถในการทนต่อความเมื่อยล้า และค่าเฉลี่ยของ

พลังกล้ามเนื้อขา สำหรับการศึกษาในกีฬาเทนนิสการฝึกแบบสลับช่วงนั้น เฟอร์นันเดสและคณะ (Fernandez-Fernandez et al., 2012) ทำการศึกษาการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนัก 90-95 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดด้วยการวิ่งตีบอลในสนามเทนนิสเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในนักกีฬาเทนนิส โดยใช้อัตราส่วนของการฝึกแบบสลับช่วงที่ 1:2 และ 1:3 ผลการศึกษาพบว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและความสามารถในการตีบอลจากการทดสอบ (Hit and Turn Tennis Test) เพิ่มขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม

### การเปรียบเทียบตัวแปรระหว่างก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ดังนี้

#### ด้านความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory endurance)

ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ เป็นตัวชี้วัดสมรรถภาพทางกายที่สำคัญสำหรับนักกีฬาเทนนิส (Gibala & McGee, 2008) ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพื่อบ่งบอกความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ พบว่า กลุ่มฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนาม (บนลู่วิ่ง) ที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 และ 1 ต่อ 2 มีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก สอดคล้องกับ บลาโวและคณะ (Ferrari Bravo et al., 2008) ทำการศึกษาการฝึกแบบสลับช่วงด้วยการวิ่งที่ความหนัก 90-95 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดในนักฟุตบอล โดยใช้อัตราส่วนของการฝึกแบบสลับช่วงที่ 1:1 ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและระยะเวลาในการวิ่งได้ดีกว่าก่อนทำการฝึก และงานวิจัยของลูเซ็นต์และคณะ (Laursen et al., 2005) ได้ศึกษาผลการออกกำลังกายแบบสลับช่วงที่อัตราส่วนของการทำงานและพักที่ 1 : 1 ของนักจักรยาน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกที่ความหนัก 60 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วสูงสุดในการปั่นจักรยาน กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกที่ความหนัก 175 เปอร์เซ็นต์ของกำลังสูงสุดในการปั่นจักรยาน และกลุ่มควบคุม พบว่าผู้ที่เข้าร่วมการฝึกแบบสลับช่วงกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 มีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและระยะเวลาในการวิ่งได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้เฟอร์นันเดสและคณะ (Fernandez-Fernandez et al., 2012) ได้ศึกษาผลการออกกำลังกายแบบสลับช่วงในนักเทนนิส โดยทำการฝึก 6 สัปดาห์ ทำการเปรียบเทียบระหว่าง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกแบบสลับช่วง ที่อัตราส่วนของการทำงานและพักที่ 1:3 ด้วยการวิ่ง 5 วินาที พัก 15 วินาที กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกแบบสลับช่วง ที่อัตราส่วนของการทำงานและพักที่ 1:2 ด้วยการวิ่ง 30 วินาที พัก 180 วินาที ทำการฝึก 10 รอบ 3 ชุดทั้ง 2 กลุ่ม และกลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม ผลการฝึกพบว่าผู้ที่เข้าร่วมการฝึกแบบสลับช่วงกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 มีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นดีกว่ากลุ่มควบคุม ยิ่งไปกว่านั้นงานวิจัยในกีฬาชนิดต่าง ๆ ที่ทำการฝึกแบบสลับช่วงที่ระยะเวลาห่าง 4-6 สัปดาห์ พบว่า การฝึกช่วยเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ( $VO_2max$ ) ประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ (Fernandez-Fernandez et al., 2009; Helgerud et al., 2001; McMillan et al., 2005) และในงานวิจัยส่วนใหญ่พบว่า การฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักสูงเป็นเวลา 6-7 สัปดาห์ส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ( $VO_2max$ ) (Lattier, Millet, Martin, & Martin, 2004) สำหรับนักกีฬาเทนนิสการมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงส่งผลต่อความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ ซึ่งสำคัญต่อนักกีฬาระดับแข่งขัน (Konig et al., 2001)

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะถูกจำกัดด้วยความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ ในการส่งต่อออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อที่ทำงาน (Krustrup, Hellsten, & Bangsbo, 2004) ส่งผลต่อในการพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิกของร่างกาย ทำให้มีความอดทนของระบบหัวใจและหายใจเพิ่มขึ้น (Barnett et al., 2004) การมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นหลังการฝึกแบบสลับช่วง อาจเป็นเพราะการฝึกแบบสลับช่วง เป็นการออกกำลังกายที่มุ่งเน้นพัฒนาสมรรถภาพทางกายของระบบหัวใจและไหลเวียนโดยผลการฝึกโดยรวมของการฝึกแบบสลับช่วง และแต่ละช่วงของการเปลี่ยนกลับไปมาของความหนักที่สูงและความหนักที่ต่ำเกี่ยวพันถึงการใช้พลังงานแบบแอโรบิก ซึ่งมีผลช่วยให้การใช้ออกซิเจนในไมโทคอนเดรียมีประสิทธิภาพอย่างมาก การฝึกแบบสลับช่วงส่งผลทำให้การลำเลียงออกซิเจนไปใช้ในไมโทคอนเดรียอย่างมีประสิทธิภาพ และการฝึกนี้ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของพีจีซีวันแอลฟา (PGC1 alpha) ซึ่งพบว่าพีจีซีวันแอลฟา มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดภายหลังการออกกำลังกายแบบสลับช่วง (Gibala & McGee, 2008)

### ความเร็วและพลังของกล้ามเนื้อขา (Speed and power of leg muscle)

พลังกล้ามเนื้อมีความสำคัญกับนักกีฬาทุกประเภท (Carvalho et al., 2012) พลังของกล้ามเนื้อขามีความสำคัญต่อประสิทธิภาพในการการกระโดดเป็นอย่างมาก (Markovic, 2007) มีรูปแบบของการฝึกที่หลากหลายที่ช่วยพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อขาที่ส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถในการกระโดด (Markovic, 2007; Paton & Hopkins, 2005) เช่น การฝึกด้วยแรงต้านอย่างหนัก (heavy-resistance training) การฝึกแรงระเบิดด้วยแรงต้าน (explosive-resistance training) (Paton & Hopkins, 2005) และการฝึกแบบพลัยโอเมตริก (plyometric training) สำหรับกีฬาเทนนิสการกระโดดเบา ๆ และการเคลื่อนไหวอยู่กับที่ หรือที่เรียกว่า สปริท สเต็ป (split-step) เป็นขั้นตอนการเคลื่อนไหวที่นักกีฬาเตรียมพร้อมจะเคลื่อนที่ไปด้านข้างเมื่อได้รับบอลจากฝ่ายตรงข้าม (Aviles et al., 2002) การเพิ่มขึ้นของพลังกล้ามเนื้อขาช่วยให้นักเทนนิสไปถึงเป้าหมายได้เร็วขึ้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้พบว่าหลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 และ 1 ต่อ 2 มีพลังของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก ในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าความสูงของการกระโดดเพิ่มขึ้นจากการฝึกแบบสลับช่วงในสนามแต่ไม่เพิ่มขึ้นจากการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนาม (บนลู่วิ่ง) อย่างไรก็ตามการฝึกแบบสลับช่วงในสนามช่วยให้พลังของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะการเคลื่อนที่ในหลากหลายทิศทาง (การเปลี่ยนทิศทาง การหยุด การเร่ง ความเร็ว และการกระโดด) ของการฝึกแบบสลับช่วงในสนามอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อการพัฒนาความเร็วและความแข็งแรงจากการเคลื่อนที่ (Aguar et al., 2008) สอดคล้องกับการศึกษาผลของการฝึกเพื่อพัฒนาพลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักเทนนิสระดับแข่งขัน (Girard, Vaseux, & Millet, 2005; Kraemer et al., 2000; Treiber, Lott, Duncan, Slavens, & Davis, 1998) พลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการพัฒนาปฏิริยาสัมพันธ์กัน (Coordination) ของกลุ่มกล้ามเนื้อ (Muscle groups) ที่สนองต่อการเคลื่อนไหว พลังและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นในนักกีฬาเทนนิสมีความสำคัญในเกมการแข่งขันช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (neuromuscular performance) ซึ่งเชื่อมโยงไปสู่การตีเทนนิสที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Kraemer et al., 2003; Perry et al., 2004)

สำหรับกลุ่มฝึกวิ่งสลับช่วงนอกสนาม (บนลู่วิ่ง) ที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 และ 1 ต่อ 2 ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของความเร็วในการวิ่งและการกระโดดในแนวตั้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของเฟอร์นันเดสและคณะ (Fernandez-Fernandez et al., 2012) ได้ศึกษาผลการออกกำลังกายแบบสลับช่วงด้วยการเคลื่อนที่ตีบอลในสนามเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ในนักเทนนิส ผลการศึกษาไม่พบความเปลี่ยนแปลงหลังการฝึกของความเร็วและพลังของกล้ามเนื้อขา นอกจากนี้แฮลเกิลด์และบราโว (Ferrari Bravo et al., 2008; Helgerud et al., 2001) ได้ทำการศึกษาผลการออกกำลังกายแบบสลับช่วงในนักฟุตบอล ผลปรากฏว่าไม่พบความเร็วและพลังของกล้ามเนื้อขาที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มนี้ อย่างไรก็ตาม การที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความเร็วและพลังของกล้ามเนื้อขานั้น อาจเป็นเพราะรูปแบบการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนาม (บนลู่วิ่ง) นั้นเป็นการฝึกที่เน้นระบบพลังงานมากกว่าการพัฒนา ระบบกล้ามเนื้อในส่วนของคุณวเร็วและพลัง หรือการฝึกนี้ก็อาจมีผลต่อการพัฒนาระบบกล้ามเนื้อในส่วนของคุณวเร็วและพลังถ้าทำการฝึกที่ระยะเวลาที่นานขึ้น (มากกว่า 8 สัปดาห์) (Harris et al., 2007; Reilly et al., 2009) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนาม (บนลู่วิ่ง) พบความแตกต่างกันในเรื่องของพลังของกล้ามเนื้อขา อาจเป็นเพราะการฝึกแบบสลับช่วงในสนามมีการเคลื่อนที่หลายทิศทาง ส่งผลต่อความต้องการพลังงานที่มากกว่า เช่น ในการสไลด์ไปด้านข้างจะใช้พลังงานและการทำงานของกล้ามเนื้อที่มากกว่าการวิ่งในทิศทางเดียว (Girard et al., 2007; Girard et al., 2005) สำหรับการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนาม (บนลู่วิ่ง) ที่มีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างเดียว

#### **ระดับแลคเตทในเลือดของนักกีฬาขณะทำการทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (The Loughborough Intermittent Tennis Test; LITT)**

แบบทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (LITT) เป็นการทดสอบที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า (producing fatigue) ในขณะตีเทนนิส เพื่อดูความสามารถในการทนต่อความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นและการแสดงทักษะในการตีของนักกีฬาเทนนิส (Davey et al., 2003) สำหรับงานวิจัยนี้ ระดับแลคเตทในเลือดขณะทดสอบเพิ่มขึ้นจากขณะพัก 75 เปอร์เซ็นต์ เหมือนกันทั้ง 4 กลุ่ม (กลุ่มฝึกวิ่งสลับช่วงในสนามและนอกสนาม (บนลู่วิ่ง) ที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 และ 1 ต่อ 2) ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า LITT ทำให้เกิดความเมื่อยล้าขึ้น และส่งผลทำให้ระดับกรดแลคติกในเลือดสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากการฝึก 8 สัปดาห์ ไม่พบความเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับแลคเตทในเลือดภายหลังจากการฝึกแบบสลับช่วงทั้ง 4 กลุ่ม แต่ระดับกรดแลคติกในเลือดภายหลังจากการฝึกแบบสลับช่วงมีแนวโน้มลดลงทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ขัดแย้งกับงานวิจัยที่ผ่านมาของอัลคาทานิและคณะ (Alkahtani et al., 2013) พบว่าระดับกรดแลคติกในเลือดภายหลังจากการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนักปานกลาง-สูงลดลงของกลุ่มที่มีน้ำหนักเกิน นอกจากนี้เพอร์รี่และคณะ (Perry et al., 2008) รายงานว่าการฝึกแบบสลับช่วงที่ความหนัก 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการใช้ ออกซิเจนสูงสุด (%VO<sub>2</sub>peak) ส่งผลต่อการปรับตัวลดลงของกระบวนการไกลโคจีโนไลซิส (Glycogenolysis) และลดระดับของการสะสมของแลคเตทในเลือด ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ สำหรับเหตุผลที่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของระดับกรดแลคติกในเลือดภายหลังจากการฝึก ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะจำนวนของกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อย ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของระดับกรดแลคติกในเลือด

เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึกของแต่ละกลุ่มไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน หากมีกลุ่มตัวอย่างในการฝึกมากขึ้นอาจจะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:1 และ 1:2 พบว่า ระดับแลคเตทในเลือดขณะทำการทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส ภายหลังจากการฝึกของกลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:1 ระดับแลคเตทในเลือดขณะทำการทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิสในนาทิตี่ 13.20 ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:2 และกลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:2 และระดับแลคเตทในเลือดขณะทำการทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิสหลังจากนาทิตี่ 13.20 เป็นต้นไปของกลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:1 มีแนวโน้มของระดับแลคเตทในเลือดต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ แต่ไม่เห็นความแตกต่างทางสถิติเนื่องจากจำนวนของกลุ่มตัวอย่างลดลง (กลุ่มตัวอย่างที่สามารถทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิสต่อไปได้) เหตุผลที่ทำให้กลุ่มที่ฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:1 มีระดับของกรดแลคติกในเลือดน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ อาจเป็นเพราะผลของการฝึกของกลุ่มนี้ส่งผลต่อการบวนการในการสร้างและเพิ่มของความหนาแน่นของไมโทคอนเดรีย (Mitochondrial density) ในเซลล์ มีผลให้การลำเรียงออกซิเจนในร่างกายมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้การลำเรียงออกซิเจนในร่างกายที่มีประสิทธิภาพช่วยให้ร่างกายเพิ่มอัตราการเคลื่อนย้ายของระดับแลคเตทในเลือดได้ดีขึ้น (Billat et al., 2001; Brooks et al., 2010) ซึ่งเป็นผลมาจากการฝึก

**ความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสขณะทำการทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (LITT; The Loughborough Intermittent Tennis Test) และระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม (Time to volitional fatigue on LITT test)**

ความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสอันได้แก่ คะแนนทักษะในการตีเทนนิส จำนวนบอลที่ตี เเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ เเปอร์เซ็นต์ความคงที่ และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดขณะทำการทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส ทำการทดสอบโดยให้นักกีฬาเคลื่อนที่ไปตีบอลจากการปล่อยบอลของเครื่องปล่อยบอล (Ball machine) แบบสุ่มทำยอร์ดจนไม่สามารถเคลื่อนที่ตีบอลได้อย่างต่อเนื่องหรือหมดแรงจนร้องขอให้หยุด (Volitional fatigue) ถือเป็นการสิ้นสุดการทดสอบ (Davey et al., 2002) จากข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า คะแนนทักษะในการตีเทนนิสเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการฝึกของกลุ่มฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 และ 1 ต่อ 2 อาจเป็นเพราะโปรแกรมการฝึกเต็มของนักกีฬาแต่ละคนที่ทำการฝึกเป็นประจำมีทักษะการฝึกที่สอดคล้องกับการทดสอบคะแนนทักษะในการตีเทนนิส จึงทำให้นักกีฬามีคะแนนทักษะในการตีเทนนิสเพิ่มขึ้นเหมือนกันทุกกลุ่ม นอกจากนี้ผลการศึกษา พบว่า เเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการตีบอลสูงกว่า และเปอร์เซ็นต์บอลที่ออกต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการฝึกในกลุ่มฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 เพียงกลุ่มเดียว เหตุผลที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการตีบอลของนักกีฬา

เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากกการฝึกแบบสลับช่วงที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 ส่งผลต่อการปรับตัวของระบบประสาทกล้ามเนื้อและพลังของกล้ามเนื้อขาในการเคลื่อนที่ตีบอลอย่างต่อเนื่องอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นผลมาจากการฝึก (Kotzamanidis et al., 2005) รวมถึงผลของระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบตีในสนาม (Time to volitional fatigue on LITT test) เพิ่มขึ้นภายหลังการฝึก ทำให้นักกีฬามีเวลาเพิ่มขึ้นในการตีบอลในสนาม ส่งผลให้นักกีฬาตีบอลจำนวนมากขึ้นและทำให้มีโอกาสตีบอลลงในตำแหน่งที่ถูกกำหนดมากขึ้นตามไปด้วย จากการศึกษาที่ผ่านมาใช้การประเมินการตีในสนามเทนนิสเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความสำเร็จในการแข่งขัน (Birrer et al., 1986; Smekal et al., 2000) นอกจากนี้ในงานวิจัยที่ผ่านมาใช้การประเมินประสิทธิภาพของการตีเทนนิสโดยกำหนดตำแหน่งของบอลที่ตกในสนามและบอลที่ออกนอกสนามจากการทดสอบความแม่นยำในการตีบอล ความแม่นยำในการตีบอลถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่น่าสนใจ ประเมินสมรรถภาพในการตีของนักกีฬา (Vergauwen et al., 1998; Vergauwen et al., 1998) และความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการตีเทนนิสของนักกีฬาหรือเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นก็เป็นตัวแปรที่ใช้ในการคาดเดาเกมการแข่งขันของนักกีฬา ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของคุณภาพในการตีเทนนิสและการประสบความสำเร็จในการแข่งขัน (Berwick & Müller, 1995; Roetert et al., 1991)

ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบขณะทำการทดสอบลาฟเบอร์โรว์ที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (LITT) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการฝึกของกลุ่มที่ฝึกวิ่งสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 และ 1 ต่อ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ทำการศึกษาการฝึกแบบสลับช่วงที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงขณะทดสอบวิ่งเพิ่มขึ้น (Daussin et al., 2007; Gharbi et al., 2008) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาที่เหนื่อยจนหมดแรงเป็นผลจากพลังของกล้ามเนื้อขาที่เพิ่มขึ้นเพื่อตอบสนองต่อการเคลื่อนที่ตามรูปแบบการฝึกแบบสลับช่วง ซึ่งรูปแบบของการฝึกแบบสลับช่วงในสนามใช้การเคลื่อนที่หลายทิศทาง เช่น การเร่งความเร็ว การหยุด การลดความเร็วในการเคลื่อนที่ ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานประสานกันของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น (Buchheit et al., 2010; Fernandez-Fernandez et al., 2012) จากการทดสอบที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการตีเทนนิส (The Loughborough Intermittent Tennis Test)

### ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยครั้งนี้

1. การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สามารถนำรูปแบบของการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนามไปใช้เป็นแนวทางในพัฒนาการฝึกสำหรับนักกีฬาเทนนิส
2. การฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:1 และ 1:2 (10 วินาที : 10 วินาที และ 10 วินาที ต่อ 20 วินาที) ส่งผลดีต่อนักกีฬาเทนนิสในตัวแปรที่แตกต่างกันออกไป
3. การฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1:1 (10 วินาที : 10 วินาที) เป็นรูปแบบของการฝึกที่เหมาะสมในการพัฒนาความทนต่อความเมื่อยล้า และความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของรูปแบบของการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนาม (บนลู่วิ่ง) ที่อัตราส่วนอื่นๆ ที่เหมาะสมต่อไป
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของรูปแบบของการฝึกแบบสลับช่วงในสนามในรูปแบบอื่น เช่น รูปแบบการเคลื่อนที่ในสนามที่แตกต่างกันโดยเลียนแบบสถานการณ์เทียบเคียงกับการแข่งขันจริง เป็นต้น
3. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบสลับช่วงในนักกีฬาในแต่ละชนิดกีฬา เพื่อหารูปแบบการฝึกให้เหมาะสมกับกีฬานั้นๆ



## รายการอ้างอิง

- Abbiss, C. R., & Laursen, P. B. (2007). Is part of the mystery surrounding fatigue complicated by context? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(5), 277-279. doi: 10.1016/j.jsams.2006.07.015
- Aguiar, M., Abrantes, C., Maças, V., Leite, N., Sampaio, J., & Ibáñez, S. (2008). Effects of intermittent or continuous training on speed, jump and repeated-sprint ability in semi-professional soccer players. *The open sports sciences journal*, 1, 15-19.
- Alberto Mendez-Villanueva, Bishop D, Hamer P. Fatigability in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *European Journal of Applied Physiology* 2008; 103(4):411-419.
- Alkahtani, S. A., King, N. A., Hills, A. P., & Byrne, N. M. (2013). Effect of interval training intensity on fat oxidation, blood lactate and the rate of perceived exertion in obese men. *Springerplus*, 2, 532. doi: 10.1186/2193-1801-2-532
- Alkahtani, S. A., King, N. A., Hills, A. P., & Byrne, N. M. (2013). Effect of interval training intensity on fat oxidation, blood lactate and the rate of perceived exertion in obese men. *Springer Plus*, 2, 532.
- Aviles, C., Benguigui, N., Beaudoin, E., & Godart, F. (2002). Developing early perception and getting ready for action on the return of serve. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 28, 6–8.
- Baechle, T., & Earle, R. (2005). *Fitness Weight Training*. Champaign, IL: Human Kinetics
- Barnett, C., Carey, M., Proietto, J., Cerin, E., Febbraio, M. A., & Jenkins, D. (2004). Muscle metabolism during sprint exercise in man: influence of sprint training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(3), 314-322. doi: 10.1016/s1440-2440(04)80026-4
- Bergeron, M. F., Armstrong, L. E., & Maresh, C. M. (1995). Fluid and electrolyte losses during tennis in the heat. *Clin Sports Med*, 14(1), 23-32.
- Bergeron, M. F., Maresh, C. M., Kraemer, W. J., Abraham, A., Conroy, B., & Gabaree, C. (1991). Tennis: a physiological profile during match play. *Int J Sports Med*, 12(5), 474-479. doi: 10.1055/s-2007-1024716
- Berwick, U., & Müller, E. (1995). Aktuelle Spielanalysen im internationalen Spitzentennis der Herren. *Leistungssport*, 25, 23–27.

- Billat, V., J. S., Bocquet, V., Chassaing, P., Demarle, A., & Koralsztein, J. (2001). Very short (15s-15s) interval-training around the critical velocity allows middle-aged runners to maintain VO<sub>2</sub> max for 14 minutes. *Int J Sports Med*, *Apr*;22(3), 201-208.
- Birrer, R. B., Levine, R., Gallippi, L., & Tischler, H. (1986). The correlation of performance variables in preadolescent tennis players. *J Sports Med Phys Fitness*, *26*(2), 137-139.
- Brooks, G., Fahey, T., & White, T. *Exercise Physiology*. Mountain View, CA: Mayfield.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Quod, M., Quesnel, T., & Ahmaidi, S. (2010). Improving acceleration and repeated sprint ability in well-trained adolescent handball players: speed versus sprint interval training. *International journal of sports physiology and performance*, *5*(2), 152-164.
- Cairns, S., Knicker, A., Thompson, M., & Sjøgaard, G. (2005). Evaluation of models used to study neuromuscular fatigue. *Exerc Sport Sci Rev*, *1*(Jan 33(1)), 9-16.
- Carvalho, F. L. P., Carvalho, M. C. G. A., Simao, R., Gomes, T. M., Costa, P. B., Neto, L. B., . . . Dantas, E. H. M. (2012). Acute effect of a warm-up including active, passive, and dynamic stretching on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(9), 2447-2452. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823f2b36
- Chandler, T. J. (1995). Exercise training for tennis. *Clin Sports Med*, *14*(1), 33-46.
- Christmass, M. A., Richmond, S. E., Cable, N. T., Arthur, P. G., & Hartmann, P. E. (1998). Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *J Sports Sci*, *16*(8), 739-747. doi: 10.1080/026404198366371
- Daussin, F. N., Ponsot, E., Dufour, S. P., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., Geny, B., . . . Richard, R. (2007). Improvement of VO<sub>2</sub> (max), by cardiac output and oxygen extraction adaptation during intermittent versus continuous endurance training. *European Journal of Applied Physiology*, *101*(3), 377-383. doi: 10.1007/s00421-007-0499-3
- Davey, P. R., Thorpe, R. D., & Williams, C. (2003). Simulated tennis matchplay in a controlled environment. *J Sports Sci*, *21*(6), 459-467. doi: 10.1080/0264041031000101926
- Davey, P. R., Thorpe, R. D., & Williams, C. (2002). Fatigue decreases skilled tennis performance. *J Sports Sci*, *20*(4), 311-318. doi: 10.1080/026404102753576080
- Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res*, *18*(3), 584-589. doi: 10.1519/1533-4287(2004)18<584:TEOIH>2.0.CO;2

