ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ
ที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน

นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# THE EFFECT OF COMBINED THE REACTION TIME TRAINING AND EXPLOSIVE POWER TRAINING ON RESPONSE TIME IN BADMINTON PLAYERS

Mr. Gunn Chansrisukot

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 2014
Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน |
| โดย | นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต |
| สาขาวิชา | วิทยาศาสตร์การกีฬา |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา |

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.เอก เกิดเต็มภูมิ)

กัญจน์ จันทร์ศรีสุคต : ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน (THE EFFECT OF COMBINED THE REACTION TIME TRAINING AND EXPLOSIVE POWER TRAINING ON RESPONSE TIME IN BADMINTON PLAYERS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา, 174 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ทำการเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาในการเคลื่อนที่ด้านข้างของนักกีฬาแบดมินตัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตันชายระดับสโมสรอายุตั้งแต่ 14-18 ปี จำนวน 15 คน ทำการทดลองแบบถ่วงดุลลำดับ แบ่งเป็น 3 กลุ่มๆละ 5 คน ทั้ง 3 กลุ่มสลับกันทดสอบทุกระดับความหนักที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์ของความพยายามสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า ความหนักที่ 70 เปอร์เซ็นต์ของความพยายามสูงสุด ทำให้เกิดพลังสูงสุดมากกว่าความหนักที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ของความพยายามสูงสุด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ขั้นตอนที่ 2 ทำการศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน กลุ่มตัวอย่างเป็น นักกีฬาแบดมินตันชายระดับสโมสรอายุตั้งแต่ 14-18 ปี จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ใช้การกำหนดกลุ่มแบบสุ่ม กลุ่มละ10 คน ทำการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน กลุ่มควบคุมฝึกซ้อมตามปกติ กลุ่มที่ 1 ฝึกเวลาปฏิกิริยาและฝึกตามปกติ กลุ่มที่ 2 ฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและฝึกตามปกติ กลุ่มที่ 3 ฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและฝึกตามปกติ ทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่าเวลาตอบสนองลดลง ไม่แตกต่างกัน และดีกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มควบคุม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

สรุปได้ว่าการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์สามารถลดเวลาตอบสนองของนักกีฬาแบดมินตันชายระดับสโมสรได้อย่างมีนัยสำคัญ และรูปแบบการฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ สามารถลดทั้งเวลาปฏิกิริยาและเวลาเคลื่อนไหวได้

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2557 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

# # 5278951339 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: REACTION TIME / EXPLOSIVE POWER / MOVEMENT TIME / RESPONSE TIME / BADMINTON

GUNN CHANSRISUKOT: THE EFFECT OF COMBINED THE REACTION TIME TRAINING AND EXPLOSIVE POWER TRAINING ON RESPONSE TIME IN BADMINTON PLAYERS. ADVISOR: ASST. PROF.CHANINCHAI INTIRAPORN, Ph.D., CO-ADVISOR: ASST. PROF.SILPACHAI SUWANTHADA, Ph.D., 174 pp.

This research aimed to study the combined effect of reaction time training (RTT) and explosive power training (EPT) on response time in badminton players.

The first phase study with purposively sampled 15 club level male badminton players, aged 14-18, arranged in 3 groups of 5, was carried out in three consecutive weeks in counter-balanced order for every level of 30%, 50% and 70% maximum effort to determine the effect of each load of pulley-guided elastic cable on leg muscle explosive power during side lunge. It was found that peak power at 70% effort was statistically higher than that at 50% and 30% effort at .05 level of significance.

The second phase study aimed to study the combined effect of RTT and EPT on reaction time (RT), movement time (MT) and response time (RP) in badminton players. Subjects were 40 club level male badminton players, aged 14-18, randomly grouped into 4 groups of 10, and trained 3 days a week for 8 weeks. Controlled group was under normal badminton training (NBT), whereas the 1st group was under RTT and NBT, the 2nd group was under EPT and NBT and the 3rd group was under combined RTT, EPT and NBT. It was found that RP of the 2nd and 3rd group decreased indifferently, and were statistically better than those of the 1st and control group at .05 level of significance.

It was concluded that supplementary training with EPT and combined RTT and EPT for 8 weeks could significantly reduce RP in club level male badminton players. And that supplementary training with combined RTT and EPT could reduce both RT and MT.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Sports Science
Academic Year: 2014

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....
Co-Advisor's Signature .....

# กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้โอกาสทางการศึกษาและสนับสนุน “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย”กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ให้แก่ผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา ที่ได้ให้คำปรึกษาที่ดี คำแนะนำต่างๆมากมายและช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ความรู้และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ และรองศาสตราจารย์ ดร.เอก เกิดเต็มภูมิ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ในการศึกษาครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬารวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้กลั่นกรองกระบวนการวิจัยและชี้แนะแนวทางการวิจัย ประสิทธิ์ประสาทวิชา อบรมสั่งสอน ห่วงใยและให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ศึกษาอยู่ที่นี่ ซึ่งผู้วิจัยได้นำความรู้และคำสอนเหล่านั้นมาก่อประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ คุณอภิชัย ธีระรัตน์สกุล ผู้ฝึกสอนสโมสรแบดมินตันทีไทยแลนด์ คุณคมฉาน พรมศริน ผู้ฝึกสอนสโมสรแบดมินตันธนบุรีและนักกีฬาผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่านที่เสียสละเวลาอันมีค่ายิ่งของท่านในการเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างและให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอให้มีสุขภาพพลานามัยทั้งกายและใจ สมบูรณ์ แข็งแรง พร้อมสุขสวัสดิ์ตลอดไป

ขอขอบคุณ คุณชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา อาจารย์ ดร.บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์ อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช รวมถึงเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำตลอดจนการจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบนักกีฬาและให้ความช่วยเหลือกับผู้วิจัยอย่างดีมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่เป็นมากกว่าเพื่อน คอยให้ความช่วยเหลือและร่วมฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ รวมถึงเป็นกำลังใจให้กันจนสามารถสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ อาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ น้องๆชมรมแบดมินตันจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งกับผู้วิจัยมาโดยตลอด และการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรักและกำลังใจจากนายมนทิพย์ จันทร์ศรีสุคต นางนิยดา จันทร์ศรีสุคต ผู้เป็นบิดาและมารดาของผู้วิจัย นางสาวโสรัจจา จันทร์ศรีสุคต น้องสาวของผู้วิจัย นายผดุงชัย ท้าวเขื่อนและนายแพทย์พัฒนจัก วิภาดากุล ที่คอยเป็นกำลังใจให้เสมอ คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้อุปการะคุณทุกท่านของผู้วิจัย

**สารบัญ**

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูป ..... ฒ

สารบัญแผนภูมิ ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 4

คำถามของการวิจัย ..... 4

สมมติฐานของการวิจัย ..... 5

ขอบเขตของการวิจัย ..... 5

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ..... 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย ..... 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 8

1. ความหมายและความสำคัญของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ..... 9

2. ระบบรับความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว ..... 18

3. ระบบการมองเห็น ..... 19

4. รูปแบบของกระบวนการประมวลข่าวสาร (The information Processing model) ..... 22

5. การคาดการณ์ล่วงหน้าในความสามารถทางการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการรับรู้ (Anticipation in Perceptual Motor Performance) ..... 34


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

6. คุณลักษณะเฉพาะหรือทั่วไปของความสามารถทางการเคลื่อนไหว (Specificity or Generality of Motor Abilities) 37
7. ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ 39
8. ความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ 43
9. การฝึกพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกตัวด้วยยางยืดแบบลูกรอก(Elastic resistance with pulley training) 44
10. สนามและอุปกรณ์สนาม 48
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 58
ขั้นตอนที่ 1 58
กลุ่มตัวอย่าง 58
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย 58
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย 59
ขั้นตอนการวิจัย 59
การเก็บรวบรวมข้อมูล 59
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 60
การวิเคราะห์ข้อมูล 60
ขั้นตอนที่ 2 62
กลุ่มตัวอย่าง 62
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย 62
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย 63
ขั้นตอนการวิจัย 63
การเก็บรวบรวมข้อมูล 65
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 65

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 66
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ..... 111
สรุปผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 ..... 111
อภิปรายผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 ..... 112
ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ..... 114
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ..... 114
สรุปผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 ..... 115
อภิปรายผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 ..... 117
ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ..... 124
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ..... 124
รายการอ้างอิง ..... 125
ภาคผนวก ..... 131
ภาคผนวก ก วิธีการหาพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกด้วยการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก ..... 132
ภาคผนวก ข แบบบันทึก และวิธีการหาพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกด้วยการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก ..... 138
ภาคผนวก ง รูปแบบและโปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยา (Reaction time training) ..... 140
ภาคผนวก จ โปรแกรมการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive power training) ..... 144
ภาคผนวก ช ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดความเร็วของเวลาปฏิกิริยาเวลาเคลื่อนไหวและเวลาตอบสนองแบบมีตัวเลือกที่ถูกกระตุ้นทางสายตา ในการเคลื่อนที่ด้านข้างของนักกีฬาแบดมินตัน ..... 147
ภาคผนวก ฌ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย ..... 152
ภาคผนวก ญ เอกสารการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน ..... 156

หน้า

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ ..... 174

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าหลายอย่างในเวลาเดียวกัน ผลที่ได้จะมีการตอบสนองได้เร็วกว่าการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าตัวเดียว ดังนี้ ..... 11

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะและชนิดของตัวกระตุ้นและตัวรับความรู้สึกแบบต่างๆ ..... 18

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวเลือก (N) และลอการิทึม [log2(N)] ..... 25

ตารางที่ 4 แสดงผลรวมของจำนวนข่าวสารที่แตกต่างกันในแต่ละขั้นตอนของความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ที่เท่ากัน ..... 29

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ชนิดวัดซ้ำ ของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุดในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ..... 70

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของพลังสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ..... 71

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของแรงสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ..... 72

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ..... 73

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ชนิดวัดซ้ำ ของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ..... 74

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของพลังสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ..... 75

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของแรงสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ..... 76

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ..... 77

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของ ..... 81

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 83

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 84

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 85

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาปฏิกิริยา ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ

กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 86

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาเคลื่อนไหว ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 87

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 88

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 89

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาปฏิกิริยา ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 90

ตารางที่ 22 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาเคลื่อนไหว ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ กลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 91

ตารางที่ 23 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ กลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มควบคุมฝึกปกติ ..... 92

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ..... 93

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ..... 94

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา..... 95

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา..... 96

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ..... 97

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ..... 98

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ..... 99

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ..... 100

# สารบัญรูป

รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบของเวลาตอบสนองโดยแบ่งตามหน้าที่ทางประสาทสรีรวิทยา ..... 9

รูปที่ 2 แสดงทางเดินของระบบการมองเห็น ตั้งแต่การกระตุ้นของแสงผ่านทางแก้วตา เลนส์และจอภาพ จนถึงทางเดินของสัญญาณประสาทที่ส่งไปตาม Optic nerve, Optic tract, Thalamus (Lateral geniculate nucleus), Midbrain (Superior colliculus และ Pretectal region) และ area 17 ของเปลือกสมองใหญ่ ..... 20

รูปที่ 3 แสดงการส่งสัญญาณภาพจากจอภาพ (Retina) ไปยังส่วนต่างๆของสมอง (จาก Lundy-Ekman L. Neuroscience: Fundamental for rehabilitation. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1998 โดยได้รับคำอนุญาต)..... 21

รูปที่ 4 แสดงรูปแบบของกระบวนการประมวลข่าวสาร (Schmidt and Lee, 2005)..... 22

รูปที่ 5 แสดงแผนภาพของ เวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว เวลาตอบสนอง ..... 35

รูปที่ 6 แสดงแรงที่เกิดจากการยืดออกของยางยืด ..... 45

รูปที่ 7 แสดงภาพแผนผังของสนามและอุปกรณ์สนามแบดมินตัน ..... 49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับจำนวนตัวเลือกเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนองเป็นส่วนประกอบของจำนวนของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ..... 24

แผนภูมิที่ 2 ผลของการตั้งเวลาเป้าหมายในการตอบสนอง ..... 27

แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ..... 78

แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ..... 78

แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ..... 79

แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ..... 79

แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ..... 80

แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ..... 80

แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลั .. 101

แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 101

แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาเคลื่อนไหวในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 102

แผนภูมิที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาเคลื่อนไหวในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 102

แผนภูมิที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 103

แผนภูมิที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 103

แผนภูมิที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 104

แผนภูมิที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 104

แผนภูมิที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาเคลื่อนไหวในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่ม

ทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 105

แผนภูมิที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาเคลื่อนไหวในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 105

แผนภูมิที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 106

แผนภูมิที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 106

แผนภูมิที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ ..... 107

แผนภูมิที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ ..... 107

แผนภูมิที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา ..... 108

แผนภูมิที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา ..... 108

แผนภูมิที่ 25 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 109

แผนภูมิที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 109

แผนภูมิที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 110

แผนภูมิที่ 28 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ..... 110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลักษณะเกมกีฬาแบดมินตัน นักกีฬามีการเคลื่อนไหวร่างกายเกือบทุกส่วนและยังถูกพิจารณาแล้วว่าเป็นกีฬาประเภทแร็กเก็ตที่เร็วที่สุดในโลก ดังนั้นนักกีฬาจำเป็นต้องการการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เพื่อที่จะตอบสนองต่อลูกแบดมินตันที่มีความเร็วสูงจากคู่แข่งขันและการเข้าถึงลูกได้อย่างรวดเร็วทำให้นักกีฬาได้เปรียบในการวางแผนเกมการเล่นในลูกต่อไป (Bankosz et al., 2013) ลูกตบในกีฬาแบดมินตันเป็นลูกที่ใช้ในการเป็นฝ่ายรุกและเปิดเกมเพื่อเริ่มทำคะแนน (Rambely et al., 2005) จากการศึกษาทางด้านชีวกลศาสตร์ของความเร็วลูกแบดมินตันขณะกระทบหน้าไม้ในการตีลูกทักษะต่างๆ Tsai et al. (1997) พบว่า ในทักษะการตีลูกตบ (Smash) ความเร็วของลูกเฉลี่ยเป็น 62.12 เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 223 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทักษะการตีลูกโด่งท้ายคอร์ท (Clear) ความเร็วของลูกเฉลี่ยเป็น 47.76 เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 171.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และทักษะการตีลูกหยอด ความเร็วของลูกเฉลี่ยเป็น 25 เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษานำร่อง โดยวิเคราะห์วีดิโอเทปการแข่งขันแบดมินตันชิงแชมป์โลก World Badminton Championship 2011 ประเภทชายเดี่ยว จำนวน 5 แมทช์การแข่งขัน ผลการวิเคราะห์พบว่า นักกีฬาไม่สามารถเคลื่อนที่ไปรับลูกได้ทันคิดเป็นร้อยละ 47.37 ของแต้มการแข่งขันทั้งหมด และตำแหน่งที่รับลูกไม่ทัน ประมาณร้อยละ 66.67 อยู่บริเวณสองมุมด้านข้างสนาม ส่วนใหญ่เป็นบริเวณที่เกิดจากการรับลูกตบ และประมาณร้อยละ 27.77 อยู่บริเวณสองมุมด้านหน้าตาข่าย ซึ่งเป็นบริเวณที่เกิดจากการรับลูกตัดหยอดกึ่งตบ ตำแหน่งต่างๆดังที่กล่าวมา เป็นบริเวณที่คู่แข่งขันตีลูกแบดมินตันกลับมาด้วยความเร็วสูงมาก นักกีฬาจึงจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนจังหวะและทิศทางการเคลื่อนที่ทุกครั้งที่ลูกแบดมินตันถูกตีกลับมาจากฝั่งตรงข้ามเพื่อให้ร่างกายเคลื่อนไปอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่จะสามารถตีโต้ลูกออกไปได้อย่างสมบูรณ์ที่สุด ความสามารถในการเคลื่อนที่เพื่อเคลื่อนตัวไปรับลูกแบดมินตันที่มาจากคู่ต่อสู้ที่มีความเร็วสูงและทิศทางที่หลากหลาย ไม่เพียงแต่นักกีฬาต้องอาศัยประสบการณ์ด้านทักษะการอ่านเกมการเล่น นักกีฬายังต้องใช้ความสามารถของสมรรถภาพในการเร่งความเร็วในช่วงระยะการเคลื่อนที่สั้นๆ การที่นักกีฬาเคลื่อนที่เข้าถึงลูกที่มาจากคู่ต่อสู้ได้เร็ว ทำให้นักกีฬามีข้อได้เปรียบคือ นักกีฬาสามารถเคลื่อนที่เข้าถึงลูกในลักษณะที่ยากๆได้ง่ายขึ้น อีกทั้งนักกีฬาสามารถรีเทิร์นลูกกลับได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงสามารถประหยัดและเป็นการสงวนพลังงานของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนที่ไปรับลูกในท่าทางที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อการปฏิบัติทักษะนั้น ในทางตรงกันข้าม การเคลื่อนที่ช้าเพียง

เล็กน้อย อาจจะส่งผลต่อโอกาสในการทำเกม การวางแผนเกมการเล่นในลูกต่อไป มีผลต่อความผิดพลาดในการรีเทิร์นลูกหรืออาจจะรีเทิร์นลูกกลับไปได้ไม่มีประสิทธิภาพ คู่ต่อสู้สามารถเป็นฝ่ายบุกและทำคะแนนได้ง่ายขึ้น Kuntze et al. (2010) พบว่าเกมการแข่งขันของนักกีฬาแบดมินตันลักษณะการเคลื่อนไหวโดยส่วนใหญ่จะเป็นการเคลื่อนไหวในท่าลันจ์ (Lunge) ลักษณะการเคลื่อนไหวไม่จำเป็นต้องเป็นการเคลื่อนไหวแบบฟูลเด็พธ์ (Full depth) แต่จะเป็นลักษณะการเร่งความเร็วเพื่อที่จะไปอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและดีที่สุด โดยมีการใช้ช่วงการเคลื่อนไหวเพียงเล็กน้อยของข้อเท้า ข้อเข่า และสะโพก แต่การเคลื่อนไหวจะเป็นในลักษณะแบบแรงระเบิด (Explosive power) ดังนั้น การเคลื่อนที่ช้าเพียงเล็กน้อย นักกีฬาจะต้องเข้าถึงลูกในลักษณะที่ลึกขึ้น (depth) เช่นจากที่จะต้องเคลื่อนที่โดยใช้ท่าลันจ์แบบธรรมดา อาจจะต้องเคลื่อนที่เป็นท่าลันจ์ ที่เป็นฟูลเด็พธ์มากขึ้น มีการใช้กล้ามเนื้อที่มากขึ้น ใช้พลังงานมากขึ้นและอาจส่งผลต่อการบาดเจ็บของนักกีฬา ดังนั้นนักกีฬาแบดมินตันจึงจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนเพิ่มเติมในส่วนของความสัมพันธ์ของระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ และเวลาตอบสนองของตากับมือและตากับเท้าด้วย ซึ่งทั้งเวลาตอบสนองที่รวดเร็ว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มาก และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อมัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเป้าหมายต่างๆ เพื่อที่จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่เหมาะสมได้อย่างรวดเร็วและสามารถตีโต้ลูกแบดมินตันที่มาจากฝั่งตรงข้ามได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่นักกีฬาจะเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและทิศทางที่ถูกต้องนั้น จะต้องทำให้เวลาตอบสนอง (Response time) นั้นลดลง เวลาตอบสนองเป็นช่วงเวลารวมทั้งหมดตั้งแต่เริ่มมีการกระตุ้นหรือสิ่งเร้าเริ่มปรากฏขึ้นจนร่างกายมีการเคลื่อนไหวจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ซึ่งการทำให้เวลาตอบสนองนั้นลดลงสามารถทำได้โดย ลดเวลาปฏิกิริยา (Reaction time) หรือลดในส่วนของเวลาเคลื่อนไหว (Movement time) หรือลดทั้งสองส่วน เนื่องจากทั้งสองส่วนเป็นองค์ประกอบย่อยของเวลาตอบสนอง ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536) ได้กล่าวว่า การฝึกกระทำซ้ำๆ กัน โดยเน้นให้กระทำอย่างรวดเร็วเป็นสำคัญ และทำการฝึกลดเวลาการตัดสินใจ เมื่อต้องการลดเวลาปฏิกิริยาหรือเวลาการเคลื่อนไหวในกิจกรรมใดก็ตาม ก็ย่อมจะต้องฝึกการเคลื่อนไหวที่ส่วนของร่างกายนั้นๆ ศิลปชัย สุวรรณธาดา (2548) กล่าวว่า การลดข่าวสารในขณะเป็นฝ่ายรับ นักกีฬาควรลดข่าวสารที่ส่งทอดมาจากคู่ต่อสู้จะทำให้การเล่นง่ายขึ้น สามารถแสดงการตอบสนองได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการศึกษาของ Sturgess and Newton (2008) พบว่าการเคลื่อนไหวของนักกีฬาแบดมินตันในขณะที่ต้องเคลื่อนที่ไปรับลูกที่มาจากฝั่งตรงข้ามด้วยความเร็วและในเวลาที่จำกัด นักกีฬาจำเป็นต้องอาศัยความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะพลังที่ใช้ในการออกตัว (Starting power) พลังในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) และพลังในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) การเคลื่อนไหวในลักษณะดังกล่าวนี้ จำเป็นต้องอาศัยการพัฒนาการผลิตแรงที่รวดเร็ว ซึ่งต้องใช้การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive power training) ด้วยจังหวะ