- Elliott, B., Dawson, B., & Pyke, F. (1985). The energetic of singles tennis. *Journal of Human Movement Studies*, 11, 11-20.
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *Journal of Physiology-London*, 586(1), 11-23. doi: DOI 10.1113/jphysiol.2007.139477
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A Review of the Activity Profile and Physiological Demands of Tennis Match Play. *Strength and Conditioning Journal*, 31(4), 15-26. doi: Doi 10.1519/Ssc.0b013e3181ada1cb
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Sanchez-Munoz, C., de la Aleja Tellez, J. G., Buchheit, M., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Physiological Responses to On-Court vs Running Interval Training in Competitive Tennis Players. *J Sports Sci Med*, 10(3), 540-545.
- Fernandez-Fernandez, J., Zimek, R., Wiewelhove, T., & Ferrauti, A. (2012). High-Intensity Interval Training Vs. Repeated-Sprint Training in Tennis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 53-62. doi: Doi 10.1519/Jsc.0b013e318220b4ff
- Fernandez, J., Fernandez, G., B, Mendez, V., A, Fernández-García, B., & Terrados, N. (2005). *Activity patterns, lactate profiles and ratings of perceived exertion (RPE) during a professional tennis singles tournament*. Paper presented at the Quality coaching for the future. 14th ITF worldwide coaches workshop, London.
- Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med*, 40(5), 387-391. doi: DOI 10.1136/bjism.2005.023168
- Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med*, 40(5), 387-391; discussion 391. doi: 10.1136/bjism.2005.023168
- Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *Int J Sports Med*, 29(8), 668-674. doi: 10.1055/s-2007-989371
- Ferrauti, A., Pluim, B. M., Busch, T., & Weber, K. (2003). Blood glucose responses and incidence of hypoglycaemia in elite tennis under practice and tournament conditions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(1), 28-39. doi: Doi 10.1016/S1440-2440(03)80006-3

- Ferrauti, A., Pluim, B. M., & Weber, K. (2001). The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. *J Sports Sci*, *19*(4), 235-242. doi: Doi 10.1080/026404101750158277
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev*, *81*(4), 1725-1789.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, *31*(10), 725-741.
- Gharbi, A., Chamari, K., Kallel, A., Ahmaidi, S., Tabka, Z., & Abdelkarim, Z. (2008). Lactate kinetics after intermittent and continuous exercise training. *J Sports Sci Med*, *7*(2), 279-285.
- Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc Sport Sci Rev*, *36*(2), 58-63. doi: 10.1097/JES.0b013e318168ec1f
- Girard, O., Chevalier, R., Hairard, M., Sciberras, P., Hot, P., & Millet, G. P. (2007). Game analysis and energy requirements of elite squash. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *21*(3), 909-914.
- Girard, O., Vaseux, D., & Millet, G. P. (2005). Comparison of efficiency of three training programs in tennis players. *Science & Sports*, *20*(1), 45-47. doi: DOI 10.1016/j.scispo.2004.06.009
- Harris, N., Cronin, J., & Keogh, J. (2007). Contraction force specificity and its relationship to functional performance. *J Sports Sci*, *25*(2), 201-212. doi: Doi 10.1080/02640410600630910
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*, *33*(11), 1925-1931.
- Hornery, D. J., Farrow, D., Mujika, I., & Young, W. (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br J Sports Med*, *41*(8), 531-536; discussion 536. doi: 10.1136/bjism.2006.031351
- International Tennis Federation. (2001). *Rule of Tennis 2001*. . Printed by Wilton. London: Wright & Son limited.
- Knicker, A. J., Renshaw, I., Oldham, A. R., & Cairns, S. P. (2011). Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. *Sports Med*, *41*(4), 307-328. doi: 10.2165/11586070-000000000-00000
- Konig, D., Huonker, M., Schmid, A., Halle, M., Berg, A., & Keul, J. (2001). Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Med Sci Sports Exerc*, *33*(4), 654-658.

- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakevou, G., & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res*, *19*(2), 369-375. doi: 10.1519/R-14944.1
- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med*, *40*(5), 381-385; discussion 386. doi: 10.1136/bjism.2005.023309
- Kovacs, M. S. (2007). Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports Med*, *37*(3), 189-198.
- Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Triplett-Mcbride, N. T., Fry, A. C., Koziris, L. P., Ratamess, N. A., . . . Knuttgen, H. G. (2003). Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Med Sci Sports Exerc*, *35*(1), 157-168. doi: 10.1249/01.MSS.0000043513.77296.3F
- Kraemer, W. J., Ratamess, N., Fry, A. C., Triplett-McBride, T., Koziris, L. P., Bauer, J. A., . . . Fleck, S. J. (2000). Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *Am J Sports Med*, *28*(5), 626-633.
- Krustrup, P., Hellsten, Y., & Bangsbo, J. (2004). Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities. *J Physiol*, *559*(Pt 1), 335-345. doi: 10.1113/jphysiol.2004.062232
- Lattier, G., Millet, G. Y., Martin, A., & Martin, V. (2004). Fatigue and recovery after high-intensity exercise part I: neuromuscular fatigue. *Int J Sports Med*, *25*(6), 450-456. doi: 10.1055/s-2004-820939
- Laursen, P. B., Shing, C. M., Peake, J. M., Coombes, J. S., & Jenkins, D. G. (2005). Influence of high-intensity interval training on adaptations in well-trained cyclists. *J Strength Cond Res*, *19*(3), 527-533. doi: 10.1519/15964.1
- Maclaren, D. P., Gibson, H., Parry-Billings, M., & Edwards, R. H. (1989). A review of metabolic and physiological factors in fatigue. *Exerc Sport Sci Rev*, *17*, 29-66.
- Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *Br J Sports Med*, *41*(6), 349-355; discussion 355. doi: 10.1136/bjism.2007.035113
- McArdle, W., Katch, F., & Katch, V. (2001). *Exercise Physiology: energy, nutrition, and human performance*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- McCarthy, P., Thorpe, R., & Williams, C. (1997). The influence of fatigue on tennis performance. *Journal of Sport Science*, *15*, 17.

- McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med*, *39*(5), 273-277. doi: 10.1136/bjism.2004.012526
- Mendez-Villanueva, A., Hamer, P., & Bishop, D. (2008). Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *European Journal of Applied Physiology*, *103*(4), 411-419. doi: DOI 10.1007/s00421-008-0723-9
- P, O. D., & Ingram, B. (2001). A notational analysis of elite tennis strategy. *J Sports Sci*, *19*(2), 107-115. doi: 10.1080/026404101300036299
- Paton, C. D., & Hopkins, W. G. (2005). Combining explosive and high-resistance training improves performance in competitive cyclists. *J Strength Cond Res*, *19*(4), 826-830. doi: 10.1519/R-16334.1
- Perry, A. C., Wang, X. W., Feldman, B. B., Ruth, T., & Signorile, J. (2004). Can laboratory-based tennis profiles predict field tests of tennis performance? *Journal of Strength and Conditioning Research*, *18*(1), 136-143.
- Perry, C. G., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2008). High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Appl Physiol Nutr Metab*, *33*(6), 1112-1123. doi: 10.1139/H08-097
- Reilly, T., Hughes, M., & Lees, A. (1995). In *Science and Racket Sports I*
- Reilly, T., Morris, T., & Whyte, G. (2009). The specificity of training prescription and physiological assessment: a review. *J Sports Sci*, *27*(6), 575-589. doi: 10.1080/02640410902729741
- Richers, T. (1995). Time-motion analysis of the energy systems in elite and competitive singles tennis. *Journal of Human Movement Studies*, *28*, 73-86.
- Roetert, E., Garret, G., Brown, S., & Camaione, D. (1991). Development of a performance profile to assess national ranked junior tennis players. *Med Sci Sports Exerc*, *20*, S42.
- Smekal, G., Pokan, R., von Duvillard, S. P., Baron, R., Tschan, H., & Bachl, N. (2000). Comparison of laboratory and "on-court" endurance testing in tennis. *Int J Sports Med*, *21*(4), 242-249. doi: 10.1055/s-2000-310
- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., . . . Bachl, N. (2001). A physiological profile of tennis match play. *Med Sci Sports Exerc*, *33*(6), 999-1005.
- Tanisho, K., & Hirakawa, K. (2009). Training Effects on Endurance Capacity in Maximal Intermittent Exercise: Comparison between Continuous and Interval Training.

- Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2405-2410. doi: Doi 10.1519/Jsc.0b013e3181bac790
- Therminarias A, Dansou P, Chirpaz M-F, Eterradosi J, & A., F.-J. (1994). *Cramps, heat stroke and abnormal biological responses during a strenuous tennis match*: London, England: E & FN Spon.
- Therminarias, A., Dansou, P., Chirpaz-Oddou, M., Gharib, C., & Quirion, A. (1991). Hormonal and metabolic changes during a strenuous tennis match. *Int J Sports Med*, 1(Feb 12), 10-16.
- Tuimil, J. L., Boullosa, D. A., Fernández-del-Olmo, M. Á., & Rodríguez, F.,A. (2011). Effect of equated continuous and interval running programs on endurance performance and jump capacity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2205.
- Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, 31(1), 1-11. doi: Doi 10.2165/00007256-200131010-00001
- Treiber, F. A., Lott, J., Duncan, J., Slavens, G., & Davis, H. (1998). Effects of theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in college tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 26(4), 510-515.
- Vergauwen, L., Brouns, F., & Hespel, P. (1998). Carbohydrate supplementation improves stroke performance in tennis. *Med Sci Sports Exerc*, 30(8), 1289-1295. doi: Doi 10.1097/00005768-199808000-00017
- Vergauwen, L., Spaepen, A. J., Lefevre, J., & Hespel, P. (1998). Evaluation of stroke performance in tennis. *Med Sci Sports Exerc*, 30(8), 1281-1288. doi: Doi 10.1097/00005768-199808000-00016
- Wilmore, J., & Costil, I. D. (2005). *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wong, P. L., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U. (2010). Effect of Preseason Concurrent Muscular Strength and High-Intensity Interval Training in Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 653-660. doi: Doi 10.1519/Jsc.0b013e3181aa36a2
- จุลเกียรติ หงษา. (2546). ผลของการฝึกวิ่งรูปแบบตัว X และรูปแบบตัว M ที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไวในกีฬาเทนนิส. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจริญ กระบวนรัตน์. (2538). เทคนิคการฝึกความเร็ว. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

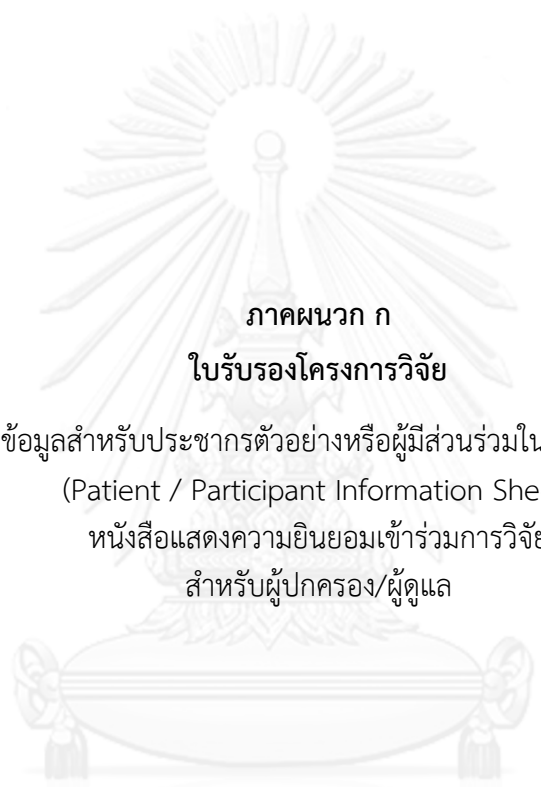
- เจริญ กระบวนรัตน์. (2548). หลักการและเทคนิคการฝึกกรีฑา. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์, & กันยา ปาละวิวัฒน์. (2536). สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ. ฐานข้อมูลองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา. (2554). กีฬาเทนนิส สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2554, จาก <http://sports-science.dpe.go.th/web/main/sportdata.jsp?sport=2&knowledge>.
- ลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทย. (2554). กีฬาเทนนิส สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2554, จาก <http://www.ltat.org/history.html>.
- วรางคณา สารศิลป์. (2549). ผลการฝึกพลัยโอเมตริกของกล้ามเนื้อหัวใจที่มีผลต่อความแรงในการเสิร์ฟของนักกีฬาเทนนิสเยาวชนชนตัวแทนเขตการศึกษา 8. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สนธยา สีละมาต. (2550). การพัฒนาการเล่นเทนนิสด้วยหลักวิทยาศาสตร์การกีฬา. สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทธิกร อาภาณุกุล. (2551). ศึกษาผลของการฝึกแบบแอโรบิกที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขา ในนักกีฬาเทนนิสชาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**



ภาคผนวก ก

ใบรับรองโครงการวิจัย

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Patient / Participant Information Sheet)

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

สำหรับผู้ปกครอง/ผู้ดูแล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY



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

COA No. 103/2555

## ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 051.1/55 : การเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบระดับช่วงระหว่างในสนามและนอกสนามที่มีต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิสของนักกีฬาเทนนิสชายอายุ 15-18 ปี

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวกนกาศ ศรีหิรัญ

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

ลงนาม.....  
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์เป็ริดา ทัศนประสิทธิ์)

ประธาน

ลงนาม.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทวี จัยชนธะสาโรจน์)

กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 2 กรกฎาคม 2555

วันหมดอายุ : 1 กรกฎาคม 2556

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

- 1) โครงการวิจัย
- 2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- 3) ผู้วิจัย
- 4) แบบบันทึก



เลขที่โครงการวิจัย 051.1/55  
วันที่รับรอง - 2 ก.ค. 2555  
วันหมดอายุ - 1 ก.ค. 2556

เงื่อนไข

1. จ้างที่ปรึกษาหรือเจ้าหน้าที่จริยธรรม หากดำเนินการนอกที่ดูแลการวิจัยก่อน มีวิญญูชนพิจารณาจริยธรรมการวิจัย
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ ควรดำเนินการวิจัยต่อทันที เมื่อสิ้นการต่ออายุของข้อมูลที่ร่วมทำไว้แล้ว / เดือน หรือส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ให้ออกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากร หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารอื่นๆ ร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ระบุที่คณะกรรมการกำหนด
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์หรือแรงกดดันที่เกินขีดจำกัดของข้อมูลพิจารณาจริยธรรมการวิจัย ควรรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีทางออกแก่คณะกรรมการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี นับนับรวมสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 07-12) และขอต่ออายุผลการวิจัยก่อนใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นโครงการศึกษาวิจัยต่อโครงการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย  
สำหรับผู้ป่วยครองผู้ดูแล

ทำที่ .....  
วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

เลขที่ .....  
ประชาชนตัวอย่างไม่ใช่ผู้มีส่วน่วมในการวิจัย.....  
ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามทำหนังสือนี้เกี่ยวกับ..... (โปรดระบุเป็น พ่อแม่ผู้ปกครองผู้ดูแลของผู้มีส่วน่วมในการวิจัย) ..... ขอแสดงความยินยอมให้ผู้ที่อยู่ในปกครองในความดูแลของข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัย


ชื่อโครงการวิจัย: การเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและสถานภาพที่มีต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนิสของนักกีฬาเทนนิสชายอายุ 15-18 ปี  
ผู้วิจัย: นางสาวศนาภค์ ศรีพิริยกุล  
อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันชัย บุญรอด  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภณัฐวรรณ สุขสม  
สถานที่ผลิตต่อผู้วิจัย: คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
โทรศัพท์เคลื่อนที่: 081-9722245 E-mail: nuna102@hotmail.com

ข้าพเจ้าและผู้ที่อยู่ในปกครองในความดูแลของข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยงอันตราย และประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ ข้าพเจ้าได้สำราญละเอียดในเอกสารซึ่งแจ้งผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัยจนเข้าใจเป็นข้อสงสัยแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจให้ผู้ที่อยู่ในปกครองในความดูแลของข้าพเจ้าเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ในเอกสารซึ่งแจ้งผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้ที่อยู่ในปกครองในความดูแลของข้าพเจ้า เข้าร่วมการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและสถานภาพที่มีต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทนิสของนักกีฬาเทนนิสเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน โปรแกรมการฝึกสลับ 1 วัน ใช้เวลาประมาณ 25 นาที และทำการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ คือ ในสัปดาห์ที่ 5 และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ คือ ในสัปดาห์ที่ 10 รวมเป็น 10 สัปดาห์ ในระหว่างการวิจัยจะเข้ารับการทดสอบสมรรถภาพทางกาย ความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิส จำนวน 3 ครั้ง และอาจวัดระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดโดยการเจาะเลือดจากปลายนิ้วเป็นประจำทุกวันให้ทันหลังเลิกเล่นจากเทนิสเต็มชุด (ประมาณ 1-3 ไมโครลิตร) จำนวน 12 ครั้ง ตลอดโครงการวิจัย การทดสอบจะถูกจัดขึ้นในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ เวลา 15:00 – 16:30 น. (ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที) ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้าพเจ้ามีสิทธิให้ผู้ที่อยู่ในปกครองในความดูแลของข้าพเจ้าหรือเป็นความประสงค์ของผู้ที่อยู่ในปกครองในความดูแล ตกลงตัวออกจากการศึกษาเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อผู้ที่อยู่ในปกครองในความดูแลของข้าพเจ้าและตัวข้าพเจ้าทั้งสิ้น (จะได้รับการดูแลรักษาพยาบาลเมื่อเกิดอุบัติเหตุและการบาดเจ็บจากการฝึกในครั้งใดโดยจะดูแลปฐมพยาบาลและการนำส่งโรงพยาบาล) ผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษา

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อผู้ที่อยู่ในปกครองในความดูแลของข้าพเจ้า ตามข้อมูลที่ถูกไว้ในเอกสารซึ่งแจ้งผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่อยู่ในปกครองในความดูแลของข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษา

  
เลขที่โครงการวิจัย ..... 051.1 / 55  
วันที่ทำเรื่อง ..... - 2 ก.ย. 2555  
วันที่อนุมัติ ..... - 1 ก.ย. 2555

**ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอ่อนหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย**

(Patient / Participant Information Sheet)

<b>ชื่อโครงการวิจัย</b>	การเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงระหว่างในสนามและบนอากาศยานที่มีต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทคนิคของนักกีฬาเทควันโดชาย อายุ 15-18 ปี
<b>ผู้วิจัย</b>	นางสาวศนาภี ศรีพิริฎ
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร บุญรอด
<b>อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม</b>	รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพงษ์ อุดม
<b>สถานที่ติดต่อผู้วิจัย</b>	คณะวิทยาศาสตร์กีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
<b>โทรศัพท์เคลื่อนที่</b>	081-9722245 E-mail: nuna102@hotmail.com

**เขียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน**

ขอเขียนเชิญท่านเข้าร่วมการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย โปรดทำความเข้าใจที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใดและเกี่ยวข้องกับฉันอย่างไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้เป็นอย่างดีขอขอบคุณ และตอบตามข้อมูลเต็มเต็มหรือข้อสงสัยใดๆได้ตลอดเวลา

**วัตถุประสงค์การวิจัย**

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบสลับช่วงต่อความเมื่อยล้าและความสามารถในการแสดงทักษะเทคนิคของนักกีฬาเทควันโด

**วิธีดำเนินการวิจัย**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเทควันโดชายของโรงเรียนกีฬา อายุระหว่าง 15-18 ปี โดยเลือกโรงเรียนกีฬา 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร ด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง จากนั้นทำการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการจับสลากเพื่อเข้ารับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและบนอากาศยาน หลังจากนั้นทำการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลากให้ได้นักกีฬาโรงเรียนละ 20 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 10 คน รวมทั้งหมด 40 คน กำหนดให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละคนฝึกตามโปรแกรมการฝึกซ้อมปกติที่ปกติเคยฝึก และเข้ารับการฝึกเสริมที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน (จันทร์ พุธ และศุกร์) โดยเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ คือ ในสัปดาห์ที่ 5 และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ คือ ในสัปดาห์ที่ 10 รวมเป็น 10 สัปดาห์ โปรแกรมการฝึกเสริมใช้เวลาวันละ 25 นาที โดยใช้สนามเทนนิสของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร เป็นสถานที่ทำการฝึก ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อพัก 1 ต่อ 1 จำนวน 10 คน
- กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อพัก 1 ต่อ 2 จำนวน 10 คน
- กลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงบนอากาศยานที่อัตราส่วนการฝึกต่อพักเท่ากับ 1 ต่อ 1 จำนวน 10 คน
- กลุ่มที่ 4 กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงบนอากาศยานที่อัตราส่วนการฝึกต่อพักเท่ากับ 1 ต่อ 2 จำนวน 10 คน



ชื่อโครงการวิจัย 051.1 / 55  
 วันที่รับผล - 2 ก.ย. 2555  
 วันส่งมอบผล - 1 ก.ย. 2555

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย**

1. ต้องเป็นนักกีฬาเทนนิสชาย ที่มีอายุระหว่าง 15-18 ปี ที่มีความชำนาญของผู้เล่นอยู่ในระดับ 3.5-5.0 โดยผู้วิจัยร่วมกับผู้ฝึกสอนเป็นผู้ประเมิน
  2. ไม่มีโรคประจำตัว ได้แก่ โรคหัวใจ โรคหอบหืด และโรคความดันโลหิตสูง
  3. ต้องไม่ได้รับยาต้านการอักเสบเนื่องจากการฝึกซ้อมเทนนิสตามปกติในช่วง 3 เดือนก่อนทำการวิจัย
  4. มีความสนใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินยอมยินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
- หมายเหตุ เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัยข้อ 2 ใช้การสัมภาษณ์นักกีฬาและขอข้อมูลประวัติสุขภาพจากโรงเรียนที่นักกีฬาสังกัดอยู่

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากกรวิจัย**

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. เข้าร่วมการฝึกซ้อมโปรแกรมน้อยกว่า 80 % ของช่วงระยะเวลาการฝึก (ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 8 สัปดาห์) สำหรับในกรณีที่มีการไม่ไปนการระการออกกำลังกาย (เข้าร่วมการฝึกน้อยกว่า 19 ครั้ง จากทั้งหมด 24 ครั้ง)
3. ไม่สนใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

**ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย** การวิจัยนี้กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก (8 สัปดาห์) การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง ระหว่าง และหลังการทดลอง (2 สัปดาห์) รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 10 สัปดาห์

1. ดำเนินการหากกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยประสานไปยังโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร เพื่อคัดเลือกนักกีฬาเทนนิส และคัดเลือกนักกีฬาเข้าร่วมงานวิจัย จำนวน 40 คน โดยนักกีฬาทุกคนได้รับทราบรายละเอียดของวิธีปฏิบัติในการทดลองและการเก็บข้อมูล และยินยอมในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
2. นักกีฬาจะเข้ารับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วง แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน เพื่อเข้ารับการฝึก 4 แบบ ดังนี้
  - 1) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาเคลื่อนไหวที่ระดับความสูงที่สุดที่กำหนดด้วยความพยายามสูงสุด เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้พัก 10 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต กำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที
  - 2) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 2 คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาเคลื่อนไหวที่ระดับความสูงที่สุดที่ความพยายามสูงสุด (Maximal effort) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้พัก 20 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต กำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที
  - 3) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพักเท่ากับ 1 ต่อ 1 คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วยระยะเวลาที่นักกีฬาวิ่งบนลู่วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบใช้พลังงาน เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้พัก 10 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดย กำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที
  - 4) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพักเท่ากับ 1 ต่อ 2 ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาวิ่งบนลู่วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบใช้พลังงาน เป็นเวลา 10


 เลขที่ใบตรวจวิจัย ..... 0511 / 55  
 วันที่รับผล ..... - 2 ก.ค. 2555  
 ใบพิมพ์ผล ..... - 1 ก.ค. 2555  
 ใบพิมพ์ฯ .....