การฝึกที่แรงและเร็ว การฝึกในลักษณะนี้จะไปเพิ่มกระตุ้นการทำงานของหน่วยยนต์ให้กล้ามเนื้อผลิตแรงได้มากขึ้น เนื่องจากการฝึกเพื่อพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อมีอยู่หลากหลายวิธี เช่น การฝึกแบบพลัยโอเมตริก (Plyometric training) การฝึกแบบบอลลิสติก (Ballistic training) การฝึกแบบบอลลิสติก รวมถึงการฝึกพลังด้วยแรงต้านในรูปแบบต่างๆ จากน้ำหนักภายนอก เช่น การฝึกแบบน้ำหนักกระโดด การฝึกแรงต้านจากยางยืด (Elastic resistance training) การฝึกด้วยยางยืดแบบลูกรอก (Elastic with pulley resistance training) และรูปแบบการฝึกอื่นๆอีกมากมาย ทั้งนี้การฝึกแต่ละรูปแบบก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาจึงควรเลือกใช้รูปแบบและวิธีการฝึกให้ตรงกับวัตถุประสงค์และลักษณะการเคลื่อนไหวในแต่ละชนิดกีฬาด้วย การฝึกพลังของกล้ามเนื้อขาด้วยยางยืดแบบลูกรอก มีความเฉพาะเจาะจงกับการเคลื่อนไหวในชนิดกีฬาแบดมินตันมากขึ้น โดยยางยืดแบบมีลูกรอกนั้นออกแบบมาเพื่อให้เพิ่มความหนักได้ตั้งแต่เริ่มต้นของการฝึก ซึ่งแตกต่างจากยางยืดโดยทั่วไปเพราะขณะเริ่มต้นจะไม่มีแรงต้าน และยังสามารถปรับระดับความหนักค่าคงที่ของการยืดตัว (k = elasticity constant) ให้คงที่ได้ตลอดการเคลื่อนไหว ไม่มีแรงอื่นเข้ามาแทรกสอด ไม่ว่านักกีฬาจะกระโดดได้ด้วยความสูงเท่าใดหรือเคลื่อนที่ในแนวราบด้วยระยะยืดเท่าใดความหนักจะเป็นค่าคงที่ตามที่กำหนดโดยระบบลูกรอกควบคุมความยาวและการยืดออกของยางยืด ดั้งนั้นเมื่อนำมาใช้ในการฝึกการเคลื่อนไหวที่เป็นลักษณะพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ อาศัยความแข็งแรง และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อเอาชนะน้ำหนักตัวกับแรงต้านของยางยืด จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่เฉพาะเจาะจงกับการเคลื่อนไหวของนักกีฬาแบดมินตันที่ต้องใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวออกตัวและเร่งความเร็วจากตำแหน่งกลางสนามไปยังมุมต่างๆ ของสนาม อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการวิจัยว่า แรงต้านที่ความหนักใดจะมีความเหมาะสมและส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกตัวเคลื่อนไหวที่เฉพาะเจาะจงกับกีฬาแบดมินตัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเป็นขั้นตอนที่ 1 ของการวิจัยในครั้งนี้ และจะนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้กำหนดความหนักในการฝึกเพื่อลดเวลาตอบสนองในขั้นตอนที่ 2

จากงานวิจัยที่ผ่านมา มีการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการฝึกเพื่อลดเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตันค่อนข้างน้อย อีกทั้งการฝึกซ้อมตามปกติจะเน้นไปในส่วนของทักษะการปล่อยลูกแบดมินตันให้นักกีฬาเคลื่อนที่ตีตามมุมต่างๆ แต่จุดประสงค์ของการฝึกจะเน้นในส่วนของความคล่องแคล่วว่องไวและความแม่นยำ ผู้วิจัยมองเห็นความสำคัญของการฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยเฉพาะในกีฬาแบดมินตันที่นักกีฬาต้องอาศัยการเคลื่อนไหวตอบสนองอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจและได้มุ่งศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบและวิธีการฝึกเพื่อลดเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตัน ซึ่งสามารถทำได้โดย ลดเวลาปฏิกิริยาหรือลดเวลาเคลื่อนไหว หรือลดทั้งสองส่วน ในส่วนของเวลาปฏิกิริยา ผู้วิจัยได้นำหลักจิตวิทยาการกีฬามาใช้ในการสร้างแบบฝึก คือ ฝึกให้นักกีฬามีการตัดสินใจที่เร็วขึ้นเพื่อเลือก

การตอบสนอง โดยฝึกให้เพิ่มความสามารถในการกระบวนการข่าวสาร โดยฝึกให้นักกีฬามีความสามารถดาดการณ์ล่วงหน้าและลดข้อมูลข่าวสาร โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักกีฬาสามารถตอบสนองเริ่มต้นเคลื่อนไหวเมื่อเห็นสิ่งเร้าได้อย่างทันท่วงที และลดความผิดพลาดที่เกิดจากการเคลื่อนไหวที่ล่าช้า ขณะที่ในส่วนของเวลาเคลื่อนไหว ผู้วิจัยได้นำหลักสรีรวิทยาการกีฬามาใช้ในการสร้างแบบฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาที่มีความเฉพาะเจาะจงกับนักกีฬาแบดมินตัน โดยใช้ยางยืดแบบมีลูกรอกมาใช้ในการฝึกพลังที่ใช้ในการออกตัวเคลื่อนที่ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความสามารถความเร็ว (Movement speed) ในการเคลื่อนไหวของนักกีฬา

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจและแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกเพื่อลดเวลาตอบสนองที่มีความเฉพาะเจาะจงกับการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตันโดยนำรูปแบบการฝึกเวลาปฏิกิริยามาฝึกควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพื่อเสริมกับการฝึกซ้อมตามปกติ ทั้งนี้เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการฝึกที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นว่าสามารถลดเวลาตอบสนองของนักกีฬาแบดมินตันได้มากน้อยเพียงใด เวลาตอบสนองที่ลดลง เป็นผลมาจากการฝึกในรูปแบบใด และตัวแปรที่ทำให้เวลาตอบสนองลดลงคือตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยา หรือเวลาเคลื่อนไหว โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ “ขั้นตอนที่ 1 เพื่อหาแรงต้านว่าที่ความหนักใดจะเหมาะสมและส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อในการเคลื่อนที่ออกตัวด้านข้างที่เฉพาะเจาะจงกับนักกีฬาแบดมินตัน ของยางยืดแบบมีลูกรอกที่ให้พลังกล้ามเนื้อในการเคลื่อนที่ออกตัวสูงสุด และนำผลที่ได้ไปใช้กำหนดความหนักในการฝึกเพื่อลดเวลาตอบสนองในขั้นตอนที่ 2” “ขั้นตอนที่ 2 เพื่อศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน” และสามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดกับนักกีฬาแบดมินตันต่อไป

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1.เพื่อเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาแบดมินตัน

2.เพื่อศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน

**คำถามของการวิจัย**

1. แรงต้านที่ความหนักใดจะมีความเหมาะสมและส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อในการเคลื่อนที่ด้านข้างที่เฉพาะเจาะจงกับกีฬาแบดมินตัน

2. การฝึกเวลาปฏิกิริยา การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ มีผลต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

**สมมติฐานของการวิจัย**

1. แรงต้านที่ความหนัก 70 เปอร์เซ็นต์ของความพยายามสูงสุด จะส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการเคลื่อนที่ด้านข้างที่เฉพาะเจาะจงกับกีฬาแบดมินตัน

2. นักกีฬาแบดมินตันที่ใช้โปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ จะมีเวลาตอบสนองลดลงมากที่สุด

**ขอบเขตของการวิจัย**

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตันระดับเยาวชนที่ฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ เพศชาย โดยแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขา ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตัน จำนวน 15 คน

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตัน จำนวน 40 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

2.1 กลุ่มควบคุม จำนวน10 คน

2.2 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา จำนวน10 คน

2.3 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ จำนวน 10 คน

2.4 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ จำนวน 10 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variables) คือ

1) น้ำหนักของแรงต้านยางยืดแบบมีลูกรอก

1.1) 30 เปอร์เซ็นต์ของความพยายามสูงสุด

1.2) 50 เปอร์เซ็นต์ของความพยายามสูงสุด

1.3) 70 เปอร์เซ็นต์ของความพยายามสูงสุด

2) โปรแกรมการฝึก

2.1) โปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยาร่วมกับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

2.2) โปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยา

2.3) โปรแกรมการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variables) ประกอบด้วย

3.3.1 พลังกล้ามเนื้อสูงสุด

3.3.2 เวลาปฏิกิริยา

3.3.3 เวลาเคลื่อนไหว

3.3.4 เวลาตอบสนอง

**คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย**

**การฝึกเวลาปฏิกิริยา (Reaction time training)** หมายถึง รูปแบบการฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยโปรแกรมการฝึกจะเน้นการฝึกความเร็วในการรับรู้ของตาและการสั่งการไปยังกล้ามเนื้อให้กล้ามเนื้อขาเริ่มเคลื่อนที่ โดยเน้นให้เป็นการฝึกเคลื่อนที่ในลักษณะของกีฬาแบดมินตันอย่างเร็วที่สุดตามจำนวนครั้ง จำนวนเซตและระยะเวลาการฝึกตามที่ผู้วิจัยกำหนด และผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

**การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive power training)** หมายถึง โปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้แรงต้านจากภายนอกด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก มาสร้างโปรแกรมการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตัน จำนวนครั้ง จำนวนเซตและระยะเวลาการฝึกตามที่ผู้วิจัยกำหนดและผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

**เวลาปฏิกิริยา (Reaction time)** หมายถึง เวลาตั้งแต่ไฟดวงใดดวงหนึ่งติด จนกระทั่งผู้ถูกทดสอบเริ่มมีการเคลื่อนไหว (Initial movement) ซึ่งช่วงเริ่มมีการเคลื่อนไหวในการวิจัยครั้งนี้ ดูจากกราฟของแรงปฏิกิริยาของเท้าที่เริ่มเปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับแรงปฏิกิริยาของเท้าขณะยังยืนอยู่ในท่าเตรียมพร้อม ดังนั้นเวลาปฏิกิริยา คือ ระยะเวลาระหว่างตั้งแต่ไฟติด จนกระทั่งข้อเท้าเริ่มมีการเคลื่อนไหว เวลาที่วัดได้มีหน่วยเป็นวินาที

**เวลาเคลื่อนไหว (Movement time)** หมายถึง เวลาตั้งแต่เริ่มเคลื่อนไหวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในทิศทางที่สอดคล้องกับสิ่งเร้าในระยะเวลาที่สั้นที่สุด โดยเวลาเคลื่อนไหวในการวิจัยครั้งนี้คือ ระยะเวลาตั้งแต่จุดที่เริ่มมีการเคลื่อนไหว จนกระทั่งผู้ทดสอบใช้แร็คเก็ตตีกระทบลูก

แบดมินตันที่แขวนไว้ที่มุมตามทิศทางของไฟ ซึ่งผู้วิจัยจะถือว่าเป็นจุดสิ้นสุด (ดูจากกราฟความเร็วของลูกแบดมินตันที่มีความเร็วเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับความเร็วของลูกแบดมินตันขณะที่แร็คเก็ตยังไม่สัมผัส) หรือหาได้จาก เวลาตอบสนอง ลบด้วย เวลาปฏิกิริยา เวลาที่วัดได้มีหน่วยเป็นวินาที

**เวลาตอบสนอง (Response time)** หมายถึง เวลาตั้งแต่สิ่งเร้าปรากฏ จนถึงผู้ทดสอบเคลื่อนไหวเสร็จสิ้น ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ เวลาตอบสนอง คือ ระยะเวลาระหว่างตั้งแต่ผู้ถูกทดสอบเห็นไฟดวงใดดวงหนึ่งสว่างขึ้น แล้วไปกระตุ้นตัวประสาทรับรู้ แล้วส่งสัญญาณไปยังสมองให้มีการตัดสินใจแล้วสั่งการไปยังกล้ามเนื้อขาให้เกิดการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้น และเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างตามทิศทางของไฟ จนกระทั่งผู้ทดสอบใช้แร็คเก็ตตีกระทบลูกแบดมินตันที่แขวนไว้ที่มุมตามทิศทางของไฟ เวลาที่วัดได้มีหน่วยเป็นวินาที

**การฝึกด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก (Elastic resistance with pulley jump training)** หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อแบบมีแรงต้าน ซึ่งใช้อุปกรณ์ยางยืดแบบมีลูกรอกเป็นแรงต้านภายนอก โดยกำหนดความหนักจากระดับขีดบนยางยืดแต่ละเส้น

**ยางยืดแบบมีลูกรอก (Elastic resistance with pulley)** หมายถึง อุปกรณ์ที่มีส่วนประกอบของยางที่มีความยาวประกอบขึ้นเป็นเส้นมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่น และมีระบบลูกรอกด้านล่างเป็นกลไกควบคุมความหนักค่าคงที่ของการยืดตัว (k = elasticity constant) ให้คงที่ตลอดการเคลื่อนไหว ยี่ห้อ เวอร์ติแมกซ์ (Vertimax)

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย**

1.ทำให้ทราบถึงผลผลฉับพลันของพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่ขณะที่มีแรงต้านจากภายนอกที่ระดับความหนักที่แตกต่างกัน

2. ทำให้ทราบถึงผลของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน

3. เป็นแนวทางให้ผู้ฝึกสอน นักกีฬาแบดมินตัน และผู้ที่สนใจในกีฬาแบดมินตันสามารถนำโปรแกรมการฝึกไปใช้ประกอบการฝึกซ้อมเพื่อให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4. เป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจในการศึกษาค้นคว้าวิจัยและทดลองเกี่ยวกับการฝึกเวลาตอบสนองเพื่อพัฒนาความสามารถของนักกีฬาแบดมินตันและกีฬาชนิดอื่นๆต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้า รวบรวมเอกสาร บทความ และตำราวิชาการที่มีรายละเอียดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งนำมาเรียบเรียงไว้ดังหัวข้อต่อไปนี้

ก. เอกสาร วารสาร ตำรา ที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายและความสำคัญของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง
2. ระบบรับความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว
3. ระบบการมองเห็น
4. รูปแบบของการประมวลข่าวสาร
5. การคาดการณ์ล่วงหน้าในความสามารถทางการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการรับรู้
6. คุณลักษณะเฉพาะหรือทั่วไปของความสามารถทางการเคลื่อนไหว
7. ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ
8. ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ
9. การฝึกพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกตัวด้วยยางยืดแบบลูกรอก
10. สนามและอุปกรณ์สนาม

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

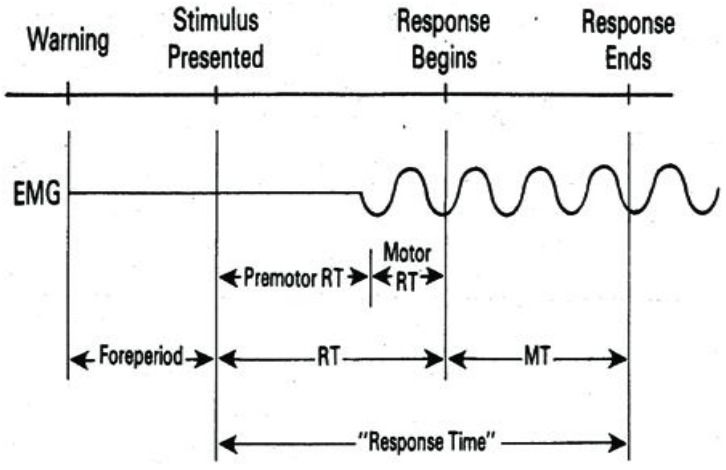
ค. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**1. ความหมายและความสำคัญของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง**

ความสามารถในการเคลื่อนไหว ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายหลายระบบด้วยกันแต่ที่มีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวมากที่สุดได้แก่ ระบบโครงสร้าง ระบบประสาท และระบบกล้ามเนื้อ ดังนั้นในการเคลื่อนไหวใด ๆ ก็ตามจะถูกจำกัดไว้ด้วยคุณสมบัติของระบบประสาทและความพร้อมของระบบกล้ามเนื้อที่มีหน้าที่ เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวนั้นๆ โดยตรง กระบวนการของความรวดเร็วในการเคลื่อนไหวจะเริ่มตั้งแต่ได้รับสัญญาณให้เริ่มเคลื่อนไหวจนกระทั่งได้ทำงานหรือเคลื่อนไหวจนหมดภาระหน้าที่แล้ว ถ้ามีการนับระยะเวลาตั้งแต่เริ่มได้รับสัญญาณให้เริ่มเคลื่อนไหวจนกระทั่งเคลื่อนไหวแล้วนั้นมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องคือ เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) เวลาเคลื่อนไหว (Movement time) และเวลาตอบสนอง (Response time)ในการทำงานเกือบทุกชนิดที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจก็จะเกี่ยวข้องกับเวลาทั้ง 3 อย่างนี้เสมอคือจะเกิดปฏิกิริยาก่อน ตามด้วยเวลาเคลื่อนไหวรวมเป็นเวลาตอบสนอง (อนันต์ อัตชู, 2527)

เมื่อกล่าวถึงกีฬาแล้ว ในกีฬาหลายประเภทล้วนแล้วต้องมีเวลาตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นตลอดเวลาจะช้าหรือเร็วก็ขึ้นอยู่กับตัวบุคคลนั้นและวิธีการฝึกซ้อม โดยในกีฬาหลายประเภทต้องมีเวลาตอบสนองที่ดีเพื่อที่จะให้เกิดการเคลื่อนไหวตามที่ต้องการได้ หรือแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างถูกต้องและตอบโต้ได้อย่างแม่นยำ เช่น กีฬาแบดมินตันจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีเวลาตอบสนองที่เร็ว เพื่อสามารถเข้าไปตีลูกได้ทันและตีโต้ลูกให้ตกในตำแหน่งที่เหมาะสมและได้เปรียบ โดยเวลาตอบสนองยังสามารถแยกออกไปอีก ได้แก่ เวลาปฏิกิริยา กับ เวลาการเคลื่อนไหว ซึ่งเมื่อนำเวลาทั้งสองเข้ามารวมกันแล้วก็จะเป็นเวลาตอบสนอง (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์, 2536)




รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบของเวลาตอบสนองโดยแบ่งตามหน้าที่ทางประสาทสรีรวิทยา

**เวลาปฏิกิริยา (Reaction time)**

เวลาปฏิกิริยา หมายถึง เวลาตั้งแต่มีสิ่งเร้ามากระตุ้น จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว โดย ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536) ได้กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาต้องอาศัยทางเดินที่นำพลังประสาทจาก รีเซบเตอร์ (Receptor) ขึ้นไปสู่สมองส่วนที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ โดยการผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวแล้วจึงส่งลงมายังกล้ามเนื้อ

การแบ่งช่วงเวลาปฏิกิริยาตามหน้าที่ทางประสาทสรีรวิทยา (Neurophysiological) เพื่อประโยชน์ในการศึกษาองค์ประกอบย่อยๆ ของเวลาปฏิกิริยาที่มีความสัมพันธ์กับตัวรับความรู้สึก (Receptor) ทางเดินประสาทนำเข้า (Afferent pathways) ขบวนการที่เกิดขึ้นในส่วนกลาง ทางเดินประสาทส่งออก (Efferent pathways) และการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้หลายท่านได้แบ่งเวลาตอบสนองออกเป็นเวลาก่อนการเคลื่อนไหว (Premotor) และส่วนที่เคลื่อนไหว (Motor) ไว้ดังนี้

1. เวลาปฏิกิริยาก่อนการเคลื่อนไหว (Premotor reaction time) คือ ช่วงเวลาระหว่างเริ่มมีการกระตุ้นจนเกิดศักย์ไฟฟ้า (Electrical activity) เพิ่มขึ้นที่บริเวณกล้ามเนื้อที่จะเคลื่อนไหว ซึ่งวัดได้โดยเครื่องวัดการทำงานของกล้ามเนื้อ (Electromyography)

2. เวลาปฏิกิริยาขณะเกิดเคลื่อนไหว (Motor reaction time) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่มีศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว ความเร็วของเวลาปฏิกิริยา (RT) เป็นผลมาจากการถูกกระตุ้นที่อวัยวะรับความรู้สึก (Sense organ) การกระตุ้นทางการได้ยินจะมีเวลาปฏิกิริยาเร็วที่สุด รองลงมาคือการกระตุ้นทางการมองเห็น ความเจ็บปวด การรับรส การดมกลิ่น และการสัมผัสตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เวลาปฏิกิริยาจากการสัมผัสจะมีความเร็วในการตอบสนองต่างกันคือบริเวณที่อยู่ใกล้สมองมากกว่าจะตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มาสัมผัสได้เร็วกว่าและเป็นที่ทราบกันมานานแล้วว่าเวลาปฏิกิริยาที่เกิดจากการกระตุ้นโดยทางระบบหูจะเร็วกว่าเวลาปฏิกิริยาที่เกิดจากการกระตุ้นโดยทางระบบตา ซึ่งมีความแตกต่างกันประมาณ 50 มิลลิวินาที และต่อมาได้มีการค้นพบว่าการกระตุ้นทางระบบหูจะใช้เวลาเดินทางไปยังซีรีบรัล คอร์เทกซ์ (Cerebral cortex) ประมาณ 8 - 9 มิลลิวินาที หลังจากมีการกระตุ้น ในขณะที่การกระตุ้นทางระบบตาต้องใช้เวลาถึง 20 - 40 มิลลิวินาที ทั้งนี้เนื่องจากทางเดินประสาทจากหูไปยังบริเวณรับความรู้สึกจากการได้ยิน (Auditory projection area) นั้นอยู่ที่เทมโพรอลโลป (Temporal lobe) ซึ่งใช้ทางเดินประสาทที่สั้นกว่า ส่วนทางเดินประสาทจากตาไปยังบริเวณรับความรู้สึกจากการมองเห็น (Visual projection area) นั้นอยู่ที่ออคซิพิทอลโลป (Occipital lobe) ซึ่งมีทางเดินประสาทที่ยาวกว่าและต้องผ่านกระบวนการที่ซับซ้อนกว่า