วินาที สดกับระยะเวลาที่ใช้พัก 20 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับในหนึ่งรอบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดย ทำตามระยะเวลาที่กระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที

3. นักกีฬาทั้ง 4 กลุ่ม ทำการฝึกทั้งหมด 4 เซตต่อวัน ระยะเวลาที่กระหว่างเซต 3 นาที ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ไปนกรวมการฝึกเสริม 1 วัน ใช้เวลาประมาณ 25 นาที ระยะเวลาารวมของการฝึกทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ โดยใช้สนามเทนนิสของโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี และโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร เป็นสถานที่ทำการฝึก

4. การทดสอบประกอบด้วยการทดสอบก่อนการทดสอบ (การทดสอบครั้งที่ 1) การทดสอบระหว่างการทำทดสอบที่ 4 สัปดาห์ (การทดสอบครั้งที่ 2) และการทดสอบหลังการทำทดสอบที่ 8 สัปดาห์ (การทดสอบครั้งที่ 3) นักกีฬาได้รับการทดสอบค่าต่างๆ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 5 วันต่อการทดสอบแต่ละครั้ง โดยเว้นช่วงห่างของการทดสอบ 1 วันเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากการทดสอบในครั้งก่อนหน้า สำหรับการทดสอบแต่ละครั้งประกอบด้วย การทดสอบสมรรถภาพทางกาย ความสามารถในการแสดงทักษะเทนนิส จำนวน 3 ครั้ง และการวัดระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดโดยการเจาะเลือดจากปลายนิ้วป็นไปได้พบเคสเคสขนาดเท่ากับเข็มกรูด (ประมาณ 1-3 ไมโครลิตร) จำนวน 12 ครั้ง การทดสอบจะถูกจัดขึ้นในวันจันทร์ หู และศุกร์ เวลา 15:00 – 16:30 น. (ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที) ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งนี้การทดสอบในแต่ละวันจะดำเนินการทดสอบในวันเวลา และสถานที่เดียวกัน โดยมีผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่คอยควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด

5. เมื่อสิ้นสุดการทำทดสอบที่ 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

หมายเหตุ ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่านจะได้รับค่าเดินทางไป-กลับจากโรงเรียนกีฬา มาทดสอบสมรรถภาพที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วันละ 150 บาท และได้รับเครื่องดื่มและของว่างในวันมาทดสอบด้วย

**ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย**

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อตัวนักกีฬาเป็นแนวทางในการพัฒนาการฝึกซ้อมเพื่อเตรียมความพร้อมและพัฒนาความสามารถให้แก่นักกีฬาก่อนการแข่งขันและเป็นทางเลือกให้นักกีฬา ได้และได้ฝึกซ้อมตลอดจนบุคคลที่สนใจก็สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

**ความเสี่ยงที่เกี่ยวเนื่องกับการศึกษาวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เพื่อความปลอดภัยกับผู้เข้าร่วมวิจัย จึงมีการตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ เพื่อมิให้เกิดความเสี่ยงใดๆที่จะทำให้นักกีฬามีอันตรายอย่างร้ายแรง อาจมีผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อแขนขาในขณะฝึกแต่ละครั้ง หรือในระหว่างทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา เช่น การทดสอบสมรรถภาพ การวัดระดับเลือด และการเจาะเลือดจากปลายนิ้ว ผู้เข้าร่วมวิจัยอาจรู้สึกอึดอัด หายใจไม่สะดวกขณะทำการทดสอบสมรรถภาพ หรือมีอาการเจ็บบริเวณปลายนิ้วจากอาการบาดเจ็บ แต่อาการดังกล่าวจะหายเป็นปกติในเวลาอันสั้น ทั้งนี้ก่อนและหลังการฝึกทุกครั้งจะมีการอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น หากพบว่ามีอาการบาดเจ็บเกิดขึ้นระหว่างการฝึกให้หยุดการออกกำลังกายทันที ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยคือสมัครใจผู้วิจัยทราบโดยปริยาย เพื่อที่ผู้วิจัยจะทำการส่งต่อ ณ สถานพยาบาล และถ้ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษา

**การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง**

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล และประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัยด้วยความสมัครใจ การตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะไม่เกิดผลต่อท่าน ท่านสามารถแจ้งขอจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งวงวนหรือคำอธิบายใดๆ ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและจะนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้



มหาวิทยาลัยสุพรรณบุรี

051.1/55  
- 2 ก.ค. 2555  
- 1 ก.ค. 2556

เท่านั้น นอกการวิจัยของตนเองในภาพรวม หากท่านมีข้อสงสัยเกี่ยวกับโครงการวิจัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้ที่โดยสามารถติดต่อ  
ผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่าง  
รวดเร็ว

#### การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลส่วนตัว และข้อมูลอื่นๆ ที่ท่านนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิด ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัว  
ท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ยกเว้นว่าได้รับคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลของท่านจะถูกนำไปใช้เพื่อความดีเฉพาะคณะผู้วิจัย  
ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการการศึกษาระดับสูง และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากท่านมีข้อ  
คำถามประการใด กรุณาติดต่อ น.ส.รศ.ศรนาถ ศิริวิทย์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ 081-0722245 E-mail: rura102@hotmail.com

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถเขียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยใน  
คน กลุ่มสหสถาบัน จุดที่ 1 จุดท่าอรรถมนีมหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุม  
วัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ขอขอบคุณในความร่วมมิตของท่านมา ณ ที่นี้



รศ.ศรนาถ ศิริวิทย์

เลขที่โครงการวิจัย ..... 051.1 / 35  
 วันที่รับผล ..... - 2 ก.ค. 2555  
 หมายเหตุ ..... - 1 ก.ค. 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 CHULALONGKORN UNIVERSITY



**ภาคผนวก ข**  
**การแบ่งระดับความชำนาญของผู้เล่นโดยโปรแกรมการจัดอันดับเทนนิสสากล**  
**National Tennis Rating Program**

การแบ่งระดับความชำนาญของผู้เล่นโดยโปรแกรมการจัดอันดับเทนนิสสากล (National Tennis Rating Program) ซึ่งพัฒนาโดยสมาคมเทนนิสแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. Tennis Association) ในปี ค.ศ. 1979 โดยแบ่งเป็นระดับ 1-7 ได้แก่

ระดับ	ความสามารถ
1.0	ผู้เล่นเพิ่งจะเริ่มเล่นเทนนิส
1.5	มีประสบการณ์น้อยและยังคงต้องเริ่มโยนลูกเทนนิสให้เล่น
2.0	มีประสบการณ์ในการเล่นบนสนามเทนนิส มีจุดอ่อนในการตีอย่างชัดเจน แต่ผู้เล่นคุ้นเคยกับตำแหน่งพื้นฐานสำหรับเทนนิสเดี่ยวและคู่
2.5	เรียนการตัดสินใจลูกบอลตกที่ตำแหน่งใด แม้ว่าจะไม่สามารถป้องกันพื้นที่ในสนามได้ สามารถประคองการเล่นตีได้ในช่วงสั้นกับผู้เล่นอื่นที่มีความสามารถระดับเดียวกัน
3.0	สามารถตีโต้ได้ในเวลาปานกลาง แต่ไม่สามารถพอยังที่จะตีเทนนิสได้ทุกท่า และไม่สามารถควบคุมทิศทาง ความไกลหรือความแรงของลูกได้ ส่วนมากจะมีรูปแบบการตีซ้ำ ๆ กัน คือ ตีโด่ง หรือตีลูกออกไปทางด้านหลัง
3.5	สามารถพัฒนาท่าตีให้สามารถควบคุมทิศทางของลูกในการตีได้แบบปานกลาง แต่ไม่สามารถควบคุมความไกล หรือตีในลักษณะที่แตกต่างออกไปได้ เริ่มที่จะเป็นฝ่ายรุกหน้าตาข่ายมากขึ้น สามารถเพิ่มการป้องกันพื้นที่ในสนาม และสร้างกลุ่มที่ทำงานร่วมกันในการตีคู่ได้
4.0	มีความสามารถในการทำตีเทนนิสต่าง ๆ รวมถึงสามารถควบคุมทิศทาง การตี และความลึกทั้งในทำตีหน้ามือ (Forehand) และทำตีหลังมือ (Backhand) ในการตีที่มีความรุนแรงปานกลาง รวมถึงสามารถใช้ lobs, overhead, approach shots และ volleys ได้ มีการกระแรงที่ผิดพลาดบ้างเป็นครั้งคราวเมื่อเสิร์ฟหรือเล่นคู่ การตีโต้อาจจะเกิดลูกเสียเนื่องจากความกระสับกระส่ายหรือใจร้อน
5.0	มีการกระแรงการตกของลูก และมีการตีโต้ได้เต็มสอยงามบ่อยครั้ง หรือมีรูปแบบการเล่นที่คงเส้นคงวาสม่ำเสมอ ตีลูก winner หรือออกแรงตีลูกส่งให้คู่ต่อสู้ตีผิดพลาด และสามารถตีลูก volleys ได้เต็ม รวมถึงสามารถประสบความสำเร็จในการทำ lobs, drop shots, half volleys และ overhead smashes นอกจากนี้ยังสามารถตีเทนนิสลึกได้ดี และการเสิร์ฟครั้งที่ 2 ส่วนใหญ่เป็นการเสิร์ฟลูกแบบหมุน (spin)
5.5	สามารถสร้างกำลัง และ/หรือมีความเหนียวแน่นในการตีเช่นเดียวกับอาวุธที่สำคัญ (major weapon) ในการแข่งขัน สามารถใช้ยุทธวิธีการเล่นในภาวะแข่งขัน และสามารถตีไม่ผิดพลาดในสถานการณ์ที่ตั้งเครียดได้
6-7	โดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องใช้การจัดอันดับของ NTRP การจัดอันดับ หรืออันดับที่ได้รับในอดีตจะเป็นตัวบอกระดับมาตรฐานการเล่นของพวกเขา ระดับ 6.0 ได้รับการจัดอันดับในท้องถิ่นหรือระดับประเทศ ผู้เล่นระดับ 6.5 มีการเข้าร่วมการแข่งขันแบบ satellite tournament บ่อยครั้ง อย่างต่อเนื่อง ระดับ 7.0 สามารถแข่งขันได้เงินจนเป็นอาชีพของตนเองได้

**ภาคผนวก ค**  
**แบบบันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยา**

รหัสนักกีฬา .....

อายุ.....ปี

น้ำหนัก.....กก. ส่วนสูง.....ซม.

บันทึกสุขภาพ หรือความเจ็บป่วย .....

โรคประจำตัว .....

ตัวแปรที่วัด	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 8 สัปดาห์
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)		
ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)		
ดัชนีมวลกาย (BMI) (น้ำหนักตัว(กก.) / ส่วนสูง(ม.) <sup>2</sup> )		
เปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง		



**ภาคผนวก จ**  
**แบบบันทึกข้อมูลความอดทนของระบบไหลเวียนและการหายใจ**  
**โดยใช้ Bruce treadmill protocol (VO<sub>2</sub>max)**

รหัสนักกีฬา .....

อายุ.....ปี                      น้ำหนัก.....กก.                      ส่วนสูง..... ซม.

อัตราการเต้นของหัวใจ.....ครั้ง/นาที                      ความดันโลหิต.....มิลลิเมตรปรอท

STAGE	I		II			III			IV		V			
Time (min)	1	2	4	5	7	8	10	11	13	14				
	3		6			9			12		15			
Speed (mph)	1.7		2.5			3.4			4.2		5			
(kmpm)	2.72		4			5.44			6.72		8			
% Grade	10		12			14			16		18			
METs (male)	3.2	4.0	4.9	5.7	6.6	7.4	8.3	9.1	10.0	10.7	11.6	13.3	14.1	15.0
METs (female)	3.1	3.9	4.7	5.4	6.2	7.0	8.0	8.6	9.4	12.5		12.5	13.2	
										10.1	10.9		14.1	
										11.7				
Heart rate														
RPE														
Blood pressure														

VO<sub>2</sub>max (ml/kg/min).....RER.....

เวลาที่ออกมาออกกำลังกายทั้งหมด (Total treadmill time).....

เหตุผลในการหยุดออกกำลังกาย (Reason for termination).....

หมายเหตุ (Comments).....

CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ภาคผนวก ฉ**  
**การทดสอบสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะ**  
**(Skill - related physical fitness)**

**1. แบบทดสอบความเร็ว (Sprint test) (Kovas et al, 2007)**

**อุปกรณ์**

จับเวลา นิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW-300 (Newtest powertimer SW-300)

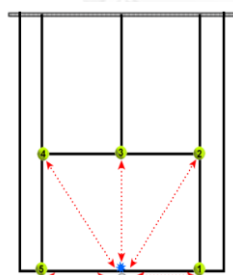
**วิธีการทดสอบ**

1. ติดตั้งเครื่องจับเวลา นิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW-300 (Newtest powertimer SW-300) โดยใช้เซ็นเซอร์ในการออกตัว และหยุดเวลา ในระยะทาง 20 เมตร
2. นักกีฬาเตรียมความพร้อม อบอุ่นร่างกาย และพร้อมทำการทดสอบ
3. อธิบายวิธีการทดสอบให้นักกีฬาที่เข้ารับการทดสอบเข้าใจโดยละเอียด
4. นักกีฬาเข้ามายืนเตรียมตัววิ่งหลังเซ็นเซอร์ที่จุดออกตัว
5. เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณจากตัวเครื่อง ให้วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่ทำได้จนถึงจุดสิ้นสุด

**2. แบบทดสอบความคล่องแคล่ววงไว (Spider test) (Chandler, 1995)**

**อุปกรณ์**

1. เครื่องจับเวลานิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW-300
2. ลูกเทนนิส
3. สนามเทนนิส



Start , Finish



เครื่องจับเวลานิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW-300

**วิธีการทดสอบ**

1. ผู้รับการทดสอบอยู่ในท่าเตรียมวิ่ง ยืนที่จุดเริ่มต้น เมื่อได้ยินเสียงจากเครื่องจับเวลานิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW-300 ให้ออกวิ่งเก็บลูกเทนนิสจากจุดที่ 1 มาวางตรงจุดเริ่มต้น ให้วิ่งไปเก็บลูกเทนนิส ตำแหน่งที่ 2 แล้วนำมาวางไว้ในตำแหน่งเริ่มต้น แล้ววิ่งไปตำแหน่งที่ 3 เก็บลูกเทนนิสแล้วนำมาวางในตำแหน่งเริ่มต้น ทำแบบนี้จนครบทั้ง 5 จุด ถือเป็นการเล่นสุดการทดสอบ 1 ครั้ง
2. ทำการทดสอบ 3 ครั้ง แล้วนำครั้งที่ดีที่สุดมาเป็นข้อมูล

### 3. กระโดดสูง (Vertical Jump) (Daniel, 2006)

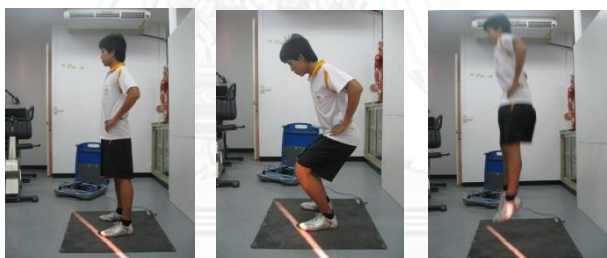
การยืนกระโดดสูงเป็นการทดสอบพลังกล้ามเนื้อขา

#### อุปกรณ์

เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์โอมเมอร์ SW-300

#### วิธีการ

1. ให้นักกีฬาเข้ามายืนบนแผ่นยาง ยืนตรงโดยแยกเท้ากว้างประมาณช่วงไหล่ มือเท้าเอวไว้ ศีรษะอยู่ในลักษณะปกติ
2. เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณจากตัวเครื่อง ย่อตัวลง มือเท้าเอวไว้ เท้าทั้งสองข้างแนบกับพื้น รักษาสมดุลของร่างกายไว้ไม่ให้เสียการทรงตัว จากนั้นออกแรงกระโดดให้สูงสุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่ต้องใช้มือช่วยให้เท้าเอวไว้ตลอดช่วงการทดสอบ ขณะที่นักกีฬาลงสู่พื้นนั้นให้เท้าทั้งสองข้างสัมผัสกับแผ่นทดสอบพร้อมกัน ไม่ควรใช้เท้าข้างใดข้างหนึ่งสัมผัสกับแผ่นยางเพียงอย่างเดียว
3. รักษาสมดุลของร่างกายไว้ไม่ให้เสียการทรงตัว เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณอีกครั้งให้นักกีฬาเดินออกจากแผ่นยางเป็นอันเสร็จสิ้นการทดสอบ ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ใช้ครั้งที่มากที่สุด



ภาพการทดสอบกระโดดสูง

ภาคผนวก ข  
 การทดสอบทักษะทางกีฬาเทนนิส  
 (ITN, International Tennis Federation 2004)



# ITN On Court Assessment

International Tennis Number — On Court Assessment

Name: \_\_\_\_\_ Date of Birth: \_\_\_\_\_ Sex: M F  
 Assessor: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ Venue: \_\_\_\_\_

GS Depth		Volley Depth		GS Accuracy		Serve	
Stroke	#	Stroke	#	Stroke	#	Stroke	#
Forehand	1	Forehand	1	Forehand GS	1	1st Box Wide	1
Backhand	2	Backhand	2	Backhand GS	2	1st Box Middle	2
Forehand	3	Forehand	3	Forehand GS	3	1st Box Middle	3
Backhand	4	Backhand	4	Backhand GS	4	1st Box Middle	4
Forehand	5	Forehand	5	Forehand GS	5	1st Box Middle	5
Backhand	6	Backhand	6	Backhand GS	6	1st Box Middle	6
Forehand	7	Forehand	7	Forehand CC	7	2nd Box Middle	7
Backhand	8	Backhand	8	Backhand CC	8	2nd Box Middle	8
Forehand	9	Forehand	9	Forehand CC	9	2nd Box Middle	9
Backhand	10	Backhand	10	Backhand CC	10	2nd Box Middle	10
Sub Total		Consistency		Forehand CC	11	2nd Box Wide	11
Consistency		Volley Depth Total		Backhand CC	12	2nd Box Wide	12
GS Depth Total				Sub Total		Sub Total	
				Consistency		Consistency	
				GS Accuracy Total		Serve Total	

what's your number?  
  
 International Tennis Number

This ITN Assessment was conducted in accordance with the guidelines set forth in the Official ITN Assessment Guide. I hereby agree to its authenticity.

Signed by the player: \_\_\_\_\_  
 Signed by the Assessor: \_\_\_\_\_

System Total	Mobility Score	Total Score

Number of Assessments: \_\_\_\_\_ New ITN Rating: \_\_\_\_\_

Circle player's ITN level after completing the Assessment.

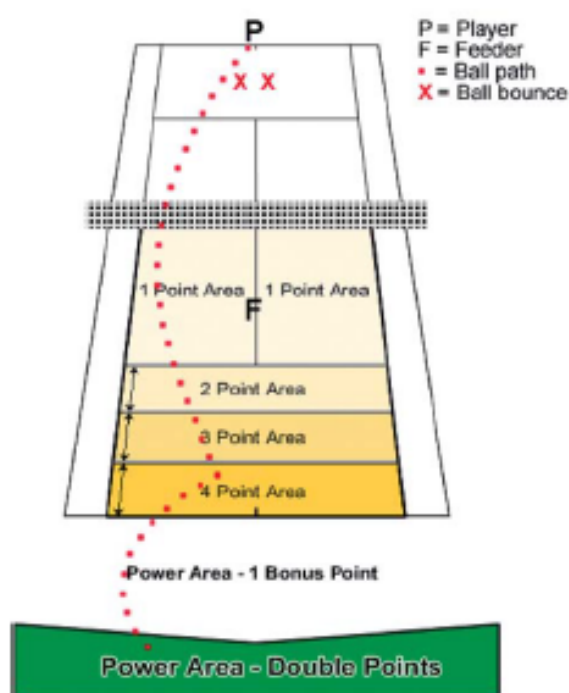


Mobility Assessment — Maximum Score: 76																										
Time	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15
Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16	18	19	21	26	32	39	45	52	61	76

Assessment highest possible score = 430 points



# Groundstroke Depth



**Maximum Possible = 90 Points**

**Start by making sure all participants are fully warmed up and ready to begin.**

The Groundstroke Depth Assessment has been designed to enable players to test their control, depth and power. Players will receive Double Points if the second bounce is beyond the Bonus Line.

Players only receive points for hitting balls into the singles playing area of a tennis court.

The player hits 10 balls that are fed to alternate sides, one Forehand, one Backhand, one Forehand, one Backhand, etc, etc, etc.

Points are awarded based on where the ball lands on the first and second bounce.

The feeder should make the ball land half way between the service line and the baseline as indicated in the diagram. The player or the feeder have the option to reject any feeds that have not landed in the correct area.

**Accuracy Points are awarded as follows:**

- 1 Point - When a ball lands anywhere in the service box area.
- 2 Points - When a ball lands in the front section of the back court area.
- 3 Points - When a ball lands in the middle section of the back court area.
- 4 Points - When a ball lands in the last section of the back court area.

**Power Points are awarded as follows:**

**Power Area = 1 Bonus Point** - When a ball lands anywhere within the singles court area and the second bounce lands between the baseline and bonus line, 1 Bonus point is awarded.

**Power Area = Double Points** - When a ball lands anywhere within the singles court area and the second bounce lands beyond the bonus line, double points are awarded.

**Examples:** 5 Points are awarded when the first bounce lands in the 4 Point Area and the second bounce lands beyond the baseline. 8 Points are awarded when the first bounce lands in the 4 Point Area and the second bounce lands beyond the bonus line.

**0 Points** - When a ball's first bounce lands anywhere outside the normal singles playing area.

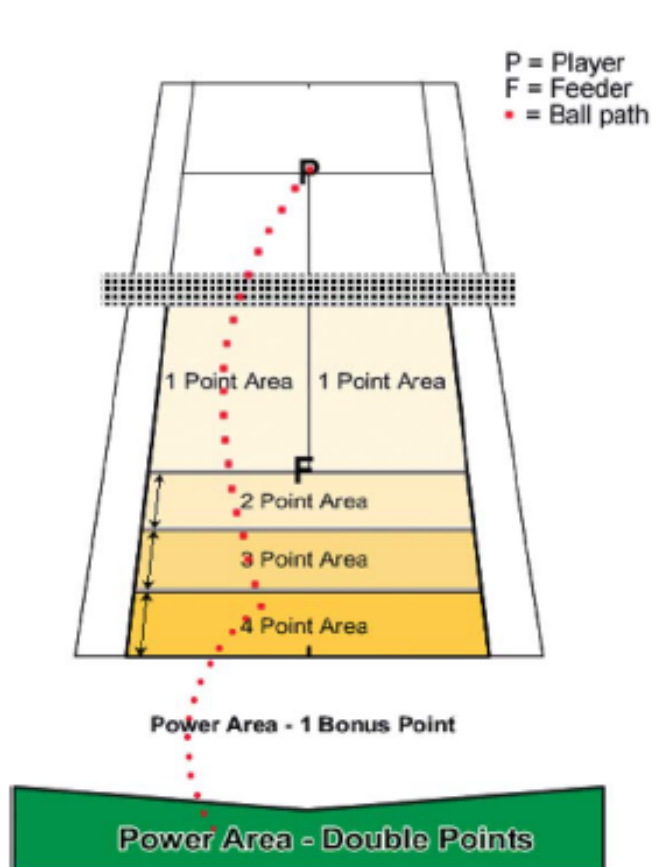
**Consistency:** 1 extra point is awarded for every shot that is not an error.

The points are added up to achieve the total number of points scored in the Groundstroke Depth Assessment Section.





# Volley Depth



## Maximum Possible = 72 Points

Start by making sure all participants are fully warmed up and ready to go.

**The Volley Assessment** - The player should hit 8 balls that are fed to alternate sides, one Forehand, one Backhand, one Forehand, one Backhand, etc, etc, etc.

Points are awarded based on where the ball lands on the first and second bounce.