ตารางที่ 1 แสดงการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าหลายอย่างในเวลาเดียวกัน ผลที่ได้จะมีการตอบสนองได้เร็วกว่าการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าตัวเดียว ดังนี้

| **สิ่งเร้า** | **เวลาในการตอบสนอง (มิลลิวินาที)** |
|---|---|
| แสง (Light) | 176 |
| การกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Electric shock) | 143 |
| เสียง (Sound) | 142 |
| แสงและการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Light and Electric shock) | 142 |
| เสียงและการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Sound and Electric shock) | 142 |
| แสง การกระตุ้นด้วยไฟฟ้าและเสียง (Light, Electric shock and Sound) | 127 |

ดังนั้น เวลาปฏิกิริยาจะเริ่มขึ้นจากการที่เส้นใยประสาทที่นำความรู้สึกจาก รีเซพเตอร์ (Receptors) ผ่านเส้นประสาทนำเข้า (Afferent Neuron) เข้าสู่ไขสันหลัง (Spinal Cord) ทางรากประสาทข้างหลังด้านบน (Posterior Colun) ของกล้ามเนื้อขาวของไขสันหลัง ขึ้นไปสู่เมดูลลา (Medulla) ในเมดูลลา ใยประสาทที่ขึ้นมานี้จะสัมผัสกับเซลล์ประสาทตัวที่ 2 ที่จะทอดข้ามไปอีกด้านหนึ่งของร่างกายแล้วทอดขึ้นสู่ทาลามัส (Thalamus) ใน ทาลามัส จะมีเซลล์ประสาทตัวที่ 3 ซึ่งนำข้อมูลเกี่ยวกับความรู้สึกไปสู่เปลือกสมองรับความรู้สึก (Sensory Cortex) ซึ่งอยู่ที่ผิวด้านนอกของสมอง เมื่อสมองแปลความหมายจากข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจากเปลือกสมองรับความรู้สึกแล้ว ก็จะส่งผ่านมายังสมองสั่งการ และผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวในเมดูลลา จนมาถึงไขสันหลัง (Spinal Cord) แล้วผ่านเซลล์ประสาทสั่งการ (Efferent Neuron) มาถึงอวัยวะที่แสดงผล (Effector Organ) ได้แก่กล้ามเนื้อบริเวณต่างๆ ของร่างกาย

**เวลาปฏิกิริยาสามารถแบ่งได้ 3 ระยะ คือ**

ระยะที่ 1 เวลารับความรู้สึก (Sense time, Reciving of time) คือ เวลาตั้งแต่ปลายประสาทรับความรู้สึก แล้วเดินทางมาจนกระแสประสาทมาถึงประสาทส่วนกลาง

ระยะที่ 2 เวลาตัดสินใจ (Decision, Thought time) เป็นเวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการตอบสนอง

ระยะที่ 3 เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว (Initiation of movement time) คือ เวลาตั้งแต่ประสาทส่วนกลางสั่งงานจนกระแสประสาทเดินทางมาถึงกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อเริ่มหดตัวทำงาน เวลาปฏิกิริยาดังกล่าวนี้ เป็นการทำงานที่อยู่ในอำนาจของจิตใจ ซึ่งจะใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเวลาตัดสินใจว่าจะสามารถเลือกพฤติกรรมที่จะตอบสนองได้เร็วเพียงใด สำหรับการเคลื่อนไหวของกระแสประสาททั้งรับและส่งความรู้สึกนั้นจะไม่ค่อยแตกต่างกันนัก คือ จะใช้เวลาประมาณ 90 – 120 เมตรต่อวินาที (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์, 2536) ดังนั้นในการที่จะลดปฏิกิริยาจึงเป็นการลดเวลาของการตัดสินใจเป็นส่วนใหญ่ โดยการฝึกบ่อยๆ จนเป็นรีเฟล็กซ์ (Reflex) โดย ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536) กล่าวว่า การทำงานและการออกกำลังกายต้องอาศัยการทำงานในรูปของรีเฟล็กซ์ และรีแอคชั่น (Reaction) เมื่อได้รับการฝึกให้ทำซ้ำๆ กันอยู่เป็นเวลานาน รีแอคชั่นซึ่งถือว่าเป็นปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นรีเฟล็กซ์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นการตอบสนองของร่างกายที่อยู่นอกอำนาจจิตใจได้เรียกรีเฟล็กซ์นี้ว่า รีเฟล็กซ์ฝึก (Conditioned reflex)

การที่จะทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลงนั้นต้องทำการฝึกโดยการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่เฉพาะอย่าง โดยการฝึกซ้อมการเคลื่อนไหวหรือการเคลื่อนที่นั้นบ่อยๆ หรือซ้ำๆ กันก็จะสามารถทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลงได้ เวลาปฏิกิริยาขั้นพื้นฐานสามารถทำให้สั้นเข้าโดยวิธีการฝึกจากกระทำซ้ำๆ กัน โดยเน้นให้กระทำอย่างรวดเร็วเป็นสำคัญ เวลาที่เร็วขึ้นนั้นจะพัฒนาในปฏิกิริยาเฉพาะอย่าง ไม่ได้เกิดทั่วๆ ไปคือเกี่ยวข้องกับเวลาปฏิกิริยาของการกระทำอย่างหนึ่ง ซึ่งถ้าการกระทำอย่างอื่นเวลาปฏิกิริยาอาจไม่ดีขึ้นอีก วิธีการวัดเวลาปฏิกิริยาจะเริ่มตั้งแต่มีการแสดงสิ่งกระตุ้นไม่ว่าจะเป็น การมองเห็น การได้ยินหรือการสัมผัส แล้วเริ่มต้นการเคลื่อนไหวนั้น (Shaver, 1982)

ดังนั้นในการพัฒนาเวลาปฏิกิริยาจะสามารถทำได้โดยผู้ฝึกสอนและผู้ฝึกต้องทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อเวลาปฏิกิริยา ว่าปัจจัยใดบ้างที่จะเป็นขีดจำกัดของการพัฒนาในเรื่องของเวลาปฏิกิริยา

1. **อายุและเพศ** ความสำคัญของอายุที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาได้รับความสนใจกันมากซึ่งคาร์โปวิช(Karpovich) (1971, อ้างในชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัฒน์,2536) ได้ให้ข้อมูลไว้ว่าในเด็กมีเวลาปฏิกิริยาช้า เวลาที่ใช้สั้นลงเรื่อยๆ เมื่ออายุเพิ่มขึ้น เวลาสั้นที่สุดพบได้ในนักศึกษาระดับวิทยาลัย นอกจากนี้ เฮนรี่ และ ไวท์เลย์ (Henry and Whitley) (1960, อ้างในชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัฒน์,2536) ได้เสริมว่า เวลาปฏิกิริยาสามารถทำให้ลดลงได้จนถึงอายุ 30 ปี หลังจากนั้นจะค่อยๆ ยาวขึ้น เมื่ออายุ 60 ปี เวลาปฏิกิริยายังคงเร็วกว่าเมื่ออายุ 10 ปี คำกล่าวนี้สนับสนุนโดยทริปป์ (Tripp) (1965, อ้างในชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัฒน์,2536) ซึ่งแสดงได้ว่าก่อนถึงอายุ 60 ปี นั้นเวลา ปฏิกิริยาช้าลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเพศ ทิชเนอร์ (Teichner) และ ทริปป์ (Tripp) ได้ลงความเห็นว่าผู้ชายจะใช้เวลาสั้นกว่าผู้หญิง ในการศึกษาวัดเวลาปฏิกิริยาของการเคลื่อนไหวแขนและขา พบว่าผู้ชายใช้เวลาสั้นกว่าผู้หญิงเล็กน้อย ความ

แตกต่างนี้อาจเนื่องจากในการดำเนินชีวิตประจำวัน ผู้ชายต้องปฏิบัติกิจกรรมที่ใช้ความเร็วมากกว่าผู้หญิง จึงได้ผลจากการฝึกอยู่เรื่อยๆ

**2. ความพร้อมที่จะตอบสนอง** มีเหตุผลที่ทำให้เชื่อว่า เวลาปฏิกิริยาได้รับอิทธิพลมาจากความพร้อมที่จะโต้ตอบด้วย การศึกษาการวิ่งระยะสั้น เพียร์สัน (Pearson) (1963, อ้างในชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัฒน์,2536) ได้ลงความเห็นว่า การนึกคิดให้กล้ามเนื้อทำงานก่อนการกระตุ้นจริงๆ จะเป็นการช่วยเร่งการตอบสนอง ในการศึกษาเกี่ยวกับผลของการยืดกล้ามเนื้อ การตึงตัว และการคลายตัวต่อเวลาปฏิกิริยา สมิท (Smith) (1964, อ้างในชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัฒน์,2536) พบว่า ถ้าให้กล้ามเนื้อมีความตึงตัวก่อนการกระตุ้น จะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง4% เมื่อเปรียบเทียบกับการให้กล้ามเนื้ออยู่ในสภาพคลายตัวก่อน

**3. อิทธิพลของสัญญาณเตือน** จากการศึกษาของ ทิชเนอร์ (Teichner) (1954, อ้างในชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัฒน์,2536) พบว่า เวลาปฏิกิริยาสั้นเข้าเมื่อให้สัญญาณเตือนก่อนการกระตุ้นจริง สัญญาณเตือนดังกล่าวทำให้ผู้ถูกวัดเพ่งความสนใจเพื่อรอตัวกระตุ้นมากขึ้นและเตรียมกล้ามเนื้อไว้ให้พร้อมที่จะตอบสนองด้วย

**4.อิทธิพลของความแรงของการกระตุ้น** การเพิ่มความแรงของการกระตุ้นทั้งการเห็น การได้ยิน ความเจ็บปวด จะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง มอร์เฮาส์ และ มิลเลอร์ (Morehouse and Miller) (1965, อ้างในชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัฒน์,2536) เชื่อว่า การเพิ่มความแรงของตัวกระตุ้นก็มีข้อจำกัด เพราะเมื่อความแรงของตัวกระตุ้นเพิ่มมากไปจะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลงแต่อาจจะทำให้ยาวขึ้นก็ได้ ความเชื่อนี้ยังเป็นปัญหาอยู่ คงต้องรอการวิจัยต่อไป

**5. อิทธิพลของจำนวนรีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้น** เมื่อจำนวนรีเซปเตอร์ถูกกระตุ้นเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จะช่วยทำให้ระยะเวลาแฝงสั้นลงและเวลาปฏิกิริยาก็สั้นลงด้วย ได้มีการค้นพบว่า เมื่อกระตุ้นด้วยตัวกระตุ้นต่างๆ หลายชนิดพร้อมกัน เช่น แสง เสียง และการกระแทก จะเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลง มอร์เฮาส์ และมิลเลอร์ เชื่อว่า เวลาปฏิกิริยาจะยาวขึ้นเมื่อตัวกระตุ้นมีความซับซ้อนเกินไป เช่น การกระตุ้นด้วยเสียงเป็นพักๆ หรือเสียงที่เปลี่ยนแปลงความแหลมและความดัง แต่ถ้าตัวกระตุ้นมีลักษณะง่ายจะทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้น นอกจากนี้ยังมีหลักฐานว่า เมื่อกระตุ้น 2 ตัวที่ระยะเวลาใกล้กัน การตอบสนองต่อตัวกระตุ้นที่สองจะมีเวลาช้ากว่า

**6. อาหาร** มีผู้ศึกษาว่า ผู้ที่รับประทานอาหารเช้าก่อนที่จะมาทดสอบจะมีเวลาปฏิกิริยาเร็วกว่าผู้ที่ไม่ได้รับประทานอาหารเช้าก่อนมาทดสอบ ยังขาดข้อมูลที่เกี่ยวกับผลของอาหารต่อเวลาปฏิกิริยา กาแฟ และ สารเบนซิดรีน (Benzedrine) มีผลทำให้ผู้ที่ตื่นตัวอยู่แล้วมีเวลาปฏิกิริยายาวออกไป แอลกอฮอล์มีผลทำให้เวลาปฏิกิริยายาวออกไปในทุกกรณี ส่วนการสูบบุหรี่จะทำให้เวลาปฏิกิริยายาวออกเมื่อตัวกระตุ้นที่ใช้เป็นการมองเห็น

**7. ผลของความเมื่อยล้า (Fatigue) ต่อเวลาปฏิกิริยา** ภาวะเมื่อยล้าจะทำให้เวลาปฏิกิริยายาวออกไป อย่างไรก็ดี เคลเลอร์ (Keller) (1969, อ้างในชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัฒน์ ,2536)พบว่า จะต้องมีการเมื่อยล้า มากพอสมควรจึงจะทำให้เวลาปฏิกิริยายาวออกไป การวิจัยหลายแห่งได้แสดงว่า การอดนอนมีผลน้อยต่อเวลาปฏิกิริยา ตราบเท่าที่ผู้ทดสอบสามารถเพ่งความสนใจอยู่ที่ตัวกระตุ้น

**8. ผลของการฝึกน้ำหนัก** ได้มีการศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายต่อเวลาปฏิกิริยา พบว่าการฝึก ไอโซโทนิค ที่มีความต้านทานอย่างมากจะทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลงถึง 13% แต่ถ้าให้ออกกำลังที่ต่อต้านความต้านทานน้อยๆ จะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลง อย่างไรก็ดียังไม่มีหลักฐานช่วยเสริมหรือคัดค้านงานดังกล่าว จึงควรมีการวิจัยเรื่องนี้ต่อไปอีก

**9. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับเวลาการเคลื่อนไหว** มีคำถามที่ว่าเวลาการเคลื่อนไหว สามารถคาดการได้จากเวลาปฏิกิริยาได้หรือไม่ งานวิจัยไม่ได้สนับสนุนความสัมพันธ์ของ 2 อย่างนี้ เฮนรี่ และสมิธ (Henri and Smith.1961) ได้ลงความเห็นว่า ความสามารถในการตอบสนองอย่างรวดเร็วกับความสามารถในการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วไม่ควรมีการเกี่ยวข้องกัน ซึ่ง Margaret (1972) กล่าวว่าเวลาปฏิกิริยาจะแปรผันไปตามองค์ประกอบที่สำคัญ 2ประการ คือ การเรียนรู้และการคาดคะเน ถ้าได้รับการฝึกหัดมาก่อนจะทำให้เวลาปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงได้ หรือถ้ามีการคาดคะเนไว้ล่วงหน้าก่อนที่สิ่งเร้าจะปรากฏ จะทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นกว่าปกติ นอกจากนี้แล้วเวลาปฏิกิริยาจะแปรผันตามตัวแปรอื่นๆ อีก คือ

1. ความแน่นอนของการปรากฏของสิ่งเร้า
2. การให้ระยะเตือนก่อนสิ่งเร้าปรากฏ
3. ภาวะสับสนทางจิตใจ
4. ความสอดคล้องกันระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง
5. รูปแบบการทดสอบเวลาปฏิกิริยา
6. ระยะของกระแสประสาท
7. เครื่องมือและวิธีการทดสอบ

**เวลาการเคลื่อนไหว**

เวลาการเคลื่อนไหว (Movement time) เป็นช่วงเวลาของการทำงานของกล้ามเนื้อ คือ เริ่มตั้งแต่กล้ามเนื้อได้รับคำสั่งจากกระแสประสาทจนกระทั่งกล้ามเนื้อทำงานสำเร็จ (ศิริรัตน์, 2539) สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536) กล่าวว่า เวลาการเคลื่อนไหวคือช่วงเวลาทั้งหมดในการกระทำตอบสนอง ได้แก่ช่วงเวลาการทำงานของกล้ามเนื้อ หลังจากได้รับคำสั่งจากกระแสประสาทจนกระทั่งกล้ามเนื้อสิ้นสุดการทำงาน Shaver (1982) กล่าวว่า เวลาการ

เคลื่อนไหวจะเริ่มตั้งแต่ผู้ถูกทดสอบมีการเคลื่อนไหวร่างกายครั้งแรก อาจจะเป็นบางส่วนของร่างกาย เช่น ขาหรือแขน การเคลื่อนไหวนั้นจะต้องมีการกำหนดระยะทางและจะต้องมีการสัมผัสเป้าหมาย หรือผ่านทางเดินสัญญาณของแสง หรือ อุปกรณ์ลักษณะอื่นที่ยอมให้มีการเคลื่อนไหวผ่านได้ตลอด สอดคล้องกับ Sage (1984) กล่าวว่า เวลาเคลื่อนไหว คือ เวลาที่เริ่มเคลื่อนไหวจนกระทั่งร่างกายเคลื่อนไหวเสร็จสิ้น การสิ้นสุดการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นเมื่อ แขน ขา หรือมือ ของผู้ถูกทดสอบผ่านสัญญาณหรือตาไฟฟ้า (Photoelectric cell)

**เวลาตอบสนอง**

เวลาตอบสนอง (Response time) คือ เวลาทั้งหมด ได้แก่ เวลาปฏิกิริยาและ เวลาการเคลื่อนไหวรวมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Sage (1984) ซึ่งได้ให้ความหมายว่า เป็นเวลาที่รวมเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว เป็นช่วงเวลารวมทั้งหมดตั้งแต่เริ่มมีการกระตุ้นหรือสิ่งเร้าเริ่มปรากฏขึ้นจนร่างกายมีการเคลื่อนไหวจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

**ความสำคัญของเวลาปฏิกิริยา**

ความเร็วของเวลาปฏิกิริยามีความสำคัญในการกีฬา เช่น ในการวิ่งและว่ายน้ำ ผู้ที่มีเวลาปฏิกิริยาเร็วจะเริ่มออกตัวได้เร็วกว่าเมื่อได้รับสัญญาณปืน ในการแข่งขันกีฬาเป็นทีม เช่น การเล่นบาสเกตบอล ฟุตบอล การที่มีเวลาปฏิกิริยาเร็วย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้ เพราะสามารถส่งบอลและรับบอลได้รวดเร็ว รวมทั้งการนำลูกบอลหนีฝ่ายตรงข้าม หรือแม้กระทั้งกีฬาประเภท แร็กเกต เช่นเทเบิลเทนนิส เทนนิส แบดมินตัน ซึ่งถ้ามีเวลาปฏิกิริยาดีกว่าย่อมสามารถเข้าไปหาลูกได้เร็วและสามารถตีได้อย่างแม่นยำ เป็นต้น ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536) สอดคล้องกับ เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) ได้กล่าวไว้ว่า ระยะเวลาของการสะท้อนกลับ (Reflex time) หมายถึง ระยะเวลาที่ระบบประสาทรับรู้การกระตุ้นจากสิ่งเร้าจนถึงกระแสประสาทสั่งงานไปถึงอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับกลไกการเคลื่อนไหว (Effectors)ดังนั้นการปฏิบัติกิจกรรมใดที่ต้องอาศัยความเร็วเป็นปัจจัยสำคัญ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของเวลาปฏิกิริยา ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องเวลาปฏิกิริยาจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและมีประโยชน์มาก ซึ่งจะทำให้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลและองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่อความเร็วได้โดย ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536) พบว่า การฝึกไอโซโทนิคที่ใช้ความต้านทานอย่างมากจะทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลง 13% แต่ถ้าให้ออกกำลังที่ต่อต้านความต้านทานน้อยๆ จะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาสั้นลง และการที่จะสามารถพัฒนาเวลาปฏิกิริยานั้นยังสามารถเพิ่มได้จากการเพิ่มความแข็งแรงของร่างกายและใช้การฝึกเวลาปฏิกิริยาต่างๆ ด้วยการกระตุ้นด้วยแสง เสียง หรือการเคลื่อนไหว (Colfer, 1977)

**ความสามารถทางปฏิกิริยา**

ความสามารถทางปฏิกิริยาเป็นความสามารถที่มีต่อสิ่งเร้าด้วยเวลาสั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งไม่ใช่การตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้รวดเร็วเพียงอย่างเดียว แต่ต้องสามารถเลือกที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นๆตามสถานการณ์ของกีฬาแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมอีกด้วย เวลาปฏิกิริยาที่รวดเร็วจึงมีความสำคัญมากในเกมและกีฬาที่มีการต่อสู้ ซึ่งเวลาปฏิกิริยาไม่เหมือนกับความสามารถทางปฏิกิริยา แต่เป็นส่วนประกอบหนึ่งของความสามารถทางปฏิกิริยา กล่าวคือ เวลาปฏิกิริยาเป็นเวลาตั้งแต่รับสัญญาณจนกระทั่งเริ่มต้นตอบสนอง

ความสามารถทางปฏิกิริยา แยกได้หลายประเภทตามชนิดของสัญญาณ เช่นการมองเห็น การได้ยิน และการสัมผัส เมื่อมาจัดลำดับแล้วการสัมผัสเร็วที่สุด รองลงมาเป็นการได้ยินและการมองเห็น ซึ่งความสามารถทางปฏิกิริยาแบ่งได้เป็น 2 ประเภท Sage (1984) คือ

**1.ความสามารถทางปฏิกิริยาอย่างง่าย (Simple reaction ability)** เป็นความสามารถที่ตอบสนองอย่างรวดเร็วในท่าทางที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเมื่อได้รับสัญญาณ เป็นเรื่องปกติในการแข่งขันกรีฑา ว่ายน้ำ จักรยาน เกี่ยวกับการออกตัว นักกีฬารู้อยู่แล้วว่าเมื่อได้ยินสัญญาณก็จะต้องออกตัวให้เร็วที่สุด ซึ่งพบว่าเพศหญิงจะมีปฏิกิริยาแบบนี้น้อยกว่าเพศชาย ในการแข่งขันกีฬาระดับโลกพบว่านักกรีฑาวิ่งระยะสั้นเวลาปฏิกิริยาจะอยู่ที่ 0.12 วินาที ที่น่าสนใจคือ ความแตกต่างของความสามารถทางปฏิกิริยาของอวัยวะต่างๆของร่างกายไม่เท่ากัน เช่นเวลาปฏิกิริยาของขาขวาไม่เท่ากับขาซ้าย และปฏิกิริยาของแขนเร็วกว่าขา เป็นต้น