The feeder should feed the ball to the player at between hip and shoulder height. The player or the feeder have the option to reject any feeds that are not at the correct height.

Accuracy Points are awarded as follows:

**1 Point** - When a ball lands anywhere in the service box area.

**2 Points** - When a ball lands in the front section of the back court area.

**3 Points** - When a ball lands in the middle section of the back court area.

**4 Points** - When a ball lands in the last section of the back court area.

Power Points are awarded as follows:

**Power Area = 1 Bonus Point** - When a ball lands anywhere within the singles court area and the second bounce lands between the Baseline and bonus line, 1 bonus point is awarded.

**Power Area = Double Points** - When a ball lands anywhere within the singles court area and the second bounce lands beyond the bonus line, double points are awarded.

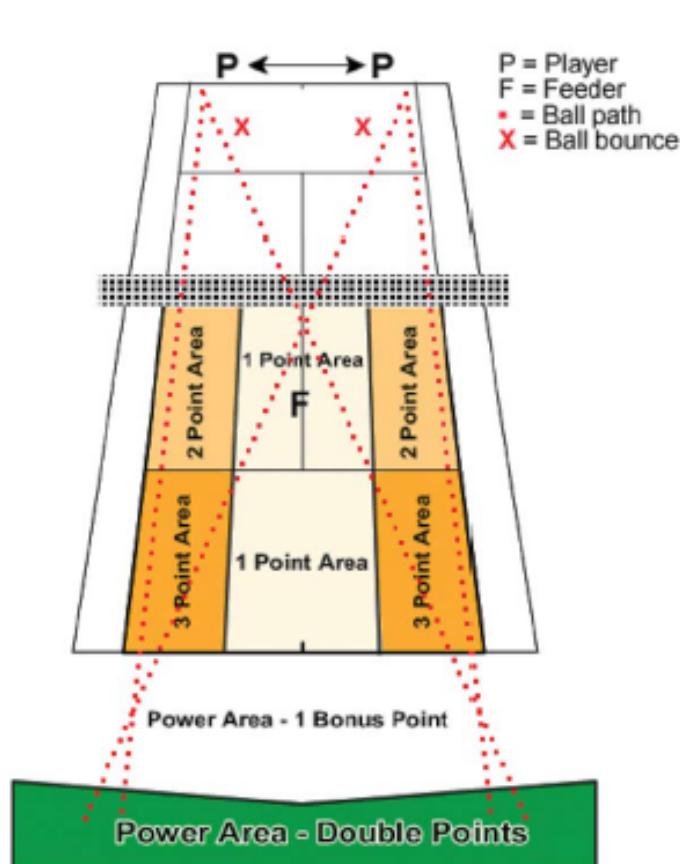
**Examples:** 5 Points are awarded when the first bounce lands in the 4 Point Area and the second bounce lands beyond the baseline. 8 Points are awarded when the first bounce lands in the 4 Point Area and the second bounce lands beyond the bonus line.

**0 Points** - When a ball's first bounce lands anywhere outside the normal singles playing area.

**Consistency:** 1 extra point is awarded for every shot that is not an error.

The points are added up to achieve the total number of points scored in the Volley Depth Assessment Section.

# ITF Groundstroke Accuracy



## Maximum Possible = 84 Points

The Groundstroke Accuracy Assessment - 6 balls are fed to alternate sides, (one forehand, one backhand, one forehand, one backhand) etc... The player should hit each ball down the line.

6 more balls are fed to alternate sides, (one forehand, one backhand, one forehand, one backhand) etc... The player should hit each ball cross court.

Points are awarded based on where the ball lands on the first and second bounce.

The feeder should make the ball land half way between the service line and the baseline as indicated in the diagram. The player or the feeder have the option to reject any feeds that have not landed in the correct area.

Accuracy Points are awarded as follows:

**1 Point** - When a ball lands anywhere in the center area outside the target areas.

**2 Points** - When a ball lands within the Groundstroke Accuracy target area before the service line.

**3 Points** - When a ball lands within the Groundstroke Accuracy target area inside the back section of the singles court.

Power Points are awarded as follows:

**Power Area = 1 Bonus Point** - When a ball lands anywhere within the singles court area and the second bounce lands between the baseline and bonus line, 1 Bonus point is awarded.

**Power Area = Double Points** - When a ball lands anywhere within the singles court area and the second bounce lands beyond the bonus line, double points are awarded.

**Examples:** 4 Points are awarded when the first bounce lands in the 3 Point Area and the second bounce lands beyond the baseline. 6 Points are awarded when the first bounce lands in the 3 Point Area and the second bounce lands beyond the bonus line.

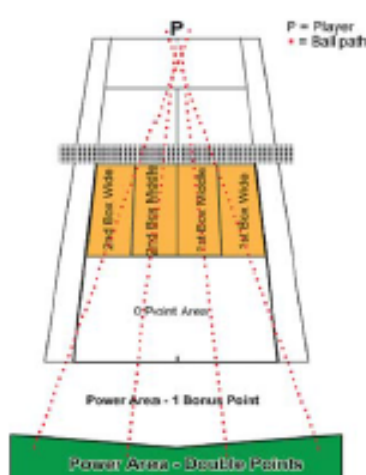
**0 Points** - When a ball's first bounce lands anywhere outside the normal singles playing area.

**Consistency:** 1 extra point is awarded for every shot that is not an error.

The points are added up to achieve the total number of points scored in the Groundstroke Accuracy Assessment Section.



# Serve Assessment



Maximum Possible = 108 Points

**The Serve Assessment** - The player hits 12 Serves. 3 Serves to the wide area of the first service box, 3 Serves to the middle area of the first service box, 3 Serves to the middle area of the second service box and 3 Serves to the wide area of the second service box.

Points are awarded based on where the ball lands on the first and second bounce. If the first serve lands anywhere in the correct service box, no second serve is required. If the serve is a let, the serve is replayed.

**Accuracy Points** are awarded as follows:

**First Serve**

**2 Points** - When a ball lands in the correct service box area.

**4 Points** - When a ball lands in the target area of the correct service box.

**Second Serve**

**1 Point** - When a ball lands in the correct service box area.

**2 Points** - When a ball lands in the target area of the correct service box.

**Power Points** are awarded as follows:

**Power Area = 1 Bonus Point** - When a ball lands in the correct service box area and the second bounce lands between the baseline and the bonus line, 1 Bonus point is awarded.

**Power Area = Double Points** - When a ball lands in the correct service box and the second bounce lands beyond the bonus line, double points are awarded.

**0 Points** - When a ball's first bounce lands anywhere outside the correct service box.

**Consistency:** 1 extra point is awarded for every serve that lands in the correct service box. (First or second serve).

The points are added up to achieve the total number of points scored in the Service Assessment Section.

**Serve Scoring Table:**

Serve	First Bounce		Second Bounce		Total Score
	Target Area	Correct Service Box	Power Area 1 Bonus Point	Power Area Double Points	
First Serve	4			4	8
	4		1		5
		2		2	4
		2	1		3
Second Serve	2			2	4
	2		1		3
		1		1	2
		1	1		2



# International Tennis Number — On Court Assessment

Name: \_\_\_\_\_ Date of Birth: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ Venue: \_\_\_\_\_ Sex: M F  
 Assessor: \_\_\_\_\_ what's your number?  International Tennis Number

GS Depth			Volley Depth			GS Accuracy			Serve		
Stroke	#	Score	Stroke	#	Score	Stroke	#	Score	Stroke	#	Score
Forehand	1		Forehand	1		Forehand DL	1		1st Box Wide	1	
Backhand	2		Backhand	2		Backhand DL	2		1st Box Wide	2	
Forehand	3		Forehand	3		Forehand DL	3		1st Box Wide	3	
Backhand	4		Backhand	4		Backhand DL	4		1st Box Middle	4	
Forehand	5		Forehand	5		Forehand DL	5		1st Box Middle	5	
Backhand	6		Backhand	6		Backhand DL	6		1st Box Middle	6	
Forehand	7		Forehand	7		Forehand CC	7		2nd Box Middle	7	
Backhand	8		Backhand	8		Backhand CC	8		2nd Box Middle	8	
Forehand	9		Sub Total			Forehand CC	9		2nd Box Middle	9	
Backhand	10		Consistency			Backhand CC	10		2nd Box Wide	10	
Sub Total			Volley Depth Total			Forehand CC	11		2nd Box Wide	11	
Consistency						Backhand CC	12		2nd Box Wide	12	
GS Depth Total						Sub Total			Sub Total		
						Consistency			Consistency		
						GS Accuracy Total			Serve Total		

Mobility Table	Time	Score
T	40	38
	38	37
	36	36
	34	33
	32	31
	30	29
	28	27
	26	25
	24	23
	22	21
	20	19
	18	17
	16	15
	14	13
	12	11
	10	9
	8	7
	6	5
	4	3
	2	1

Score (F)	57-79	80-100	109-140	141-171	172-205	206-230	231-250	259-303	304-344	345-430
Score (M)	75-104	105-139	140-175	176-209	210-244	245-268	269-293	294-337	338-362	363-430
ITN	ITN 10	ITN 9	ITN 8	ITN 7	ITN 6	ITN 5	ITN 4	ITN 3	ITN 2	ITN 1

This ITN Assessment was conducted in accordance with the guidelines set forth in the Official ITN Assessment Guide. I hereby agree to its authenticity.

Signed by/half of the player: \_\_\_\_\_

Signed by the Assessor: \_\_\_\_\_

Strokes Total	Mobility Score	Total Score

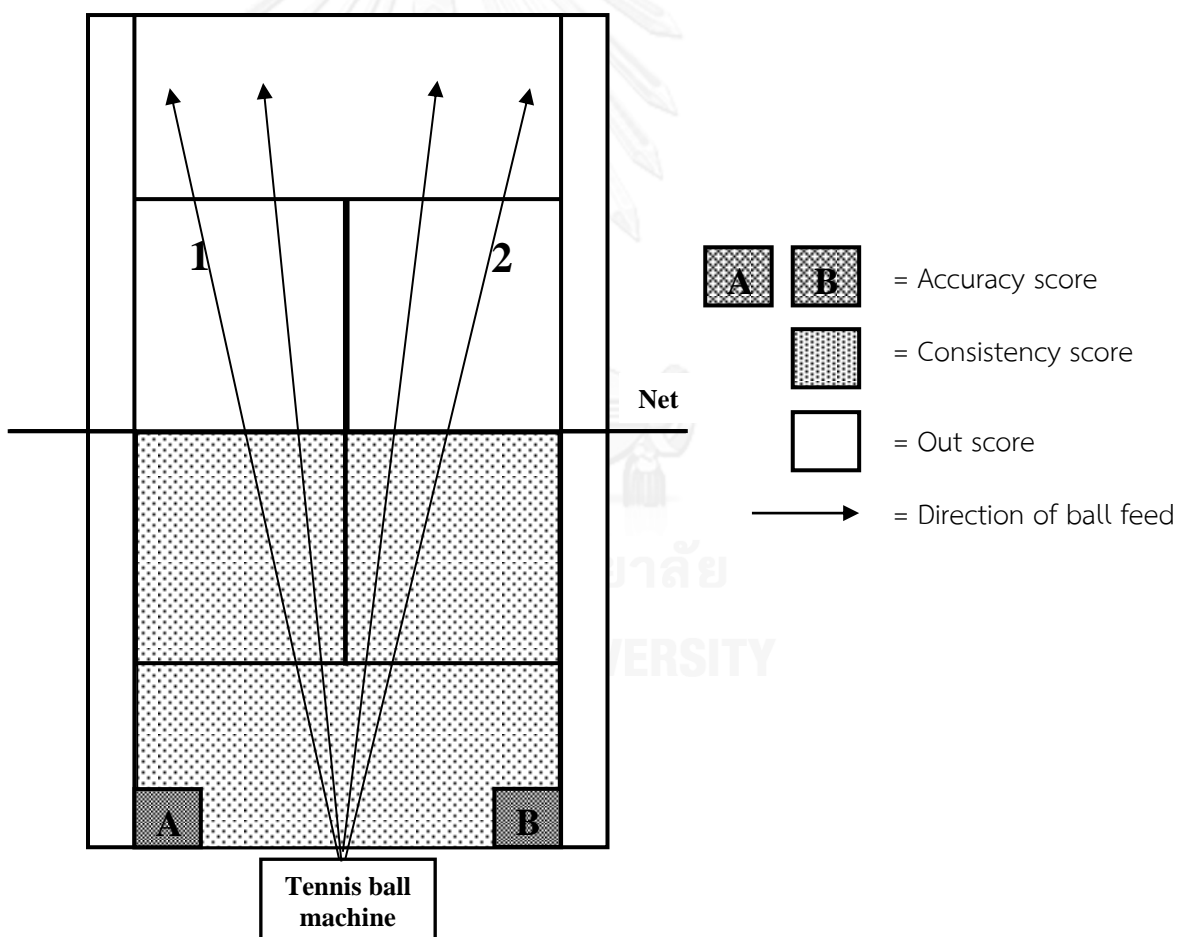
Number of Assessments	New ITN Rating

Circle players ITN level after completing the Assessment.

ภาคผนวก ข  
การทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้า  
สำหรับกีฬาเทนนิสโดยใช้ Loughborough Intermittent Tennis Test (Davey et al., 2002)

วิธีการทดสอบ

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองตีบอลด้วยความสามารถสูงสุด (ความพยายามสูงสุด) ไปยังเป้าหมาย A และ B
2. บอลจะถูกปล่อยด้วยเครื่องปล่อยบอลที่ความเร็ว 30 บอลต่อนาที เป็นระยะเวลา 4 นาที ระยะเวลาพักระหว่างเซต 40 วินาที
3. ผู้เข้าร่วมการทดลองตีบอลด้วยความสามารถสูงสุดอย่างต่อเนื่องจนไม่สามารถตีบอลได้ต่อเนื่องติดต่อกัน 2 บอล หรือร้องขอให้ยุติการทดสอบด้วยวาจา
4. มีการบันทึกภาพขณะทำการทดสอบเพื่อการนับให้คะแนนสำหรับลูกที่ลงตามเป้าหมายที่กำหนดดังรูป



รูปการทดสอบเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้าสำหรับกีฬาเทนนิส  
โดยใช้ Loughborough Intermittent Tennis Test (Davey et al., 2002)

## ภาคผนวก ฅ

## ขั้นตอนและวิธีการการเจาะเลือดเพื่อหาระดับแลคเตท

## เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องวัดระดับแลคเตท
2. สตรีปส์ สำหรับเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์หาค่ากรดแลคติกในเลือด
3. เข็มเจาะเลือด
4. แอลกอฮอล์สำหรับฆ่าเชื้อ
5. สำลี
6. ถังมีย่าง

## วิธีการทดสอบ

1. กดเปิดการทำงานของเครื่อง ที่ปุ่มด้านขวา (ถ้าเป็นการเปิดใช้น้ำยาขวดใหม่ ต้องตั้ง Code ก่อน ดูวิธีการตั้ง Code ตอนท้าย ทำเพียงครั้งเดียวเมื่อเปิดใช้ขวดใหม่เท่านั้น)
2. ใส่แผ่นทดสอบของแต่ละชนิดที่ต้องการทำการทดสอบเข้าไปในเครื่องทางด้านท้ายของเครื่อง
3. ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ เช็ดทำความสะอาดบริเวณปลายนิ้วที่จะเจาะเลือดของมือข้างที่ไม่ถนัดทุกครั้ง

## ทำการเก็บข้อมูล

4. จากนั้นเปิดฝาขึ้น เจาะเลือดจากปลายนิ้วบีบให้ได้หยดเลือดขนาดเท่าหัวเข็มหมุด (ประมาณ 1-3

ไมโครลิตร) หยดลงให้เต็ม

บริเวณแถบทดสอบ (บริเวณสีเหลือง) หรือจากเฮปาริน ทิวบ์สีแดงปิดฝา รออ่านผลการทดสอบ

5. เครื่องจะเริ่มการวิเคราะห์ค่ากรดแลคติกในเลือด โดยใช้เวลาประมาณ 60 วินาที จะได้ค่าความเข้มข้นของแลคเตทในเลือด มีหน่วยเป็น มิลลิโมลต่อลิตร



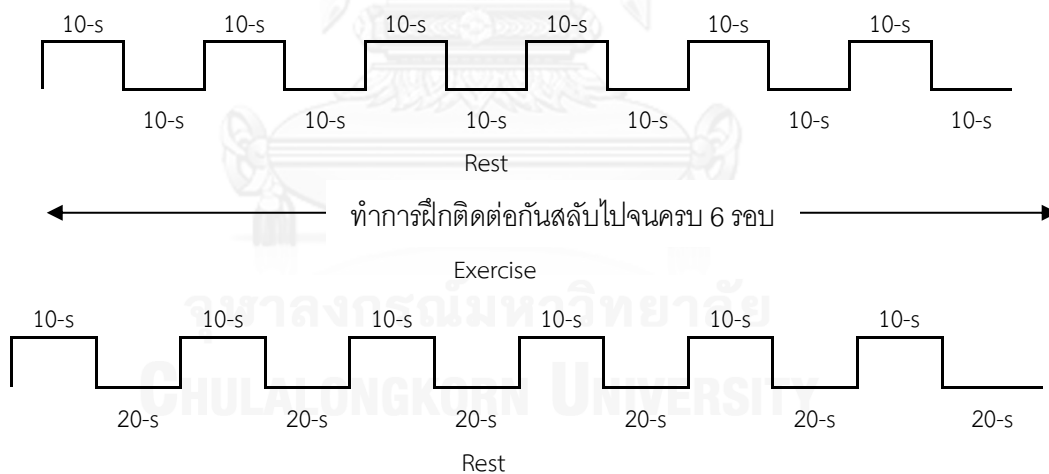
รูปแสดงขั้นตอนการทดสอบ

**ภาคผนวก ญ**  
**โปรแกรมการฝึกแบบสลับช่วงของนักกีฬาเทนนิส**  
**(Interval training in tennis player)**

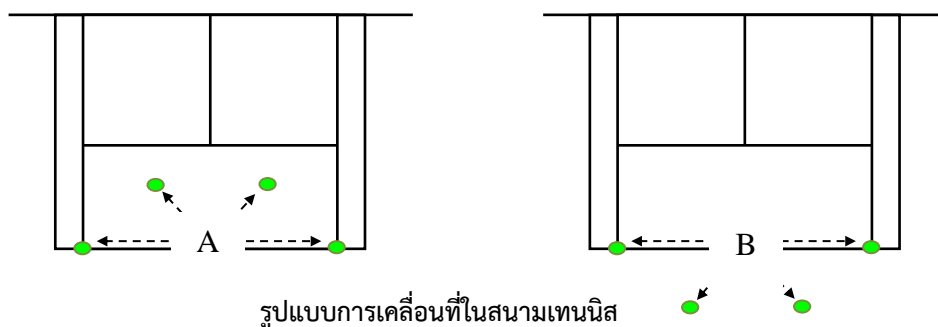
**1. การฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส (Interval training on-court)**

1) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 1 (Interval training on-court, work : rest ratio, 1:1) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามจุดที่กำหนดด้วยความพยายามสูงสุด (Maximal effort) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้พัก 10 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดย เซตที่ 1 และ 2 นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามแบบ A และ เซตที่ 3 และ 4 นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามแบบ B (ดังรูปที่ 5 แบบการเคลื่อนที่ในสนามเทนนิส) กำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที

2) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงในสนามที่อัตราส่วนการฝึกต่อการพัก 1 ต่อ 2 (Interval training on-court, work : rest ratio, 1:2) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามจุดที่กำหนดด้วยความพยายามสูงสุด (Maximal effort) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้พัก 20 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดย เซตที่ 1 และ 2 นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามแบบ A และ เซตที่ 3 และ 4 นักกีฬาเคลื่อนที่ตีบอลตามแบบ B (ดังรูปแบบการเคลื่อนที่ในสนามเทนนิส) กำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที



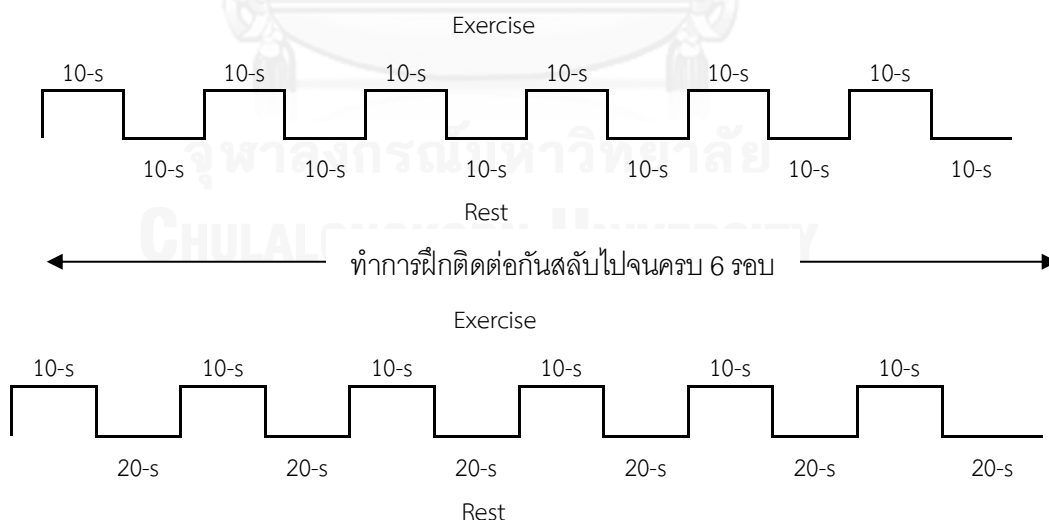
**รูปแสดงการฝึกแบบสลับช่วง 1 เซต**



## 2. การฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามเทนนิสของนักกีฬาเทนนิส (Interval training off-court)

1) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 1 (Interval training off-court, work : rest ratio, 1:1 ) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาวิ่งบนลู่วิ่งที่ความเร็วสูงสุด (Maximal speed) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับ ระยะเวลาที่ใช้พัก 10 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดย กำหนดระยะเวลาพักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที

2) กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกแบบสลับช่วงนอกสนามที่อัตราส่วนการฝึกกับพักเท่ากับ 1 ต่อ 2 (Interval training off-court, work : rest ratio, 1:2 ) ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 1 เซต ประกอบด้วย ระยะเวลาที่นักกีฬาวิ่งบนลู่วิ่งที่ความเร็วสูงสุด (Maximal speed) เป็นเวลา 10 วินาที สลับกับระยะเวลาที่ใช้ พัก 20 วินาที ทำการฝึกติดต่อกันสลับไปจนครบ 6 รอบ โดยทำการฝึกทั้งหมด 4 เซต โดย กำหนดระยะเวลา พักระหว่างเซตเท่ากับ 3 นาที



รูปแสดงการฝึกแบบสลับช่วง 1 เซต



ภาคผนวก ก  
 รายงานผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย  
 โปรแกรมการฝึกแบบสลับช่วงในสนามและนอกสนามของนักกีฬาเทนนิส

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มานิต โกศลอินทริย์	รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม อาจารย์ที่ปรึกษาชมรมเทนนิส จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้สอนวิชาเทนนิสทั้งในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา
นายวิทยา สำเร็จ	ผู้ฝึกสอนนักกีฬาเทนนิสทีมชาติไทย ลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ อดีตนักกีฬาเทนนิสทีมชาติไทย และผู้ฝึกสอนดีเด่น ประจำปี 2553
นายธนากร ศรีชาพันธุ์	ผู้ฝึกสอนนักกีฬาเทนนิสทีมชาติไทย ลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ อดีตนักกีฬาเทนนิสทีมชาติไทย
นายพรพล คำสมาน	ครูผู้ฝึกสอนกีฬาเทนนิสโรงเรียนกีฬาสุพรรณบุรี ผู้ฝึกสอนนักกีฬาเทนนิสทีมชาติไทย ลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

- ชื่อ-สกุล : นางสาวคนางค์ ศรีหิรัญ
- เกิดวันที่ : 15 ตุลาคม 2527
- สถานที่เกิด : จังหวัดพิจิตร
- ที่อยู่ปัจจุบัน : 70 ไร่จันทน์คอร์ท ถนนเพชรบุรี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
- สถานที่ทำงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
- ประวัติการศึกษา : ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2549
- ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา  
แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2550