**2.ความสามารถทางปฏิกิริยาที่ซับซ้อน (Complex reaction ability)** เป็นความสามารถที่แสดงปฏิกิริยาอย่างเร็วและถูกต้องต่อสัญญาณที่ไม่ได้คาดคิดไว้ นักกีฬาต้องตัดสินใจเลือกการตอบสนองอย่างถูกต้องและรวดเร็ว ปฏิกิริยาที่ซับซ้อนจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อนักกีฬาประเภทต่อสู้และกีฬาที่ใช้ลูกบอล ดังนั้นการฝึกเพื่อปรับปรุงความสามารถทางปฏิกิริยาที่ซับซ้อน จึงมุ่งหวังที่จะปรับปรุงองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการ ดังต่อไปนี้คือ

2.1 ความสามารถในการคาดเดาหรือการทำนายการเคลื่อนไหวของคู่ต่อสู้หรือลูกบอล ซึ่งกีฬาต่อสู้หรือใช้ลูกบอลนั้น การเคลื่อนไหวเกือบทั้งหมดจะเร็วมาก จนกระทั่งเป็นไปไม่ได้ทั้งหมดที่มนุษย์จะตอบสนองได้ทันถ้าการตอบสนองนั้นเกิดหลังการเคลื่อนไหวของคู่ต่อสู้ แต่ถ้ามีการคาดเดาหรือทำนายได้ก็จะมีการตอบสนองได้ถูกต้อง ซึ่งการปรับปรุงเรื่องการคาดเดานี้มีสิ่งจำเป็น 3 ประการ คือ

2.1.1 ความรู้เรื่องโครงสร้าง องค์ประกอบ ของการเคลื่อนไหว เข้าใจเรื่องช่วงเตรียม ช่วงหลัก และช่วงสุดท้าย

2.1.2 รูปแบบในการแข่งขันของคู่ต่อสู้ นักกีฬาแต่ละคนจะมีรูปแบบของตนเอง ถ้านักกีฬามีความรู้เรื่องรูปแบบของคู่ต่อสู้จะทำให้มีการตัดสินใจ การคาดเดาและทำนายได้ถูกต้องรวดเร็ว ซึ่งจะทำได้จากการติดตามเฝ้าดูการแข่งขันของคู่ต่อสู้ หรือดูจากวีดีโอ หรือภาพถ่าย

2.1.3 ประสบการณ์จากการแข่งขัน จะช่วยได้มากในการตัดสินใจ

2.2 ความสามารถในการเลือกตอบสนองที่ถูกต้องและรวดเร็ว การที่จะปรับปรุงปฏิกิริยาที่ซับซ้อนไม่ใช่จบเพียงแค่ปรับปรุงความสามารถในการคาดเดาเท่านั้น แต่หลังจากที่คาดเดาทำนายได้ถูกต้องอย่างรวดเร็วแล้ว นักกีฬาจะต้องเลือกสรรการตอบสนองที่รวดเร็ว เหมาะสมกับสถานการณ์ ความสามารถนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักกีฬาที่เคยได้รับ เวลาเกือบทั้งหมดที่สูญไปคือการตัดสินใจ ขบวนการที่คิดขึ้นมากับพื้นฐานที่เข้าใจสถานการณ์ได้ถูกต้อง การฝึกเหมือนสถานการณ์จริงจะช่วยได้มาก เช่น ฝึกหลบหมัดตรง ก้มลงชกชายโครงหรือท้อง การฝึกตอบสนองที่ถูกต้องจึงต้องฝึกซ้ำแล้วซ้ำเล่าจนเป็นอัตโนมัติ เมื่อถึงสถานการณ์จริง นักกีฬาก็จะปฏิกิริยาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วเป็นอัตโนมัติทันทีเช่นกัน (Sage, 1984)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**2. ระบบรับความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว**

ระบบรับความรู้สึกที่ทำหน้าที่รับข้อมูลความรู้สึกของสัญญาณประสาททุกชนิด ได้แก่ สัญญาณเสียง แสง แรงกด ตัวกระตุ้นที่ทำให้รู้สึกไม่สบาย ความรู้สึกสัมผัสจากทางผิวหนัง การได้กลิ่น การได้รสอาหาร ตารางที่ 2 แสดงลักษณะและชนิดของตัวกระตุ้นและตัวรับความรู้สึกแบบต่าง จะเห็นว่ารูปแบบของความรู้สึกแต่ละชนิดจะมีเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับความรู้สึกโดยเฉพาะ

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะและชนิดของตัวกระตุ้นและตัวรับความรู้สึกแบบต่างๆ

| **รูปแบบของความรู้สึก (Modality)** | **ชนิดของตัวกระตุ้น (Stimulus)** | **ชนิดของตัวรับความรู้สึก (Receptor type)** | **เซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับความรู้สึก (Specific receptor)** |
|---|---|---|---|
| การมองเห็น | แสง | photoreceptor | rods, cones |
| การได้ยิน | คลื่นเสียงซึ่งส่งผ่านอากาศ | mechanoreceptor | hair cells (cochlear) |
| การทรงตัวและรักษาสมดุลของร่างกาย | การเคลื่อนไหวของศีรษะ | mechanoreceptor | hair cells (semicircular canals) |
| ความรู้สึกจากทางผิวหนัง | การเปลี่ยนแปลงทางกลศาสตร์,อุณหภูมิ, ตัวกระตุ้นที่ทำให้เกิดความระคายเคืองหรือความรู้สึกเจ็บ,ตัวกระตุ้นที่เป็นสารเคมี | mechanoreceptor, thermoreceptor, nociceptor, chemoreceptor | dorsal root ganglion neurons |
| การรับรส | ตัวกระตุ้นที่เป็นสารเคมี | chemoreceptor | taste buds |
| การดมกลิ่น | ตัวกระตุ้นที่เป็นสารเคมี | chemoreceptor | olfactory sensory neurons |

**3. ระบบการมองเห็น**

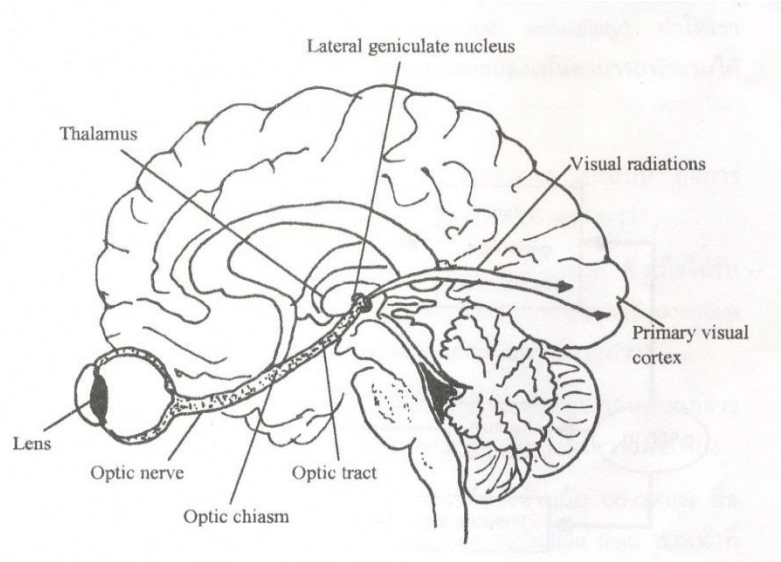
ความสำคัญของระบบการมองเห็นต่อการควบคุมการเคลื่อนไหวมีอยู่หลายด้าน การมองเห็นทำให้เราสามารถระบุตำแหน่ง และประเมินการเคลื่อนไหวของวัตถุภายนอกได้ หน้าที่ของระบบการเคลื่อนไหวดังกล่าวนี้จัดเป็น Exteroceptive sense นอกจากนี้ระบบการมองเห็นยังทำหน้าที่ในการให้ข้อมูลตำแหน่งการเคลื่อนไหวของร่างกายเปรียบเทียบกับสิ่งแวดล้อม และบอกถึงความสัมพันธ์ของตำแหน่งของร่างกายส่วนหนึ่งเปรียบเทียบกับอีกส่วนหนึ่ง หรืออาจจะเป็น Visual proprioception ดังนั้นระบบการมองเห็นจึงมีบทบาทสำคัญในด้านของการควบคุมการทรงท่า (Posture) และการเคลื่อนไหวของร่างกายทางด้านการเคลื่อนย้ายตัว (Locomotion) และการหยิบจับ (Manipulatory function) (Shummway-Cook A. and Woollacott M, 1995)

นอกเหนือจากบทบาทที่เกี่ยวกับการระบุตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของวัตถุและร่างกายแล้ว การมองเห็นยังให้ข้อมูลรายละเอียดในด้านต่างๆ ได้แก่ ความสว่าง (Brightness) สี (Color) ขนาด (Size) และรูปทรง (Form)

การแปรผลของการมองเห็น นอกจากจะอาศัยระบบการมองเห็น (Visual system) แล้ว ยังต้องนำข้อมูลมาประกอบกับการรับรู้และตีความหมาย (Visual perception) ในสมอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับความจำ ประสบการณ์ และความรู้สึกนึกคิดของแต่ละบุคคลด้วย

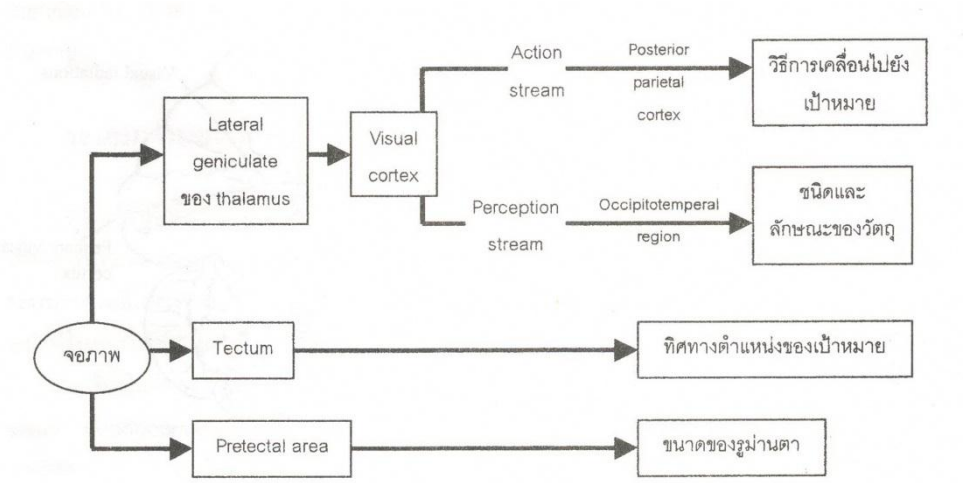
**การส่งสัญญาณภาพจากจอภาพไปสู่สมอง**

ทางเดินประสาทของระบบการมองเห็น เริ่มต้นจากการทำงานของเซลล์ที่อยู่ในจอภาพ ซึ่งจะเปลี่ยนสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณประสาท ส่งไปตามใยประสาทของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 หรือเรียกว่า Optic nerve ไปยัง Optic chiasm และ Optic tract สัญญาณประสาทนี้จะไปเชื่อมต่อกับเซลล์ประสาทใน Lateral geniculate nucleus ของ Thalamus ใยประสาทจาก Lateral geniculate nucleus จะไปยังส่วนของเปลือกสมองใหญ่ที่ควบคุมการมองเห็น (Primary visual cortex) หรือ Brodman’s area 17 โดยผ่านทาง Internal capsule รูปที่ 2




รูปที่ 2 แสดงทางเดินของระบบการมองเห็น ตั้งแต่การกระตุ้นของแสงผ่านทางแก้วตา เลนส์ และจอภาพ จนถึงทางเดินของสัญญาณประสาทที่ส่งไปตาม Optic nerve, Optic tract, Thalamus (Lateral geniculate nucleus), Midbrain (Superior colliculus และ Pretectal region) และ area 17 ของเปลือกสมองใหญ่

สัญญาณประสาทจาก Primary visual cortex นี้จะถูกส่งต่อไปยัง area 18 ก่อนที่จะส่งต่อไปยัง area 19 ซึ่งอยู่ที่ Medial temporal cortex, area 20 หรือ Inferotemporal cortex และ area 7 หรือ Posterior parietal cortex นอกจากนี้สัญญาณประสาทบางส่วนยังถูกส่งย้อนกลับไปยัง Superior colliculus และ Lateral geniculate body เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับ (Feedback control) การทำงานของ Primary visual cortex ทำให้เราสามารถแยกลักษณะรูปร่างและขนาดของวัตถุได้ ส่วนการทำงานของ Higher order visual cortex ซึ่งได้แก่ส่วนของ Cerebral cortex อยู่ใน Temporal และ Parietal cortex มีหน้าที่รวบรวมสัญญาณข้อมูลของการรับรู้ความรู้สึกของร่างกายและข้อมูลการมองเห็น ทำให้เราสามารถวิเคราะห์สีและการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น จาก Higher order visual cortex หรือ Visual association cortex สัญญาณภาพจะถูกส่งไปยังส่วนอื่นๆ ของเปลือกสมองใหญ่ ข้อมูลดังกล่าวนี้จะใช้ในการปรับการเคลื่อนไหวของร่างกาย หรือระบุตำแหน่งของวัตถุ สัญญาณข้อมูลจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Action stream และ Perception stream รูปที่ 3




รูปที่ 3 แสดงการส่งสัญญาณภาพจากจอภาพ (Retina) ไปยังส่วนต่างๆของสมอง (จาก Lundy-Ekman L. Neuroscience: Fundamental for rehabilitation. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1998 โดยได้รับคำอนุญาต)

โดยสัญญาณประสาทของ Action stream จะช่วยควบคุมทิศทางการเคลื่อนไหว และส่วนของ Perception stream จะใช้ในการระบุลักษณะและชนิดของวัตถุ ส่วนของ Superior colliculus และ Pretectal area จะเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของลูกตาโดยไม่ต้องอาศัยระดับของการรู้สึกตัว โดย Pretectal area จะควบคุมรีเฟลกซ์การหดตัวของรูม่านตา

การทำงานของระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ โดยทั่วไปจะมีกระบวนการที่สำคัญคือ Sensory differentiation หรือความสามารถในการแยกความแตกต่างของการรับรู้ และกระบวนการ Contrast sensitivity ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยเพิ่มความแตกต่างของสัญญาณประสาท ช่วยให้การรับรู้ของสมองเป็นไปอย่างแม่นยำขึ้น การที่ระบบการมองเห็นสามารถแยกความแตกต่างของระบบรับรู้ คือการระบุตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของวัตถุ ข้อมูลที่จำเป็นและสำคัญต่อการควบคุมการเคลื่อนไหว และการเพิ่มความแตกต่างของการมองเห็นที่บริเวณขอบของวัตถุ (Contrast sensitivity) ทำให้เรามองเห็นภาพได้ชัดเจนแม่นยำขึ้น คือช่วยให้ระบบการมองเห็นสามารถทำงานได้บรรลุตามวัตถุประสงค์

การระบุตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของวัตถุ อาศัยระบบการทำงาน 2 แบบ คือการกระตุ้น receptive field ของเซลล์บนเรตินาที่เป็นแบบ On-center และ Off-center

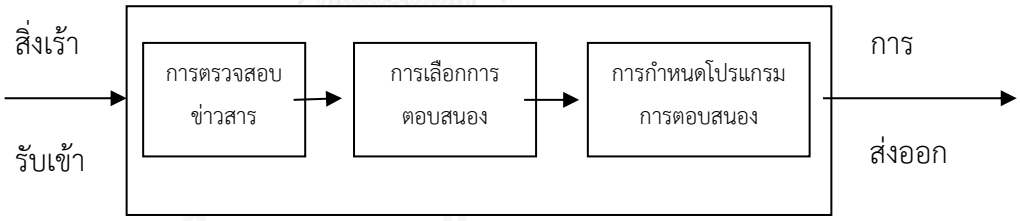
Receptive field หมายถึงบริเวณพื้นที่รอบเซลล์ใดเซลล์หนึ่งบนเรตินา ซึ่งเมื่อได้รับสัญญาณแสงจะเกิดการกระตุ้นหรือยับยั้ง ในบริเวณศูนย์กลางของจอภาพ Receptive field จะมีขนาดเล็ก ส่วนที่บริเวณขอบของจอภาพ Receptive field จะมีขนาดใหญ่กว่า

On-center หมายถึง เซลล์นั้นมี Receptive field ที่มีหน้าที่กระตุ้นอยู่บรเวณส่วนกลาง และ Receptive field ที่ยับยั้งอยู่บริเวณขอบโดยรอบ และจะถูกกระตุ้นเมื่อมีแสงสว่างพอเพียง

Off-center หมายถึง เซลล์นั้นมี Receptive field ที่ทำหน้าที่ตรงข้ามกับ On-center คือ Receptive field บริเวณส่วนกลางเป็นตัวยับยั้ง และบริเวณขอบของ Receptive field ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้น และจะถูกยับยั้งเมื่อมีแสงสว่างพอเพียงตกกระทบที่บริเวณส่วนกลางของ Receptive field

เซลล์ในชั้นจอภาพจะส่งสัญญาณภาพผ่านเซลล์ต่างๆ ซึ่งมี Receptive field เป็นทั้งแบบ on และ off-center กระบวนการดังกล่าวนี้ ทำให้สามารถบอกความแตกต่าง (Contrast) ของแสงที่สะท้อนจากวัตถุแต่ละชนิดได้ นอกเหนือจากการบอกความเข้มของแสงของวัตถุ (Absolute intensity of light) แต่ละชนิดโดยตรง ซึ่งทำให้เราสามารถระบุตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของวัตถุและร่างกายได้

**4. รูปแบบของกระบวนการประมวลข่าวสาร (The information Processing model)**




รูปที่ 4 แสดงรูปแบบของกระบวนการประมวลข่าวสาร (Schmidt and Lee, 2005)

**ขั้นที่ 1 การตรวจสอบข่าวสาร (Stimulus Identification stage)**

ประกอบด้วย การรับรู้สิ่งเร้า (Stimulus Detection) และการจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ดังนี้

การรับรู้สิ่งเร้า (Stimulus Detection) คือการรับรู้ข่าวสารของร่างกาย เช่น การรับรู้แสงจากเลนส์เรตินาของตา หรือ การได้ยินของเสียงผ่านหู ที่ผ่านเข้ามาและสามารถรู้ว่าข่าวสารเกิดขึ้นและเก็บความจำไว้ได้

การจำรูปแบบ (Pattern Recognition) คือ การทำให้ข่าวสารมีความหมายขึ้น สามารถจำรูปแบบได้ ซึ่งการจำรูปแบบนี้สามารถอธิบายได้ 3 แบบ ได้แก่

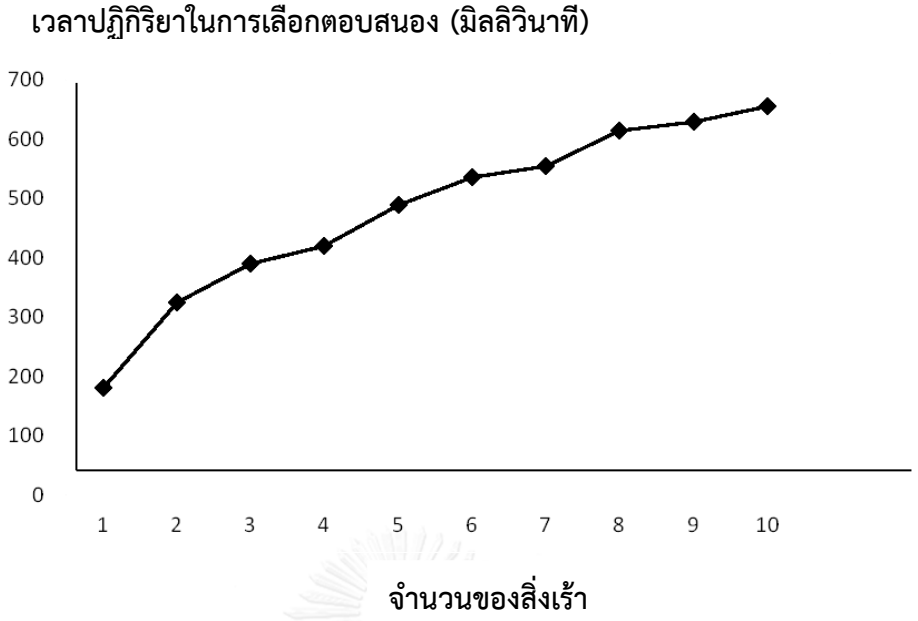
1. การจำจากต้นแบบ (Template)
2. การจำลักษณะโดยรวม (Prototype)
3. การจำลักษณะเฉพาะหรือ ส่วนประกอบของรูปร่างรูปทรง (Figture) เช่น รูปสามเหลี่ยม,รูปทรงกลม , รูปทรงกระบอก เป็นต้น (Schmidt and Lee, 2005)

**ขั้นที่ 2 การเลือกการตอบสนอง (Response Selection Stage)**

ถ้าจำนวนตัวเลือกมาก เวลาปฏิกิริยาในการเลือกตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Choice-RT) ก็จะมากตามไปด้วย ตัวอย่างการศึกษาเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Choice-RT Paradigm)

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า กระบวนการประมวลข่าวสารเกิดจากการเลือกการตอบสนองในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง และเมื่อจำนวนตัวเลือกมากขึ้นเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนอง (Choice-RT) ก็จะเพิ่มมากตามไปด้วย เมอร์เคิล (1885 อ้างถึงใน Schmidt , 1990:81) ได้ศึกษาเรื่อง “ ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับจำนวนตัวเลือก ” โดยศึกษาจากตัวเลขอารบิกและตัวเลขโรมัน เพื่อดูเวลาที่ใช้ไปต่อจำนวนตัวเลือก (Choice-RT) ผลการศึกษาพบว่าเวลาปฏิกิริยาเพิ่มแตกต่างกัน 129 มิลลิวินาทีใน 1-3 ตัวเลือก ความแตกต่างระหว่าง 9-10 มิลลิวินาทีเป็นลักษณะการเพิ่มแบบเส้นโค้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University




แผนภูมิที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับจำนวนตัวเลือกเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนองเป็นส่วนประกอบของจำนวนของสิ่งเร้ากับการตอบสนอง

**กฎของ (Hick's Law) (Hick's 1992 and Hyman, 1953 อ้างถึงใน (Schmidt and Lee, 2005)**

กฎนี้เกิดจากการศึกษาเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาและจำนวนตัวเลือก" ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของเมอร์เคิล (1885 อ้างถึงใน Schmidt, 1990:82) ซึ่งสรุปเป็นกฎได้ดังนี้

เวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนอง (Choice -RT) จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อจำนวนตัวเลือกเพิ่มมากขึ้น และจะเพิ่มขึ้นคงที่ประมาณ 150 มิลลิวินาทีของทุกๆ ตัวเลือกซึ่งเพิ่มเป็น 2 เท่า ความสัมพันธ์ระหว่าง เวลาปฏิกิริยาในการเลือกตอบสนอง (Choice -RT) กับ ลอกาลิทึม (Logarithm) เป็นเส้นตรง (Linear Curve) สรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{เวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนอง} = a + b\,[\,\log_2 (N)\,]$$

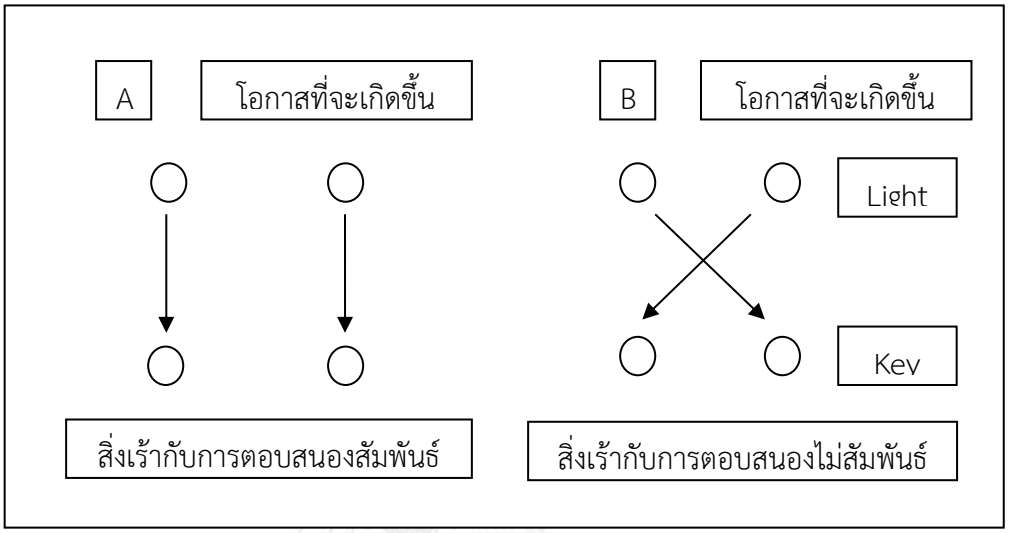
เมื่อ N คือ จำนวนตัวเลือกในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า

a คือ ค่าคงที่ของจุดตัดแกน (Intercept)

b คือ ค่าคงที่ของความฉลาดเอียงของเส้นกราฟ ( Slope)

**คุณสมบัติของกฎฮิค (Hick's Law) ในบางกรณี**

1. ถ้าธรรมชาติความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองมีความหมายเป็นธรรมชาติมากเท่าไร ค่าคงที่ความลาดเอียงของเส้นกราฟ (Slope) ก็จะน้อย แต่ธรรมชาติความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง (S-R) จะไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงถ้ามีปริมาณของข่าวสารสูง




2. ผลของการฝึกหัดไม่เป็นไปตามกฎของฮิค (Hick's Law) ถ้าฝึกหัดมากจะลดเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนอง

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวเลือก (N) และลอการิทึม [log2(N)]

| **จำนวนตัวเลือก (N)** | **ลอกการิทึม [$Log_2(N)$]** |
|---|---|
| **1** | 0 |
| **2** | 1 |
| **4** | 2 |
| **8** | 3 |
| **16** | 4 |
| **32** | 5 |
| **64** | 6 |
| **128** | 7 |
| **256** | 8 |

**ขั้นที่ 3 การกำหนดโปรแกรมการตอบสนอง (Response Programming Stage)**

ประกอบด้วย

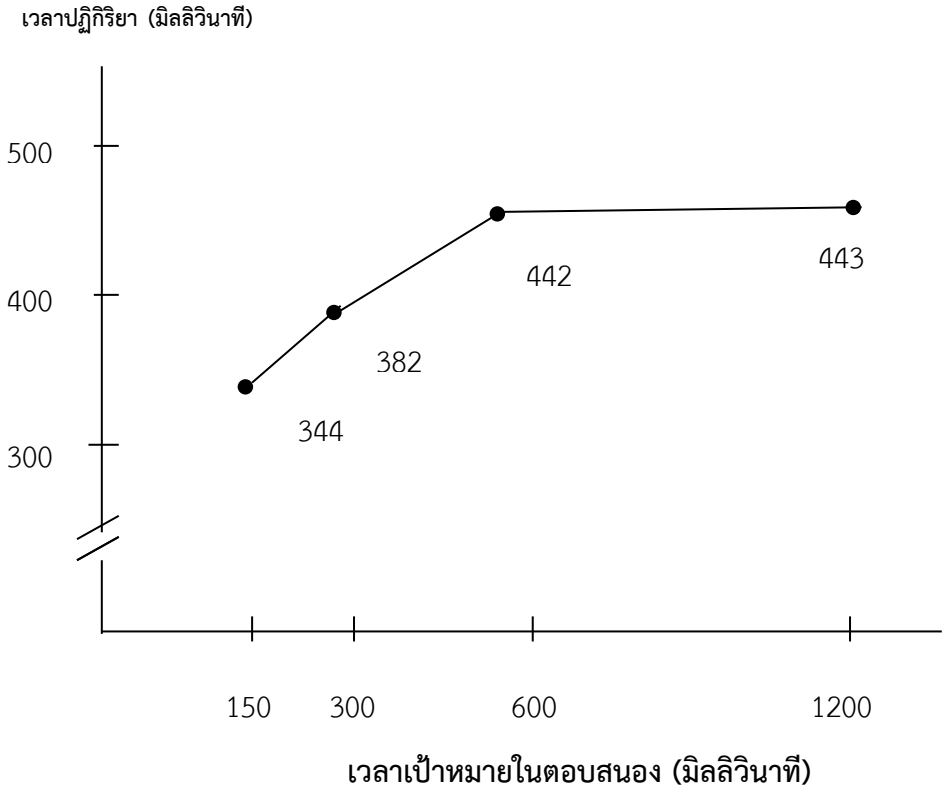
3.1 ผลการเลือกการตอบสนอง-ความซับซ้อนของงาน (Response-Complexity Effects) เฮนรี่ และโรเจอร์ (1960 อ้างถึงใน Schmidt, 1990:90) ได้ศึกษา เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง โดยให้ผู้รับการทดลองทำการเคลื่อนไหว 3 แบบ คือ 1) ยกนิ้วออกจากแป้นเมื่อเห็นสิ่งเร้า 2-3 มิลลิเมตร 2) ยกนิ้วออกจากแป้นแล้วเลื่อนมาข้างหน้า 33 มิลลิเมตร และยกนิ้วเพื่อจับลูกเทนนิส 3) แขวนลูกบอลไว้ 2 ลูกระยะห่างกันประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วยกนิ้วออกจากแป้นตีลูกแรกด้วยหลังมือ (Backhand) กลับมากดปุ่มแล้วกลับมาจับลูกที่ 2 ได้ผลดังนี้

ตารางแสดงค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (มิลลิวินาที) และค่าเวลาการเคลื่อนไหว (มิลลิวินาที) ของการเคลื่อนไหว 2 แบบ

| การเคลื่อนไหว | เวลาปฏิกิริยา (มิลลิวินาที) | เวลาเคลื่อนไหว (มิลลิวินาที) |
|---|---|---|
| **การยกนิ้ว (Finger Lift)** | 159 | - |
| **ยกนิ้วขึ้นจับลูกบอล 1 ลูก** | 195 | 95 |
| **หลังมือตีลูกแรกแล้วจับลูกที่ 2** | 208 | 465 |

ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อวัดความซับซ้อนของงานในการแสดงผลการตอบสนอง ซึ่งสรุปได้ว่าโปรแกรมการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนทำให้เวลาปฏิกิริยา (RT) มากขึ้นเนื่องจากจะต้องจัดลำดับโปรแกรม

3.2 ผลของการตั้งเวลาเป้าหมายในการตอบสนอง (Response Duration Effects) แคลพพ์ และเออร์วิน (1976 อ้างถึงใน (Schmidt and Lee, 2005) ได้ศึกษาถึงการเคลื่อนไหวใน 4 ระยะโดยเคลื่อนไหวโดยการสไลด์ (Slide) ครั้งละ 10 เซนติเมตร ตั้งเวลาเป้าหมายในการตอบสนอง (Response Duration) ไว้ในแต่ละระยะ (4 ระยะ) คือ 150, 300, 600 และ1200 มิลลิวินาที ได้ผลดังนี้




แผนภูมิที่ 2 ผลของการตั้งเวลาเป้าหมายในการตอบสนอง

ผลของการตั้งเวลาเป้าหมายในการตอบสนอง : เวลาปฏิกิริยาเป็นส่วนประกอบของเวลาเป้าหมายในการตอบ สรุปผลได้ว่า ถ้าเวลาปฏิกิริยา (RT) เพิ่มมากขึ้น เวลาในการเคลื่อนไหว (MT) ก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**การวัดปริมาณของข่าวสาร (Measures of Information)**

ในกีฬาที่ต้องการการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว ชัยชนะหรือการพ่ายแพ้จึงขึ้นอยู่กับความเร็วในการตอบสนอง การตัดสินใจในการเลือกการตอบสนองในความจำระยะสั้นจึงมีบทบาทสำคัญ ถ้าข่าวสารมีปริมาณน้อย จะทำให้การเลือกการตอบสนองรวดเร็ว แต่ถ้าข่าวสารมีปริมาณมาก การตัดสินใจเลือกการตอบสนองก็ช้า ดังนั้นความยากในการตอบสนองจึงขึ้นอยู่กับปริมาณข่าวสารที่ส่งมาจากเหตุการณ์หรือคู่ต่อสู้ ตัวอย่างเช่น นักมวยไทยคนหนึ่งสามารถใช้ทักษะการต่อสู้ เตะซ้าย เตะขวา หมัดซ้าย หมัดขวา เข่า และศอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักมวยคนนี้มีข่าวสารจำนวน 6 ข่าวสาร ที่ส่งทอดให้คู่ต่อสู้ เมื่อนักมวยใช้ทักษะการต่อสู้อย่างใดอย่างหนึ่ง คู่ต่อสู้จะต้องมีการตัดสินใจเลือกการตอบสนองช้ากว่าการตอบสนองต่อนักมวยที่สามารถใช้ทักษะการต่อสู้เพียงเตะซ้าย เตะขวา หมัดซ้าย และหมัดขวา ซึ่งมีข่าวสารเพียง 4 ข่าวสารเท่านั้น

ปริมาณข่าวสารที่ส่งทอดจากเหตุการณ์หรือคู่ต่อสู้มีหน่วยเป็น บิท (Bit) ซึ่งเป็นชื่อย่อของตัวเลขฐานสอง (Binary Digit) จำนวนบิทมีค่าเท่ากับจำนวนคำถามที่ใช้เพื่อพยากรณ์อย่างถูกต้องต่อการเกิดเหตุการณ์หนึ่ง ข่าวสารจำนวน 2 บิท จึงมีความยากในการตองสนองมากกว่าข่าวสาร 1 บิท ปริมาณของข่าวสารสามารถคำนวณได้ 2 วิธี คือ การกำหนดคำถามที่ใช้ถามเพื่อพยากรณ์การเกิดของเหตุการณ์หนึ่งอย่างถูกต้อง และการคำนวณโดยใช้สูตรคณิตศาสตร์

1. การกำหนดคำถามเพื่อใช้ในการพยากรณ์อย่างถูกต้องของการเกิดเหตุการณ์หนึ่ง ผู้ขว้าง A

| | |
|---|---|
| ลูกเปลี่ยนระดับ 25% | ลูกสไลด์ 25% |
| ลูกโค้ง 25% | ลูกเร็ว 25% |

รูปแสดงจำนวนข่าวสาร 4 ข่าวสารในโอกาสที่เท่ากัน

จากตัวอย่างการขว้างลูกเบสบอลของผู้ขว้าง A ในรูป ผู้ขว้างสามารถขว้างได้ 4 แบบ คือ ลูกเปลี่ยนระดับ ลูกสไลด์ ลูกโค้ง และลูกเร็ว และโอกาสใช้ขว้างแต่ละแบบ 25% เท่ากัน คำถามแรกคือ ผู้ขว้างจะขว้างลูกในแถวบนใช่หรือไม่ ถ้าคำตอบไม่ใช่ คำถามที่สองคือ ผู้ขว้างจะขว้างลูกโค้งใช่หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ไม่ต้องถามคำถามอีกต่อไปแล้ว เพราะเหลือการขว้างอีกแบบเดียวเท่านั้น ผู้ขว้างจะขว้างลูกเร็วแน่นอนในกรณีนี้ใช้คำถาม 2 คำถาม ข่าวสารเฉลี่ยจึงมี 2 บิท ถ้ามีข่าวสาร 2 ข่าวสาร ปริมาณของข่าวสารมีจำนวน 1 บิท ถ้าผู้ขว้างสามารถขว้างได้เพียง 1 แบบ คือลูกเร็ว อาจกล่าวได้ว่าเหตุการณ์ส่งทอดข่าวสารศูนย์บิท หรือไม่มีข่าวสาร ผู้ตีจะไม่มีความลำบากในการตอบสนอง เพราะลูกที่ขว้างมาคือลูกเร็วเพียงแบบเดียว การคำนวณข่าวสารโดยการกำหนดคำถามนี้ค่อนข้างง่าย อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อจำกัดคือ

1) จำนวนข่าวสารจะต้องเป็นจำนวนที่ลงตัวของกำลังของเลขฐานสอง เช่น $2^0$ $2^1$ $2^2$ $2^3$ $2^4$ และอื่นๆ (หมายถึงจำนวนข่าวสาร 1, 2, 4, 8 และ 16 ข่าวสาร)

2) ความเป็นไปได้ที่ข่าวสารแต่ละข่าวสารมีโอกาสเกิดขึ้น 25% เท่ากัน ถ้านอกเหนือจากนี้แล้วจะไม่สามารถคำนวณปริมาณข่าวสารด้วยการกำหนดคำถามได้

2. การคำนวณปริมาณข่าวสารโดยใช้สูตรคณิตศาสตร์

จากตัวอย่างผู้ขว้างลูกเบสบอล สามารถขว้างลูกได้ 4 แบบ คือ 1) ลูกเปลี่ยนระดับ 2) ลูกสไลด์ 3) ลูกโค้ง 4) ลูกเร็ว ซึ่งใช้โอกาสขว้างแต่ละแบบ 25% สามารถคำนวณปริมาณข่าวสารโดยเฉลี่ยของเหตุการ์ทั้งหมดตามลำดับขั้น โดยใช้ค่าตัวเลขของเทอมลอกการิทึม ($Log_2$) ที่ปรากฏในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลรวมของจำนวนข่าวสารที่แตกต่างกันในแต่ละขั้นตอนของความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ที่เท่ากัน

| **จำนวนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น** | **1** | **2** | **4** | **8** | **16** | **32** | **64** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_i$ (ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ i) | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/32 | 1/64 |
| จำนวนเหตุการณ์ในรูปแบบของตัวเลขฐานสอง | $2^0$ | $2^1$ | $2^2$ | $2^3$ | $2^4$ | $2^5$ | $2^6$ |
| $\overline{H}_i = \log_2 1/P_i$ (ข่าวสารที่มีหน่วยเป็นบิท) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

ขั้นที่ 1 คำนวณปริมาณข่าวสารการขว้างแต่ละแบบ

จากสูตร $\overline{H}_i = \log_2 1/P_i$

$\overline{H}_i$ = ปริมาณข่าวสารของเหตุการณ์ i มีหน่วยเป็นบิท

$P_i$ = ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ i เกิดขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง

ดังนั้น $\overline{H}_1 = \log_2 1/P_1 = \log_2 1/.25 = 2.00$ บิท

$\overline{H}_2 = \log_2 1/P_2 = \log_2 1/.25 = 2.00$ บิท

$\overline{H}_3 = \log_2 1/P_3 = \log_2 1/.25 = 2.00$ บิท

$\overline{H}_4 = \log_2 1/P_4 = \log_2 1/.25 = 2.00$ บิท

ขั้นที่ 2 คำนวณปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของการขว้างแต่ละแบบ ที่มีส่วนร่วมในเหตุการณ์ทั้งหมด

จากสูตร $\overline{H}_a = P_i \log_2 1/P_i$

$\overline{H}_{ai}$ = ปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของเหตุการณ์ i

ดังนั้น $\overline{H}_{a1} = P_1 \log_2 1/P_1 = .25 \times 2.00 = .50$ บิท

$\overline{H}_{a2} = P_2 \log_2 1/P_2 = .25 \times 2.00 = .50$ บิท

$\overline{H}_{a3} = P_3 \log_2 1/P_3 = .25 \times 2.00 = .50$ บิท

$\overline{H}_{a4} = P_4 \log_2 1/P_4 = .25 \times 2.00 = .50$ บิท

ขั้นที่ 3 รวมปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของการขว้างทุกแบบ

จากสูตร $\overline{H} = H_{a1} + H_{a2} + H_{a3} + H_{a4}$

$\overline{H}$ = ปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของเหตุการณ์ทั้งหมด

ดังนั้น $H = .50 + .50 + .50 + .50$

ปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของเหตุการณ์ทั้งหมดเท่ากับ 2.00 บิท

การคำนวณทั้ง 3 ขั้นตอน อาจคำนวณได้จากสูตร สรุปได้ดังนี้

$\overline{H} = \sum_{i=1}^{n} P_i \log_2 1/P_i$

จากการคำนวณปริมาณข่าวสารเฉลี่ย ได้ใช้สูตรคณิตศาสตร์ได้ค่าปริมาณข่าวสารจำนวน 2 บิท เท่ากันกับวิธีคำนวณคำถาม

ในกรณีที่ความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น ผู้ขว้าง B สามารถขว้างลูกได้ 4 แบบ แต่ใช้โอกาสแตกต่างกันในการขว้างลูก โดยขว้างลูก 1) ลูกเปลี่ยนระดับ 5% 2) ลูกสไลด์ 15% 3) ขว้างลูกโค้ง 10% และ 4) ขว้างลูกเร็ว 70% ดังภาพ

ผู้ขว้าง B

| ลูกเปลี่ยนระดับ 5% | ลูกสไลด์ 15% |
|---|---|
| ลูกโค้ง 10% | ลูกเร็ว 70% |

รูปแสดงจำนวนข่าวสาร 4 ข่าวสารในโอกาสที่ไม่เท่ากัน

อยากทราบว่าสถานการณ์นี้ส่งทอดปริมาณข่าวสารเฉลี่ยมากหรือน้อยกว่าสถานการณ์แรก โดยการคำนวณจากสูตร

$\overline{H} = \sum_{i=1}^{n} P_i \log_2 1/P_i$

$\overline{H} = (P_1 \log_2 1/P_1) + (P_2 \log_2 1/P_2) + (P_3 \log_2 1/P_3) + (P_4 \log_2 1/P_4)$

$\overline{H} = (.05 \times \log_2 1/.05) + (.15 \times \log_2 1/.15) + (.10 \times \log_2 1/.10) + (.70 \times \log_2 1/.70)$

แทนค่าเทอมลอกการิทึม ($Log_2$) จากตาราง

$\overline{H} = .2161 + .4105 + .3322 + .3602$

$= 1.3109$ หรือ 1.32 บิท

จะเห็นว่าปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของสถานการณ์ที่ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ไม่เท่ากันมีค่าปริมาณข่าวสาร 1.32 บิท ดังนั้นสถานการณ์ที่มีปริมาณข่าวสารน้อยกว่าจึงง่ายกว่าผู้ตี อาจจะดักตีลูกเร็วได้ เพราะผู้ขว้างจะขว้างลูกเร็ว 70% ของการขว้างลูกทั้งหมด

จากการคำนวณปริมาณข่าวสารนี้ จะสังเกตเห็นว่าจำนวนเหตุการณ์และความเป็นไปได้ของการเกิดเหตุการณ์นั้นเป็นตัวกำหนดปริมาณของข่าวสารซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้

1. เหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นน้อย จะมีปริมาณข่าวสารมาก เช่น การขว้างลูกเปลี่ยนระดับที่มีโอกาสเกิดขึ้น 5% จะมีปริมาณข่าวสาร $H = \log_2 1/.05 = 4.322$ บิท และการขว้างลูกเร็วมีโอกาสเกิดขึ้น 70% จะมีปริมาณข่าวสาร $H_i = \log_2 1/.70 = .515$ บิท จากปริมาณข่าวสารอาจกล่าวได้ว่าถ้าผู้ขว้างๆ ลูกด้วยลูกเปลี่ยนระดับ จะทำให้ผู้ตีตีลูกได้ช้าลง

2. ปริมาณข่าวสารเฉลี่ยจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อจำนวนเหตุการณ์มากขึ้น ทั้งนี้ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นต้องเท่ากัน ตัวอย่างเช่น สถานการณ์หนึ่งมี 2 เหตุการณ์ แต่ละเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน สถานการณ์นี้มีปริมาณข่าวสารเฉลี่ย 1 บิท ส่วนสถานการณ์ที่มี 4 เหตุการณ์ มีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน สถานการณ์นี้มีปริมาณข่าวสารเฉลี่ย 2 บิท สถานการณ์หลังจึงยากกว่าสถานการณ์แรก

3. ในกรณีที่มีจำนวนเหตุการณ์เท่ากัน สถานการณ์ที่เหตุการณ์ทั้งหลายมีโอกาสเกิดขึ้นเท่ากัน จะมีปริมาณข่าวสารเฉลี่ยมากกว่าสถานการณ์ที่เหตุการณ์ทุกเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น การขว้างลูกเบสบอลสองสถานการณ์ที่ได้กล่าวมาแล้ว

**การเพิ่มข่าวสารและการลดข่าวสาร**

การนำหลักการวัดปริมาณข่าวสารมาใช้ในสถานการณ์กีฬา จะก่อให้เกิดประโยชน์มหาศาล เนื่องจากจำนวนบิทของข่าวสารแสดงถึงความยากง่าย หรือความซับซ้อนในการเล่นกีฬา นักกีฬาควรเรียนรู้วิธีการเพิ่มปริมาณข่าวสารที่การเคลื่อนไหวของตนเองส่งทอดไปยังคู่ต่อสู้ และในขณะเดียวกันก็เรียนรู้วิธีการจะลดข่าวสารที่เกิดขึ้นกับตนเอง

การเพิ่มข่าวสารหรือการลดข่าวสาร สามารถทำได้โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงปริมาณข่าวสาร 3 ประการ ดังนี้

1. เปลี่ยนแปลงจำนวนข่าวสารที่เกิดขึ้น สถานการณ์ที่มีเหตุการณ์มากกว่าจะมีปริมาณข่าวสารมากกว่าสถานการณ์ที่มีจำนวนเหตุการณ์น้อยกว่า

2. ทำให้บางเหตุการณ์มีโอกาสเกิดขึ้นน้อยกว่าเหตุการณ์อื่น ในสถานการณ์ 2 สถานการณ์ สถานการณ์ที่มีเหตุการณ์ต่างๆ มีโอกาสเกิดขึ้นไม่เท่ากัน จะมีปริมาณข่าวสารน้อยกว่าสถานการณ์ที่เหตุการณ์ต่างๆ มีโอกาสเกิดขึ้นเท่ากัน

3. ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะสามารถพยากรณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ สิ่งชี้แนะที่เกิดขึ้นก่อนจะบอกถึงเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไป (ศิลปชัย สุวรรณธาดา, 2548)

**การเพิ่มข่าวสาร** จากหลักการเปลี่ยนแปลงปริมาณข่าวสาร สามารถนำมาใช้ในสถานการณ์กีฬาได้ ในขณะที่เป็นฝ่ายรุกหรือฝ่ายกระทำ นักกีฬาควรเพิ่มปริมาณข่าวสารเฉลี่ยของสถานการณ์หนึ่งเพื่อให้คู่ต่อสู้เกิดความยากในการตอบสนอง การเพิ่มข่าวสารให้คู่ต่อสู้อาจทำได้ดังนี้

1. สามารถแสดงทักษะการเล่นได้หลายทักษะ

2. แสดงทักษะเหล่านั้นในโอกาสที่เท่ากัน

3. ไม่แสดงสิ่งชี้แนะก่อนการแสดงทักษะ ตรงกันข้ามแสดงท่าหลอกล่อการแสดงทักษะ

นักกีฬาชนิดต่างๆ กันทั้งนักกีฬาบุคคลและประเภททีมที่ต้องเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว สามารถเพิ่มข่าวสารให้คู่ต่อสู้ได้ในสถานการณ์ต่างๆ ตัวอย่างเช่น ในกีฬาเบสบอล ผู้ขว้างสามารถที่จะ

เพิ่มข่าวสารให้ผู้ตีลูกด้วยการสามารถขว้างลูกได้หลายแบบ เช่น ขว้างลูกเปลี่ยนระดับ ลูกสไลด์ ลูกโค้งและลูกเร็ว พยายามขว้างลูกทั้ง 4 แบบ ในโอกาสเท่าๆ กัน ไม่ขว้างลูกแบบใดแบบหนึ่งมากหรือน้อยกว่ากัน นอกจากนี้การขว้างแต่ละครั้งไม่ควรแสดงท่าทางชี้แนะก่อนการขว้าง ตรงข้าม ถ้าสามารถหลอกผู้ตีได้ยิ่งเป็นการดี ในกีฬาเทนนิสนักกีฬาควรสามารถตีลูกได้หลายสโตรค เช่น ลูกกระดอนหน้ามือ – หลังมือ ลูกตบ ลูกเสริฟชนิดต่างๆ ในสถานการณ์ที่เหมาะสม ใช้สโตรคเหล่านี้เท่าๆ กัน บางครั้งอาจหลอกคู่ต่อสู้ เช่น ตั้งท่าตีวอลเลย์แต่อาจตีลูกหยอดหน้าตาข่าย ในกีฬาวอลเลย์บอลการตบลูกตรง การตบลูกสไลด์ รวมทั้งการหยอดลูกข้ามศีรษะ และใช้ทักษะเหล่านี้เท่าๆ กันในโอกาสที่เหมาะสมในกีฬาบาสเกตบอล ศูนย์หน้าอย่าเลี้ยงลูกก่อนยิงเสมอ อาจหลอกซ้ายแล้วเลี้ยงไปทางขวางเข้ายิงประตู พัฒนารูปแบบอื่นๆ การเล่นเป็นทีมควรฝึกซ้อมการรุกหลายๆ แบบ หาโอกาสใช้แบบต่างๆ เท่ากัน จะทำให้คู่ต่อสู้ป้องกันยาก ในกีฬามวย นักมวยควรสามารถใช้ทักษะการต่อสู้แบบต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน ใช้ทักษะการต่อสู้แบบต่างๆ ในโอกาสเท่ากัน รวมทั้งการหลอกคู่ต่อสู้จะทำให้คู่ต่อสู้ป้องกันได้ช้า ในกีฬาฟุตบอล นักกีฬาควรสามารถแสดงทักษะต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การเลี้ยงลูก การหยุดลูก การโหม่ง การยิงประตู รวมทั้งแผนการรุกแบบต่างๆ และใช้ในโอกาสเท่าๆ กัน นอกจากนี้การยิงลูกโทษ ผู้ยิงต้องสามารถยิงได้หลายๆ จุดทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของผู้รักษาประตู ผู้ยิงไม่แสดงท่าทาบอกล่วงหน้าว่าจะยิงไปทางใด ตรงข้ามอาจหลอกผู้รักษาประตูด้วยการแสดงความตั้งใจจะยิงทางหนึ่งแต่กลับไปยิงอีกทางหนึ่ง ในกีฬาเซปัคตะกร้อ ผู้เสริฟควรสามารถเสริฟได้หลายๆ จุด และผู้เล่นหน้าควรตบได้หลายแบบหาโอกาสแสดงทักษะเหล่านี้เท่าๆ กัน รวมทั้งการวางแผนการเล่นและการหลอกคู่ต่อสู้ด้วย

ที่กล่าวมานี้เป็นแค่เพียงตัวอย่างเล็กน้อยเท่านั้นในการเล่นหรือแข่งขันกีฬา ยังมีสถานการณ์อื่นๆ อีกมาก ความสามารถที่จะแสดงทักษะหรือการตอบสนองได้หลายอย่างและมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน รวมทั้งไม่แสดงท่าทางชี้แนะก่อนและการหลอกคู่ต่อสู้ จะทำให้นักกีฬาเพิ่มข่าวสารให้คู่ต่อสู้ได้สูงสุด

**การลดข่าวสาร** ในขณะเป็นฝ่ายรับนักกีฬา ควรลดข่าวสารที่ส่งทอดมาจากคู่ต่อสู้จะทำให้การเล่นง่ายขึ้น สามารถแสดงการตอบสนองได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ปริมาณข่าวสารที่อาจเกิดขึ้น 2 บิท ถ้านักกีฬาสามารถลดข่าวสารเหลือ 1.50 บิท ลองคิดดูว่านักกีฬาผู้นี้สามารถตอบโต้คู่ต่อสู้ได้ดีเพียงใด วิธีการลดข่าวสารที่ส่งทอดจากคู่ต่อสู้สามารถทำได้ดังนี้

1. ลดจำนวนข่าวสารที่อาจเกิดขึ้นจากคู่ต่อสู้ เช่น ข่าวสารที่คู่ต่อสู้ส่งทอดมา 2 บิท เหลือ 1.50 บิท

2. ทำให้ข่าวสารมีโอกาสเกิดขึ้นแตกต่างกัน เช่น คู่ต่อสู้อาจส่งทอด 4 ข่าวสาร แต่ทำให้ข่าวสารทั้ง 4 นั้นมีโอกาสเกิดขึ้นแตกต่างกัน

3. ศึกษาท่าทางชี้แนะที่เกิดขึ้นก่อนเหตุการณ์หนึ่ง จะสามารถพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์นั้นได้ เช่น คู่ต่อสู้หันข้างไปข้างหนึ่ง เราก็พยากรณ์ได้ว่าคู่ต่อสู้จะตีลูกไปทางนั้น

4. การฝึกหัดตอบสนองต่อข่าวสารของคู่ต่อสู้ จะช่วยลดปริมาณข่าวสารได้ เช่น การศึกษาการเล่นของคู่ต่อสู้ แล้วนำมาใช้ในการฝึกซ้อม (Fitts and Posner, 1967)

จากหลักการลดปริมาณข่าวสารดังกล่าวนี้ นักกีฬาสามารถนำมาใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ในการเล่นกีฬา ตัวอย่างเช่น ในกีฬาเบสบอล นักกีฬาที่ดีควรศึกษาและทำความคุ้นเคยกับการขว้างของผู้ขว้าง โดยมีผู้ฝึกสอนหรือผู้สังเกตการณ์ของทีมเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ผู้ขว้างสามารถขว้างลูกได้กี่แบบ อะไรบ้าง มีการขว้างแบบต่างๆ ในโอกาสเท่ากันหรือไม่ แบบที่ชอบขว้างมากที่สุด น้อยที่สุด ในสถานการณ์ที่สำคัญจะขว้างลูกแบบไหน มีท่าทางการขว้างอย่างไร มีท่าทางชี้แนะอย่างไรก่อนการขว้าง ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยลดข่าวสารที่ผู้ขว้างส่งทอดได้มาก

ในกีฬาบาสเกตบอล สามารถลดข่าวสารด้วยตำแหน่งการป้องกัน นักกีฬาสามารถป้องกันนักบาสเกตบอลฝ่ายรุกที่ชอบหลอกทางขวาแล้วเลี้ยงลูกไปทางซ้าย การป้องกันผู้เล่นคนนี้ทางซ้ายแต่เปิดทางขวาไว้ การป้องกันการเลี้ยงลูกได้เพราะผู้เล่นคนนี้ไม่ชอบเลี้ยงลูกไปทางขวา เป็นการลดข่าวสารวิธีหนึ่ง ในกีฬาเทนนิส ขณะที่คู่ต่อสู้วิ่งเข้ามารับลูกหยอดหน้าตาข่ายทางด้านขวา ลูกต่ำกว่าตาข่าย นักกีฬาสามารถลดข่าวสารได้ไม่ต้องระวังลูกจะตีข้ามมาขนานเส้นข้าง แต่คอยระวังลูกที่จะข้ามไขว้มาทางขวาของเรา ในการชิงแชมป์โลก นักมวยอาจศึกษาการชกของคู่ต่อสู้โดยการดูเทปวีดีโอ จะทำให้เกิดความคุ้นเคยกับการชกของคู่ต่อสู้ รวมทั้งการฝึกซ้อมกับคู่ซ้อมที่มีลักษณะการชกเหมือนคู่ชกจริงจะช่วยลดข่าวสารในการชกได้

ในการเล่นวอลเลย์บอล การป้องกันผู้เล่นแถวหลังขวา ซึ่งเล่นอยู่หลังการบล็อกห่างจากตาข่าย 20 ฟุต ยืนด้วยเท้าขวาด้านนอกอยู่บนเส้นข้าง ผู้เล่นคนนี้รับผิดชอบการป้องกัน 1) ลูกหยอดเหนือบล็อก 2) ลูกตบแรงทางด้านซ้าย 3) ลูกตบแรงทางด้านขวา 4) ลูกตบแรงตรงตัว ถ้าเหตุการณ์แต่ละอย่างมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน สถานการณ์จะมีข่าวสารเฉลี่ย 2 บิท วิธีแรกในการลดข่าวสาร คือ ทำความคุ้นเคยกับความสามารถในการตบ ผู้ตบโอกาสที่จะตบลูกในลักษณะต่างๆ หรือการหยอดลูกในสถานการณ์หนึ่ง วิธีที่สองในการลดข่าวสาร คือ การยืนคร่อมเส้นข้างแทนที่จะเหยียบเส้น วิธีนี้ลูกตบออกอาจจะลอยถูกเท้าขวา แต่ผู้เล่นได้ลดข่าวสารเหลือเพียง 3 ข่าวสาร (1.50 บิท) โดยไม่ต้องระวังลูกตบทางขวา วิธีที่สามคือ การสอนให้ผู้เล่นอ่านบล็อก ถ้าลูกไม่ถูกการบล็อก ผู้เล่นควรคิดว่าเป็นลูกหยอด เนื่องจากลูกตบลงเส้นจะถูกบล็อก แต่ถ้าลูกตบสูงกว่าบล็อก ผู้เล่นกลางหน้าควรจะสามารถรับลูกนี้ได้

การนำเอาวิธีการเพิ่มข่าวสารและลดข่าวสารมาใช้ในสถานการณ์กีฬา จะช่วยให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาลแก่ทั้งผู้ฝึกสอนและนักกีฬา ประการแรกโดยให้นักกีฬาและผู้ฝึกสอนรู้จักวิเคราะห์ปริมาณข่าวสารทั้งในขณะรุกและขณะรับ ประการที่สอง ช่วยให้นักกีฬาและผู้ฝึกสอนในการ

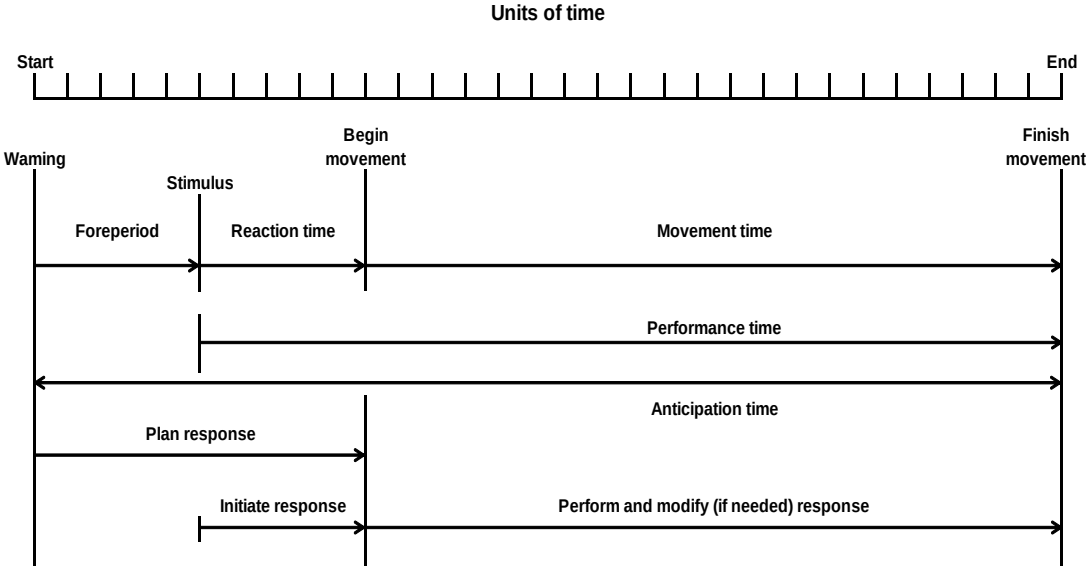
ตัดสินใจเลือกสถานการณ์การตอบสนองที่ดีที่สุด โดยการเปรียบเทียบปริมาณข่าวสารที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่างๆ ด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ประการที่สามช่วยให้นักกีฬาแสดงการตอบสนองที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพทั้งในขณะเป็นฝ่ายรุกและฝ่ายรับ ประการสุดท้ายและสำคัญที่สุด คือ ช่วยให้ทั้งผู้ฝึกสอนและนักกีฬารู้จักพัฒนาการวางแผนการเล่นอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็นผลทำให้ความสามารถของนักกีฬาพัฒนาสูงขึ้น

**5. การคาดการณ์ล่วงหน้าในความสามารถทางการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการรับรู้ (Anticipation in Perceptual Motor Performance)**

ความสามารถที่จะคาดการณ์ล่วงหน้าจากการรับรู้อากัปกิริยาของคู่ต่อสู้ เป็นลักษณะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งและเป็นความสามารถของทักษะระดับสูงของนักกีฬา การคาดการณ์ล่วงหน้าชี้ให้เห็นถึงการลดจำนวนข้อมูล ลดการกระบวนการข่าวสารที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการลดลำดับความยุ่งยากซับซ้อนจากเหตุการณ์ที่กำลังปรากฏขึ้นจากการปฏิบัติทักษะ การคาดการณ์ล่วงหน้ามีความจำเป็นต่อความสามารถของทักษะการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวกับการรับรู้ เพราะว่า ถ้านักกีฬาไม่มีทักษะหรือความสามารถในการคาดการณ์ล่วงหน้า จะเกิดการล่าช้าหรือการเลื่อนออกของเวลาที่ใช้ในการตอบสนอง (Delay) เวลาที่ล่าช้าเกิดขึ้นระหว่างเหตุการณ์บางเหตุการณ์กับความสามารถเฉพาะบุคคลสำหรับเริ่มเคลื่อนไหวในการตอบสนองต่อเหตุการณ์นั้นๆ การเอาชนะเวลาที่ล่าช้านักกีฬาสามารถทำได้โดยใช้การคาดการณ์ล่วงหน้า และกระบวนการนี้ถูกอธิบายโดยโมเดลของนอร์แมน Norman (1969) โดยมีส่วนหนึ่งอธิบายไว้ว่า การคาดการณ์ล่วงหน้าในทักษะการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการรับรู้ มี 2 องค์ประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการคาดการณ์คือ ประสบการณ์ในอดีต และสิ่งชี้แนะ โมเดลนี้ชี้ให้เห็นเป็นนัยว่า การเรียนรู้ของนักกีฬาสามารถสร้างและสั่งสมเป็นประสบการณ์ ซึ่งนักกีฬาสามารถตีความและแปลความหมายจากสิ่งที่เห็นในสถานการณ์หนึ่งๆและนำไปใช้กับสถานการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกัน และที่สำคัญ ประสบการณ์จะเป็นตัวตัดสินว่าอะไรจะเกิดขึ้นในสถานการณ์ที่ให้มาหรือสามารถลำดับเหตุการณ์ว่าถ้าเกิดเหตุการณ์แบบนี้แล้ว จะเกิดเหตุการณ์อะไรขึ้นในลำดับต่อไป นอกจากนี้ สิ่งชี้แนะหรือการปฏิบัติซ้ำๆของคู่ต่อสู้ก็เป็นอีกปัจจัยในการลดข่าวสาร นักกีฬาสามารถทำนายหรือคาดการณ์ได้ว่าอะไรจะเกิดขึ้นในเหตุการณ์ในอนาคต อีกทั้งการปฏิบัติซ้ำๆของคู่ต่อสู้จะเป็นข้อมูลย้อนกลับให้นักกีฬาสามารถนำไปปรับปรุง แก้ไขข้อผิดพลาด ในตำแหน่งที่คู่ต่อสู้ปฏิบัติทักษะนั้นซ้ำๆบ่อยๆ จากปัจจัยที่กล่าวมาจึงทำให้นักกีฬาสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าและสามารถเริ่มเคลื่อนไหวก่อนเหตุการณ์จริงจะเกิดขึ้น อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ในการลดเวลาในการตอบสนองลงได้

**เวลาในการคาดการณ์ล่วงหน้า (Anticipation Timing)**

ในบางกิจกรรม บางสถานการณ์ มีความจำเป็นอย่างยิ่งเกี่ยวกับการแปลผลหรือการตีความลักษณะการเคลื่อนไหวของเป้าหมายหรือวัตถุ นักกีฬาต้องมีรูปแบบการตอบสนองโดยใช้การทำนายหรือคาดการณ์ล่วงหน้าโดยดูจากการเคลื่อนไหวของวัตถุ ท่าทาง และการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขต่างๆ ระยะเวลาที่มีการเตรียมพร้อม มีการทำนายผลที่จะเกิดขึ้น และคาดการณ์ล่วงหน้า ไปจนถึงการตอบสนองของนักกีฬา เราเรียกระยะเวลาที่ใช้ไปในช่วงนี้ว่า เวลาในการคาดการณ์ล่วงหน้า (Anticipation timing หรือ Coincidence timing) รูปที่ 5 แสดงระยะเวลาในการคาดการณ์ล่วงหน้า ในมิติที่มีความสัมพันธ์กับ เวลาปฏิกิริยา (Reaction time, RT) เวลาเคลื่อนไหว (Movement time, MT) และเวลาตอบสนอง (Response time, RES หรือ Performance time, PT)




รูปที่ 5 แสดงแผนภาพของ เวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว เวลาตอบสนอง

การคาดการณ์ล่วงหน้า นักกีฬาที่มีทักษะสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ถูกต้อง ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้เร็วและมีประสิทธิภาพ Poulton (1952) ได้แบ่งประเภทของการคาดการณ์ล่วงหน้าออกเป็น 2 ลักษณะคือ การคาดการณ์ล่วงหน้าจากข้อมูลปัจจุบัน (Receptor anticipation) และการคาดการณ์ล่วงหน้าจากการรับรู้ (Perceptual anticipation) ซึ่งความแตกต่างทั้งสองลักษณะนี้ถูกสรุปโดย Adams (1966) ดังนี้

**การคาดการณ์ล่วงหน้าจากการรับรู้ (Perceptual anticipation)** การคาดการณ์ล่วงหน้าจากการรับรู้ขึ้นกับการเรียนรู้จากการฝึกร่วมกัน อาศัยประสบการณ์การเรียนรู้ในการจดจำข้อมูลรูปแบบการเคลื่อนไหวของฝ่ายตรงข้ามที่กระทำซ้ำๆ ซึ่งทำให้สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ หรือการ

ที่นักกีฬามีการศึกษาข้อมูลของคู่ต่อสู้ล่วงหน้าเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนไหวและเงื่อนไขต่างๆรวมถึงศึกษาข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ในการตอบสนองของคู่ต่อสู้ การศึกษาข้อมูลล่วงหน้าและการศึกษาข้อมูลย้อนกลับเป็นการลดปริมาณข่าวสาร ซึ่งเป็นผลให้เวลาในการตอบสนองลดลงและมีผลมาจากการคาดการณ์ล่วงหน้า ในทางกลับกันการไม่รู้และไม่ศึกษาข้อมูลล่วงหน้าเกี่ยวกับสิ่งเร้าและเงื่อนไขต่างๆมาก่อน มีผลทำให้การคาดการณ์เป็นไปด้วยความยากลำบาก เวลาตอบสนองช้าลง ซึ่งพอลตันได้กล่าวว่า ในบางสถานการณ์ซึ่งไม่สะดวกและไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ การตอบสนองที่เร็วขึ้น เป็นผลมาจากความสามารถและประสิทธิภาพจากการเพิ่มขึ้นของการตอบสนอง (RT, MT) มากกว่าการคาดการณ์ล่วงหน้า

ศิลปชัย สุวรรณธาดา (2548) ได้ให้ความหมายของการคาดการณ์ล่วงหน้าจากการรับรู้ว่าการคาดการณีล่วงหน้าจากข้อมูลที่ได้ศึกษาสังเกตมาก่อน เช่น แมวมองในกีฬาจะศึกษาและเก็บข้อมูลการเล่นของฝ่ายตรงข้ามแล้วนำมาใช้ในการวางแผนการเล่นล่วงหน้า ตัวอย่างนักกีฬาเทนนิสคนหนึ่งได้มีโอกาสเล่นกับคู่ต่อสู้คนเดิมหลายครั้ง จากการศึกษาและสังเกตพบว่าเขาชอบตีลูกขนานเส้น เมื่อเล่นลูกแบคแฮนด์ท้ายคอร์ดทุกครั้งที่นักเทนนิสคนนี้ตีลูกลึกท้ายคอร์ดเข้าแบคแฮนด์ของคู่ต่อสู้ เขาจะวิ่งขึ้นหน้าตาข่าย และพร้อมจะตีลูกขนานเส้นนั้นเพื่อทำคะแนน

**การคาดการณ์ล่วงหน้าจากข้อมูลปัจจุบัน (Receptor anticipation)** การคาดการณ์ล่วงหน้าจากข้อมูลปัจจุบันเกี่ยวข้องกับการมองเห็นของเหตุการณ์ที่กำลังจะมาถึง เหตุการณ์ที่กำลังจะปรากฏขึ้น เพื่อว่านักกีฬาสามารถเตรียมพร้อมในการเคลื่อนไหวสำหรับเหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นต่อไปในทันทีทันใด ลักษณะการคาดการณ์ล่วงหน้าจากข้อมูลปัจจุบัน สิ่งเร้า เหตุการณ์ หรือสัญญาณบางอย่างที่นักกีฬาได้เห็น หรือสามารถตรวจจับ เป็นสิ่งชี้แนะในสถานการณ์ปัจจุบันจะเป็นตัวควบคุมหรือกำหนดการตอบสนองเหตุการณ์ที่จะเกิดในอนาคต จากสิ่งเร้าที่เห็นทำให้นักกีฬาสามารถคาดการณ์และวางแผนในการตอบสนองได้ ตัวอย่างเช่น ผู้ขับรถยนต์ มองเห็นลักษณะของถนนข้างหน้า และวางแผนสำหรับการเปลี่ยนเส้นทางการขับรถ Poulton (1957) อธิบายว่า การคาดการณ์ล่วงหน้าจากข้อมูลปัจจุบัน คือความสามารถในการทำนายหรือคาดการณ์จากช่วงเวลาของเหตุการณ์ภายนอกบางอย่าง ตัวอย่างเช่น กีฬาเบสบอล ผู้ตีบอล ไม่เพียงแต่ต้องรู้ว่าผู้ขว้างบอลจะขว้างมาในทิศทางใด แต่ยังต้องรู้ว่า บอลจะมาถึงเมื่อไร โดยสามารถคาดการณ์จากการตรวจจับลักษณะบางอย่างจากคู่ต่อสู้ ไม่ว่าจะเป็น ลักษณะการเคลื่อนไหว สิ่งชี้แนะ เงื่อนไขต่างๆ สัญญาณบางอย่าง อย่างไรก็ตาม ผู้ตีบอลยังต้องประมาณเวลาที่เขาจะตอบสนอง ในการเหวี่ยงไม้ หรือการรีเทิร์นลูกกลับในกีฬาเทนนิส ด้วยเวลาที่เหมาะสม

ศิลปชัย สุวรรณธาดา (2548) ได้แสดงตัวอย่างการคาดการณ์ล่วงหน้าจากข้อมูลปัจจุบัน โดยยกตัวอย่างในสถานการณ์เทนนิส ว่า นักเทนนิสคนหนึ่งถูกคู่ต่อสู้บังคับให้วิ่งไปตีลูกที่ห่างไกล มีทางเดียวที่จะลูกกลับมาได้คือ การตีลูกลอบสูง (Lob) หลังจากลอบไปแล้วเขาก็ตั้งหลักเพื่อรับลูกตบของคู่

ต่อสู้ เขาคาดการณ์ล่วงหน้า ทิศทางการตบของคู่ต่อสู้ โดยการมองดูหน้าไม้ของคู่ต่อสู้ก่อนจะกระทบลูก จากข้อมูลนี้ก็เพียงพอที่จะทำให้เขาตัดสินใจวิ่งไปทางหน้าไม้ของคู่ต่อสู้ที่ชี้แนะก่อนจะกระทบลูก นักเทนนิสที่มีความสามารถดังกล่าวจะทำให้เขามีการเคลื่อนไหวที่เร็วขึ้นและมีการตอบสนองที่มีประสิทธิภาพจึงควรเรียกได้ว่าเป็นนักเทนนิสที่มีทักษะ

ในการทดวัดความเร็วของการเคลื่อนไหว หรือการวัดเวลาปฏิกิริยา นักทดลองหรือผู้วิจัย จะสร้างสถานการณ์จำลองต่างๆที่เป็นอุดมคติสูง (Unrealistic situations) มาใช้ในการทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจาก เพื่อเป็นการป้องกันการคาดการณ์ล่วงหน้าหรือการลองผิดลองถูกของผู้ทดสอบ (Catch trial) ซึ่งวิธีการทดสอบ สามารถทำได้โดย การเพิ่มจำนวนสิ่งเร้าให้มีมากกว่า 1 ตัวเลือก (Choice reaction time) ซึ่งจะการเพิ่มความยากของงาน เพราะจะเป็นการป้องกันผู้ทดสอบไม่ให้รู้ว่า สิ่งเร้าจะปรากฏที่ตัวเลือกใด รวมถึง ระยะเตือนต้องมาไม่สม่ำเสมอ คือ มีการสุ่มระยะเตือน เพื่อเป็นการป้องกันการคาดการณ์ล่วงหน้าของผู้ถูกทดสอบว่า สิ่งเร้าจะมาถึงเมื่อใด ดังนั้นในการทดสอบเวลาปฏิกิริยา จึงจำเป็นต้องสร้างเงื่อนไขหลายๆแบบเพื่อป้องกันการคาดการณ์ล่วงหน้าและการเคลื่อนไหวก่อนที่สิ่งเร้าจะปรากฏ

**6. คุณลักษณะเฉพาะหรือทั่วไปของความสามารถทางการเคลื่อนไหว (Specificity or Generality of Motor Abilities)**

ความสามารถทางการเคลื่อนไหว (Motor Ability) หมายถึงลักษณธประจำตัว (Trait) หรือความสามารถ (Capacity) ทั่วไปของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความสามารถของทักษะการเคลื่อนไหวต่างๆ ตัวอย่างเช่น ความเร็วในการเคลื่อนไหว (Speed of Movement) ซึ่งเป็นความสามารถทางการเคลื่อนไหวชนิดหนึ่ง เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการแสดงความสามารถของทักษะหลายอย่างเช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล เบสบอล เทนนิส กรีฑา และอื่นๆ ดังนั้นระดับความสำเร็จในการเล่นกีฬาหรือการเคลื่อนไหวจึงขึ้นกับลักษณะของความสามารถทางการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับกีฬาหรือการเคลื่อนไหวของบุคคลนั้น

Fleisman, 1972 นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ได้ศึกษาความสามารถทางการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เขาได้จำแนกความสามารถทางการเคลื่อนไหวออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ 1) ความสามารถทางการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการรับรู้ (Perceptual-Motor Abilities) และ 2) ความสามารถทางการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย (Physical Proficientcy Abilities) หรืออาจเรียกว่าความสามารถทางสมรรถภาพทางกาย

**ความสามารถทางการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการรับรู้** ประกอบด้วย ความสามารถทางการเคลื่อนไหว 11 ชนิด

1. การประสานการทำงานของแขน-ขา (Multi-limb Coordination) คือความสามารถที่จะเคลื่อนไหว แขน-ขา ได้ในเวลาเดียวกัน

2. การควบคุมความแม่นยำ (Control Precision) คือความสามารถที่จะปรับการทำงานของกล้ามเนื้อได้อย่างแม่นยำ เช่น การติดตามจุดใน pursuit Rotor

3. การเลือกตอบสนอง (Response Orientation) คือความสามารถที่จะเลือกการตอบสนองได้เร็ว เช่น เวลาปฏิกิริยาหลายตัวเลือก

4. เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) คือความสามารถที่จะตอบสนองได้อย่างรวดเร็วต่อสิ่งเร้าที่ปรากฏขึ้น

5. ความเร็วของการเคลื่อนไหวแขน (Speed of Arm Movement) คือความสามารถที่จะเคลื่อนไหวแขนได้เร็ว

6. การควบคุมอัตราการเคลื่อนไหว (Rate Control) คือความสามารถที่จะเปลี่ยนความเร็วหรือทิศทางของการตอบสนองที่แม่นยำ เช่นการติดตามเป้าที่เคลื่อนที่

7. ความชำนาญในการทำงานของมือ (Manual Dexterity) คือความสามารถที่จะเคลื่อนไหวแขนและมือด้วยความเร็วและชำนาญในการจับวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว

8. ความชำนาญในการทำงานของนิ้วมือ (Finger Dexterity) คือความสามารถที่จะหยิบวัตถุเล็กๆด้วยนิ้วมือด้วยความชำนาญ

9. ความคงที่ของแขน-มือ (Arm-Hand Steadiness)คือความสามารถที่จะเคลื่อนไหวตำแหน่งแขน-มือ ได้อย่างแม่นยำ

10. ความเร็วของข้อมือ นิ้วมือ (Wrist, Finger Speed) คือ ความสามารถที่จะเคลื่อนไหวข้อมือและนิ้วมือได้อย่างรวดเร็ว เช่น การเคาะกระดาน

11. การเล็ง (Aiming) คือความสามารถที่เล็งเป้าวัตถุที่เล็กได้อย่างแม่นยำ

**ความสามารถทางการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย** ประกอบด้วย ความสามารถทางการเคลื่อนไหว 9 ชนิด

1. ความแข็งแรงชนิดอยู่กับที่ (Static Strength) คือ แรงสูงสุดที่กระทำต่อวัตถุภายนอก

2. ความแข็งแรงชนิดเคลื่อนที่ (Dynamic Strength)คือ ความทนทานของกล้ามเนื้อในการออกแรงซ้ำๆ เช่น การดึงข้อติดต่อกัน

3. ความแข็งแรงชนิดพลัง (Explosive Strength) คือ ความสามารถใช้พลังของกล้ามเนื้อ เช่น การกระโดดสูง

4. ความแข็งแรงของลำตัว (Trunk Strength) คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว

5. ความอ่อนตัวของช่วงการเคลื่อนไหว (Extent Flexibility) คือ ความสามารถที่งอหรือยืดกล้ามเนื้อลำตัวและหลัง

6. ความอ่อนตัวชนิดเคลื่อนที่ (Dynamic Flexibility) คือ ความสามารถที่จะงอลำตัวได้เร็วและซ้ำๆเช่น การก้มแตะนิ้วเท้าหลายครั้ง

7. การประสานการทำงานของร่างกาย (Gross Body Coordination) คือ ความสามารถที่จะประสานการทำงานของส่วนต่างๆ ของร่างกายในขณะที่ร่างกายเคลื่อนที่

8. การทรงตัวของร่างกาย (Gross body Equilibrium) คือ ความสามารถที่รักษาการทรงตัวโดยไม่ใช้การมองเห็น

9. ความอดทน (Stamina) คือ ความสามารถที่ระบบไหลเวียนโลหิต ทำงานได้เป็นเวลานาน เช่น การวิ่งระยะไกล

**7. ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ**

Sharkey and Gaskill (2006) ได้กล่าวว่าผู้เล่นที่สามารถเร่งความเร็วได้ดีกว่าก็จะมีความเร็วไปถึงความเร็วสูงสุดก่อนคู่แข่ง ซึ่งสิ่งที่ทำให้สามารถเร่งความเร็วได้ดีกว่าก็คือการที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่านั้นเอง ซึ่งพลังกล้ามเนื้อหมายถึง อัตราการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยพลังกล้ามเนื้อแสดงออกมาให้เห็นในรูปของงานที่ทำ ดังความสัมพันธ์ของงาน (Work) กับความแข็งแรง (Strength) และอัตราเร็ว (Velocity) ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จาก $$\text{Work} = \text{Force} \times \text{Distance}$$

$$\text{Power} = \frac{\text{Work}}{\text{Time}}$$

$$\text{Velocity} = \frac{\text{Distance}}{\text{Time}}$$

ดังนั้น

$$\text{Power} = \frac{\text{Force} \times \text{Distance}}{\text{Time}}$$

หรือ

$$\text{Power} = \text{Strength} \times \text{Velocity}$$

ดังนั้นจากสมการจึงทำให้เข้าใจว่าการที่นักกีฬามีความแข็งแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อก็จะทำให้นักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อมากขึ้น นักกีฬาจึงต้องมีความแข็งแรงที่มากพอเพื่อที่จะสร้างพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การฝึกความแข็งแรงควรที่จะใช้ความเร็วในการฝึกเช่นเดียวกับความเร็วในการแข่งขัน

O'Shea (2000) ได้กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อ คือความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด ซึ่งเกิดขึ้นจากองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว ดังนั้นถ้ามีพลังกล้ามเนื้อมากก็จะทำให้มีความสามารถในการเร่งความเร็วมากขึ้นด้วย เพราะฉะนั้น นักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อสูงก็จะสามารถวิ่งได้เร็วกว่าผู้ที่มีความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว ความสามารถในการเร่งความเร็ว เป็นความสามารถในการเพิ่มความเร็วได้อย่างรวดเร็ว เพราะฉะนั้นในการแข่งขันกีฬา เมื่อนักกีฬามีองค์ประกอบทางด้านความสามารถอื่นเท่ากันหมด พลังกล้ามเนื้อจะเป็นตัวตัดสินว่าใครจะเป็นผู้ชนะ พลังกล้ามเนื้อจึงเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อ ที่ทำให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ

ดังนั้นพลังกล้ามเนื้อจึงไม่สามารถแยกออกจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ โดยมีความสัมพันธ์กันตามสมการ ดังนี้

พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) = ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) x ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Speed of muscular contraction)

Bompa (1999) ได้อธิบายรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่จำเป็นต้องใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ของการแข่งขันซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปบ้างตามชนิดกีฬาดังนี้

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing/reactive power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดนั้น ทักษะในการลงสู่พื้นเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง และมักจะต่อเนื่องกับทักษะของการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดด นักกีฬาจำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกายในขณะลงสู่พื้น และสามารถที่จะปฏิบัติทักษะที่ตามมานั้นได้อย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดดก็ตาม

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้น จะมีความสัมพันธ์กับความสูงของการตกลงสู่พื้นนั้น การลงสู่พื้นจากความสูง 80-100 เซนติเมตรนั้น ข้อเท้าจะต้องรับน้ำหนักประมาณ 6-8 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งในขณะลงสู่พื้นนั้น กล้ามเนื้อจะทำงานแบบความยาวเพิ่มขึ้น นักกีฬาที่ได้รับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมาอย่างดีแล้ว ก็จะสามารถควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้นได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งกล้ามเนื้อจะทำงานแบบความยาวเพิ่มขึ้นในขณะลงสู่พื้น หลังจากนั้นถ้ากระโดดขึ้นในทันทีหรือมีการเปลี่ยนทิศทางกล้ามเนื้อนั้นจะทำงานแบบความยาวลดลง สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาประเภททีมต่างๆ และกีฬาแร็คเก็ต

(Racket) นอกจากนั้นจะพบว่า ในขณะลงสู่พื้นกล้ามเนื้อจะทำงานแบบความยาวเพิ่มขึ้น ดังนั้นถ้าไม่มีการฝึกที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการลงสู่พื้นในลักษณะที่ผิดและก่อให้เกิดการบาดเจ็บ เนื่องจากการลงสู่พื้นจะก่อให้เกิดความตึงที่สูงซ้ำๆ ทั้งกับกล้ามเนื้อที่ใช้ในกิจกรรมการลงสู่พื้นและเนื้อเยื่อยืดหยุ่นของเอ็นกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงควรมีการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวแบบเอ็คเซ็นตริกรวมไปถึงการฝึกพลัยโอเมตริก

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม - พุ่ง - ขว้าง (Throwing power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ต้องมีการทุ่ม - พุ่ง - ขว้าง อุปกรณ์กีฬาแต่ละชนิด ต้องการพลังกล้ามเนื้อเพื่อที่จะสร้างความเร็วให้กับอุปกรณ์กีฬาเหล่านั้นจากจุดเริ่มต้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ และมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้นตลอดระยะทางของการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาชนิดที่จะต้องปล่อยอุปกรณ์ออกไปจากมือเพื่อให้ได้ระยะทางมากที่สุด

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take - off power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่มีการกระโดดนั้น จะต้องการพลังกล้ามเนื้อในลักษณะแรงระเบิด (Explosive) เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของการกระโดดดีที่สุด ซึ่งเป็นการกระโดดในขณะที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูง หรือมีการย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้นไป ซึ่งถ้ายิ่งย่อตัวลงมากก็จะต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากเพื่อที่จะออกแรงยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้านักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้าลง จึงมีผลทำให้ประสิทธิภาพของการกระโดดลดลงด้วย

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting power) ในการแข่งขันกีฬาหลายๆชนิดที่ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่ จะเป็นตัวชี้ถึงผลลัพธ์ของการเคลื่อนที่ สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาที่มีคู่ต่อสู้ การออกอาวุธได้เร็วกว่าย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้รวมทั้งการเริ่มต้นออกจากที่ยันเท้าของนักวิ่งระยะสั้น ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่านั้นก็จะเริ่มต้นวิ่งได้เร็วกว่า ดังนั้นความสามารถของนักกีฬาในการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วได้มากในการเริ่มเคลื่อนที่ด้วยแรงระเบิดจะเป็นลักษณะพื้นฐานทางสรีรวิทยาที่สำคัญต่อการแสดงความสามารถสูงสุดของนักกีฬา

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภทีมชนิดต่างๆ และกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต เช่น ฟุตบอล วอลเลย์บอล และเทนนิส ที่มีการหลอกล่อคู่ต่อสู้ หรือมีการชะลอความเร็วอย่างรวดเร็วสลับกับการเร่งความเร็ว หรือมีการชะลอความเร็วแล้วเปลี่ยนทิศทางหรือกระโดดต่อ ซึ่งกล้ามเนื้อจะทำงานแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่งที่เร็วการพัฒนากล้ามเนื้อเพื่อชะลอความเร็วอย่างรวดเร็วจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่งซึ่งความสามารถในการรับแรงกระแทกจากการวิ่งนี้จะต้องการพลังกล้ามเนื้อ และมุมในการงอขา ซึ่งคล้ายกับการลดแรงกระแทกจากการลงสู่พื้น โดยการฝึกกล้ามเนื้อเพื่อให้ชะลอความเร็วอย่างรวดเร็ว นักกีฬาควรที่จะใช้รูปแบบการฝึกดังเช่น การฝึกกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นตริก และการฝึก พลัยโอเมตริก

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมและกีฬาประเภทบุคคลชนิดต่างๆทั้งที่แข่งขันกันบนบกและในน้ำ ต่างก็มีสถานการณ์ในการเร่งความเร็วด้วยกันทั้งสิ้น พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อนร่างกายไปข้างหน้าอย่างรวดเร็วโดยการเพิ่มแรงกดของเท้าดันต้านกับพื้นวิ่งได้มากขึ้น หรือสามารถเอาชนะแรงต้านทานของน้ำได้ ซึ่งการฝึกพลังกล้ามเนื้อเช่น การฝึก พลัยโอเมตริก จะสามารถการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว จึงส่งผลให้นักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็วได้ในระดับสูงตามที่ต้องการ

สนธยา สีละมาด (2547) พลัง หมายถึง ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) ในการที่จะก่อให้เกิดแรง (Force) มากที่สุดในช่วงเวลาที่สั้นที่สุดหรือเป็นการเอาชนะแรงต้านทานได้ด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว พลังเป็นผลของแรงกล้ามเนื้อ และอัตราเร็วของการเคลื่อนไหว เพราะฉะนั้น พลังจะเท่ากับแรงคูณด้วยอัตราความเร็ว (P = FV) การเพิ่มขึ้นของพลังจึงต้องเป็นผลของการปรับปรุงในความแข็งแรงหรือความเร็วอย่างใดอย่างหนึ่งหรือเป็นการปรับปรุงทั้งสองอย่าง แต่อย่างไรก็ตาม การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนแล้วค่อยปรับเปลี่ยนเป็นพลังด้วยการเพิ่มความเร็วในการทำงานในตอนหลังจะเป็นวิธีการที่ดีในการปรับปรุงพลังของกล้ามเนื้อ

ระบบประสาท มีวิธีการพื้นฐานอยู่ 2 วิธี ในการควบคุมระดับแรงพยายามของกล้ามเนื้อ คือ

1. เป็นการปรับจำนวนการกระตุ้นของประสาทสั่งการ (Motor neurons) หรือการระดม (Recruitment)

2. เป็นการปรับอัตราความถี่ของสัญญาณประสาทสั่งการ ดังนั้น การจะกระตุ้นกล้ามเนื้อได้อย่างเต็มที่ระบบประสาทจะต้อระดมหน่วยยนต์ทั้งหมด (Motor unit) และกระตุ้นแต่ละหน่วยยนต์ด้วยความถี่สูง เพียงพอที่จะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อภายในแต่ละหน่วยยนต์หดตัวสร้างแรงสูงสุด (Maximum force) ตรงกันข้าม ถ้ามีการระดมหน่วยยนต์จำนวนเล็กน้อยและมีการกระตุ้นที่มีความถี่ต่ำ กล้ามเนื้อจะมีการหดตัวสร้างแรง ต่ำกว่าสูงสุด (Submaximum)

ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของความสมบูรณ์ทางกายซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทในการช่วยให้แต่ละกล้ามเนื้อได้รับความสมบูรณ์สูงสุด การพัฒนาความสามารถทางด้านพลังจึงต้องการการฝึกซ้อมที่มีการเคลื่อนไหวแบบพลังระเบิด (Explosive power) การฝึกซ้อมที่ใช้อัตราความเร็วสูง ซึ่งเป็นวิธีการฝึกซ้อมระบบประสาท เพราะการเคลื่อนไหวที่ใช้พลัง การระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (FT) จะต้องใช้เวลาน้อยที่สุดและประสาทสั่งการต้องมีความทนทาน ในการที่จะเพิ่มความถี่ของการสั่งการให้ได้อย่างสม่ำเสมอ การออกกำลังกายที่นำมาใช้ในการฝึกซ้อมพลังจึงต้องเป็นวิธีที่ทำให้กระตุ้นหน่วยยนต์อย่างรวดเร็วเพื่อที่จะทำให้มีการพัฒนาของระบบประสาทและพัฒนากล้ามเนื้อในแต่ละหน่วยยนต์ให้การทำงาน

อย่างประสานสัมพันธ์กัน และมีลำดับขั้นการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้มีจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อมีการทำงานมากที่สุดในช่วงเวลาสั้นที่สุด

ร่างกายมนุษย์มีความสามารถที่จะพัฒนาไปตามสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจะพัฒนาไปตามชนิดของการฝึกซ้อม ถ้านักกีฬามีการฝึกซ้อมด้วยวิธีการเพาะกาย (Bodybuilding methods) ระบบประสาทกล้ามเนื้อจะมีการพัฒนาไปตามวิธีการเพาะกาย ซึ่งไม่สนับสนุนให้มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วและพลังระเบิด เนื่องจากระบบประสาทกล้ามเนื้อไม่ได้ถูกฝึกซ้อมให้มีการปฏิบัติการอย่างรวดเร็วและพลังระเบิด ตรงกันข้าม ถ้าต้องการพัฒนาพลังให้มีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬาและเฉพาะเจาะจงกับทักษะกีฬา การฝึกซ้อมต้องมีการออกแบบให้เหมาะสม กล่าวคือเป็นโปรแกรมการฝึกซ้อมที่มีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬาและใช้การออกกำลังกายที่สามารถกระตุ้นได้ใกล้เคียงกับการปฏิบัติทักษะของนักกีฬา การฝึกซ้อมพลังด้วยวิธีการที่เหมาะสมมีความเฉพาะเจาะจงจะช่วยให้ความสัมพันธ์ของประสาทกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเคลื่อนไหวมีความราบเรียบแม่นยำมากขึ้นและปฏิบัติทักษะได้อย่างรวดเร็ว

**8. ความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ**

ในการเคลื่อนไหวของร่างกาย กล้ามเนื้อเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวอยู่ในการควบคุมของระบบประสาทที่ทำหน้าที่สั่งงาน เพื่อให้กล้ามเนื้อทำงานตามภาวะต่างๆ การเคลื่อนไหวของร่างกายจึงเกิดจากการที่กล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้น โดยได้รับคำสั่งจากสมอง ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆ ของร่างกายทำให้กล้ามเนื้อทำงานกันตามหน้าที่ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อจึงทำงานประสานกันอย่างต่อเนื่อง การเคลื่อนไหวของร่างกายนั้น เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ได้รับการกระตุ้น โดยไขสันหลังจะได้รับคำสั่งจากสมองและไขสันหลังที่ศูนย์สั่งการไปยังกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าที่มากระทบร่างกาย แล้วส่งกระแสความรู้สึกนั้นไปยังไขสันหลังบริเวณด้านหลัง การเคลื่อนไหวในการออกกำลังกายในระยะต้นอยู่ใต้อำนาจจิตใจซึ่งมาจากสมองที่อยู่ใต้สมองใหญ่ คือสมองน้อย (Cerebellum) เป็นบริเวณสมองที่ทำหน้าที่นึกคิดเพื่อออกกำลังกายแล้วส่งไปยังส่วนบน (Upper motor neurone) เป็นตัวส่งพลังประสาทผ่านตรงมายังเซลล์ประสาทส่วนล่าง (Lower motor neurone)ซึ่งอยู่ที่ไขสันหลังด้วย ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม ระบบประสาทส่วนกลางจะรับแรงกระตุ้นตลอดเวลา เพื่อตอบสนองแรงกระตุ้นจากประสาทรับความรู้สึกของกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ สมองน้อยกับศูนย์ประสาทจะรับรู้สภาพของกล้ามเนื้อและข้อต่อเพื่อลำดับขั้นการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องโดยอัตโนมัติ ซึ่งแรงกระตุ้นจากภายนอก จะผ่านไปยังประสาทรับความรู้สึก (Afferent nerve) ไปยังศูนย์ประสาทแล้วประสาทสั่งการ (Efferent nerve) จะนำความรู้สึกหรือคำสั่งจากส่วนกลางไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย หรือกล้ามเนื้อ โดยซีรี

เบลลัมจะส่งสัญญาณให้กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกัน (Agonist) ทำงาน และกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้าม (Antagonist) ถูกยับยั้งให้ทำงานช้าลงและหยุดการเคลื่อนไหว ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสมดุลและการทรงตัวที่เกิดจากการทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดของรีเซปเตอร์และซีรีเบลลัม ในขณะฝึกปฏิบัติกิจกรรม สมองนอกจากจะควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ ยังทำหน้าที่เตรียมร่างกายให้พร้อมเพื่อปฏิบัติงาน โดยการกระตุ้นระบบหายใจและไหลเวียนเลือดเพื่อการปฏิบัติงานด้วย ดังนั้น ในการฝึกกิจกรรมเพื่อให้ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กันดีในการทำงาน จึงควรให้มีการฝึกปฏิบัติซ้ำๆ กันของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ เพราะจะทำให้ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อมีความเคยชิน เกิดการเรียนรู้ปฏิบัติได้อย่างอัตโนมัติคล่องแคล่วว่องไว เช่น การเลี้ยงบอลเอี้ยวตัวหลบหลีกฝ่ายตรงข้ามโดยไม่ต้องจับตามองบอลเพื่อที่จะใช้สายตาสำหรับการหลอกล่อฝ่ายตรงข้าม และถ้าการเคลื่อนไหวที่มีความยากที่นักกีฬายังไม่สามารถปฏิบัติได้อย่างอัตโนมัติจะถูกจำกัดโดยปัจจัยทางด้านระบบประสาท โดยเฉพาะการขาดความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อซึ่งอาจจะมีผลต่ออัตราส่วนการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ (Agonists) และกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (Antagonists) ที่เกี่ยวข้อง จึงเป็นผลทำให้การเคลื่อนไหวขาดการควบคุมและขาดความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม นักกีฬาสามารถเพิ่มความสามารถในการควบคุมของระบบประสาทสั่งการได้ด้วยการฝึกปฏิบัติอย่างหลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้การตอบสนองต่อการกระตุ้นมีความแม่นยำสูงและเป็นไปอย่างรวดเร็ว ผลของการฝึกปฏิบัติทักษะเทคนิคจำนวนหลายเที่ยวกระบวนการพื้นฐานของระบบประสาทในการกระตุ้น (Excitation) และการยับยั้ง (Inhibition) จะมีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นผลทำให้การเคลื่อนไหวมีความมั่นคง มีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพ และก่อให้เกิดการปรับปรุงของทักษะกลไกตามมา (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์, 2536) (สนธยา สีละมาด, 2547)

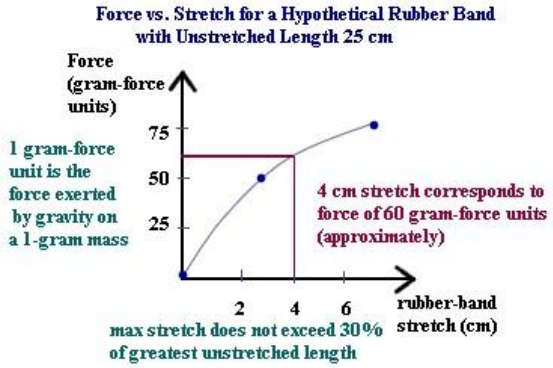
**9. การฝึกพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกตัวด้วยยางยืดแบบลูกรอก(Elastic resistance with pulley training)**

การฝึกด้วยยางยืดซึ่งมีแรงต้านใกล้เคียงกับการฝึกด้วยน้ำหนัก จะเป็นการสร้างแรงต้านโดยอาศัยความหนืด (Viscosity) ภายในยางยืดเป็นหลัก Mcmaster et al. (2010) อธิบายการเกิดแรงต้านของยางยืดโดยใช้คุณสมบัติการต้านทานการเสียรูปภายใต้แรงกระทำในช่วงยืดหยุ่นของยางยืด (Stiffness properties) เนื่องจากคุณสมบัตินี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด (stress-strain relationship) ของวัสดุต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์ยางยืดมีคุณสมบัติการคืนรูป (Elastic property) โดยยางยืดสามารถคืนกลับมาสู่รูปเดิม (ความยาวเดิม) เมื่อปลดแรงกระทำออก ดังนั้นเมื่อนักกีฬาฝึกโดย การยืดยางยืดออก คุณสมบัติการคืนรูปของยางยืดจะพยายามดึงยางยืดให้

กลับเข้าสู่ความยาวเดิม ทำให้เกิดแรงต้านที่นักกีฬาต้องพยายามเอาชนะแรงนั้น ก่อให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

เจริญ กระบวนรัตน์ (Krabuanrat, 2549) ได้กล่าวว่ายางยืดจะมีปฏิกิริยาสะท้อนกลับหรือมีแรงดึงกลับจากการถูกดึงให้ยืดออก ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้คือ สเทรทช์รีเฟล็กซ์ (Stretch reflex) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่พิเศษของอุปกรณ์ยางยืด ที่ช่วยในกระการกระตุ้นระบบประสาทส่วนที่รับความรู้สึก (Sensory nerve) ที่อยู่ในกล้ามเนื้อและข้อต่อ ให้เกิดการรับรู้และมีการตอบสนองต่อการถูกยืดออก เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ไม่ให้เกิดการเสื่อมสภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อและกระดูก

Stevenson M. W et al. (2010) กล่าวว่า ยางยืดนิยมใช้ในการฝึกความแข็งแรงและใช้ในการฝึกแรงต้าน ซึ่งเหมาะสมกับการออกกำลังกายแบบที่กล้ามเนื้อมีการเพิ่มความยาว เนื่องจากยางยืดจะมีการสร้างแรงต้านเพิ่มมากขึ้นเมื่อถูกยืดออกและมีความยาวเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดแรงต้านตลอดช่วงของการเหยียดออกของกล้ามเนื้อ (Eccentric phase) แสดงผลของวงจรเหยียด-สั้น (Stretch-shortening cycle ) ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับการกระโดด




รูปที่ 6 แสดงแรงที่เกิดจากการยืดออกของยางยืด

(ที่มา : http://vhcc2.vhcc.edu/ph1fall9/experiments/experiments_on_forces.htm 2012)

จากรูปที่ 6 พบว่าในช่วงเริ่มต้นนั้นจะไม่มีแรงต้านเกิดขึ้น แต่แรงต้านจะเพิ่มขึ้นก็ต่อเมื่อมีการยืดออกของยาง (เพิ่มความยาว) ยิ่งความยาวมาก แรงก็จะมากตามไปด้วย เมื่อนำมาใช้ในการฝึกกระโดด พบว่า ในช่วงที่นักกีฬายืนบนพื้น จะไม่มีแรงต้าน แต่จะเกิดขึ้นในช่วงที่เท้าของนักกีฬาพ้นจากพื้นและเพิ่มมากขึ้น ช่วงลอยตัวในอากาศจนกระทั่งเท้าลงมาสัมผัสพื้นอีกครั้ง ดังนั้นความหนักในช่วงเริ่มกระโดดหรือเริ่มเคลื่อนที่ในระยะแรกเป็นการเอาชนะน้ำหนักตัวเพียงอย่างเดียวเท่านั้น อีกทั้งในการควบคุมความหนักของยางยืดนั้นเป็นไปด้วยความลำบาก เนื่องจากการกระโดดหรือการ

เคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว ทำให้ไม่สามารถกำหนดความยาวของยางยืดให้มีความคงที่ได้เท่ากันทุกครั้งที่กระโดด ดังนั้นเพื่อลดข้อจำกัดเหล่านี้ จึงมีการนำระบบลูกรอกเป็นกลไกควบคุมความหนักตั้งแต่เริ่มต้น และรักษาระดับแรงต้านของยางยืดให้คงที่ตลอดการเคลื่อนไหว ส่งผลให้เกิดแรงต้านทั้งในช่วงการเคลื่อนที่แบบเอ็กเซ็นตริก (Eccentric) และคอนเซ็นตริค (Concentric) ใกล้เคียงกัน ทำให้เกิดโค้งแรงต้านที่สูงขึ้นซึ่งเหมาะกับโค้งความแข็งแรงของการเคลื่อนไหว สอดคล้องกับ Wallace et al. (2006) ศึกษาผลของการใช้ยางยืดมาผสมกับแผ่นน้ำหนักเพื่อเป็นการเพิ่มแรงต้านตั้งแต่เริ่มการเคลื่อนไหวเปรียบเทียบกับการอุปกรณ์แรงต้านแบบอิสระ (Free weight) พบว่า การใช้ยางยืดผสมสามารถช่วยให้เพิ่มขึ้นทั้งแรงสูงสุด และพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้มากกว่าการใช้อุปกรณ์อิสระอย่างเดียว ดังนั้นในการฝึกแบบมีแรงต้านตลอดการเคลื่อนไหวส่งผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้มากขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาแรง ความเร็ว และพลังกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การฝึกพลังที่ใช้ในการออกตัวด้วยยางยืดแบบลูกรอก (Elastic with pulley resistance training) มีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬาแบดมินตัน เนื่องจากออกแบบมาเพื่อให้เพิ่มความหนักได้ตั้งแต่เริ่มต้นของการฝึกและสามารถปรับระดับความหนักให้คงที่ได้ตลอดการเคลื่อนไหว ไม่ว่านักกีฬาจะเคลื่อนที่ด้วยระยะเท่าใด ความหนัก (ค่า k) จะเป็นค่าคงที่ตามที่กำหนดโดยระบบลูกรอกควบคุมความยาวและการยืดออกของยางยืด ดั้งนั้นเมื่อนำมาฝึกพลังที่ใช้ในการออกตัวซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว อาศัยความแข็งแรง และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพื่อเอาชนะน้ำหนักตัวกับแรงต้านของยางยืด ส่งผลให้เกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ Rhea M. R et al. (2008) ได้ศึกษา ผลของการฝึกกระโดดแบบมีแรงต้านบนเครื่องเวอร์ติแมกซ์ในนักกีฬาระดับมัธยมปลาย และในนักกีฬาระดับวิทยาลัย พบว่าเครื่องเวอร์ติแมกซ์มีหลักการทำงานของยางยืดแบบมีลูกรอก จากการฝึกกระโดดบนเครื่องนี้ทำให้เกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมากกว่าการฝึกแบบรวมกันระหว่างพลัยโอเมตริกกับการฝึกความเร็ว

อุปกรณ์ยางยืดแบบมีลูกรอกถูกออกแบบมาสำหรับการฝึกกระโดดในแนวดิ่ง เพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ มีลักษณะและคุณสมบัติ ดังนี้ (ที่มา : www.docstoc.comThe-Magic-10-of-how-to-Incorporate-Vertimax-Into.2012)

1. ขนาดของยางยืดยาว 52 ฟุต ทำให้ระดับความหนักในการกระโดดจากจังหวะเริ่มต้นถึงจังหวะสูงสุดมีความสม่ำเสมอ

2. มีเข็มขัดคาดที่เอวหรือสะโพกแบบยางคู่ ทำให้การเคลื่อนไหวคงความสมดุลและให้จุดศูนย์กลางของร่างกายอยู่ในแนวแรงโน้มถ่วงของโลก

3. มีถ้วยดูดสูญญากาศจำนวน 8 ตัว เพื่อให้ตัวเครื่องอยู่บนพื้นไม่ลอยขึ้นไปตามแรงกระโดด

4. มีตัวยึดรอก จำนวน 4 ตัว เพื่อทำให้เกิดการล็อคอัตโนมัติหลังจากมีการกำหนดความหนักที่ต้องการ

5. มีแผ่นรองรับน้ำหนักในการกระโดด ลักษณะพื้นออกแบบมาเพื่อป้องการบาดเจ็บที่เท้า ข้อเท้า และข้อเข่า

6. การกำหนดระดับความหนักของยางยืดแบบมีลูกรอก ก็คือ ค่าคงที่ของการยืดตัว (k = elasticity constant) ซึ่งจะมีค่าคงที่ในขณะที่ยางยืดออก เนื่องจากถูกปรับด้วยลูกรอก การวิจัยในครั้งนี้ใช้เครื่องฝึกพลังด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก (Vertimax) รุ่นวี 6โปร (V 6 Pro) ซึ่งจะมียางยืด 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ แต่ละขนาด ก็จะมีระดับค่าคงที่การยืดตัวที่แตกต่างกันไป ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาค่าคงที่การยืดตัวในยางยืดแต่ละขนาดและแต่ละระดับ ได้ผลดังนี้

**ค่าคงที่ของการยืดตัวของยางยืดแต่ละขนาด (มีหน่วยเป็น นิวตันต่อเมตร)**

| ระดับที่ | ขนาดเล็ก | ขนาดกลาง | ขนาดใหญ่ |
|---|---|---|---|
| 0 | 6.34 | 15.19 | 23.82 |
| 1 | 7.46 | 16.78 | 24.26 |
| 2 | 7.62 | 20.15 | 25.25 |
| 3 | 8.95 | 25.42 | 36.48 |
| 4 | 10.15 | 27.34 | 40.25 |
| 5 | 13.51 | 28.36 | - |

ในการฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกนั้นจะต้องออกแรงอย่างเต็มที่ เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อสะโพกควบคู่กันเพื่อให้เกิดการทรงตัวที่ดี และเน้นการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง ทั้งการกระโดดด้วยขาคู่ และขาเดียว

**10. สนามและอุปกรณ์สนาม**

1 สนามจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 6.10 เมตร ยาว 13.40 เมตร เส้นกว้าง 40 มิลลิเมตร ตามรูปที่ 7

2 เส้นทุกเส้นต้องเด่นชัดและทาด้วยสีขาวหรือสีเหลือง

3 เส้นทุกเส้นเป็นส่วนประกอบของพื้นที่ซึ่งกำหนดไว้

4 เสาตาข่ายจะต้องสูง 1.55 เมตรจากพื้นสนาม และตั้งตรงเมื่อขึงตาข่ายให้ตึงตามที่กำหนด โดยขอบบนตาข่ายต้องสูงจากพื้นที่ตรงกึ่งกลางสนาม 1.524 เมตร และ 1.55 เมตร เหนือเส้นเขตข้างของประเภทคู่

5 เสาตาข่ายจะต้องตั้งอยู่เส้นเขตข้างของประเภทคู่ตามที่ได้แสดงไว้ในภาพ โดยไม่ต้องคำนึงว่าจะเป็นประเภทเดี่ยวหรือประเภทคู่

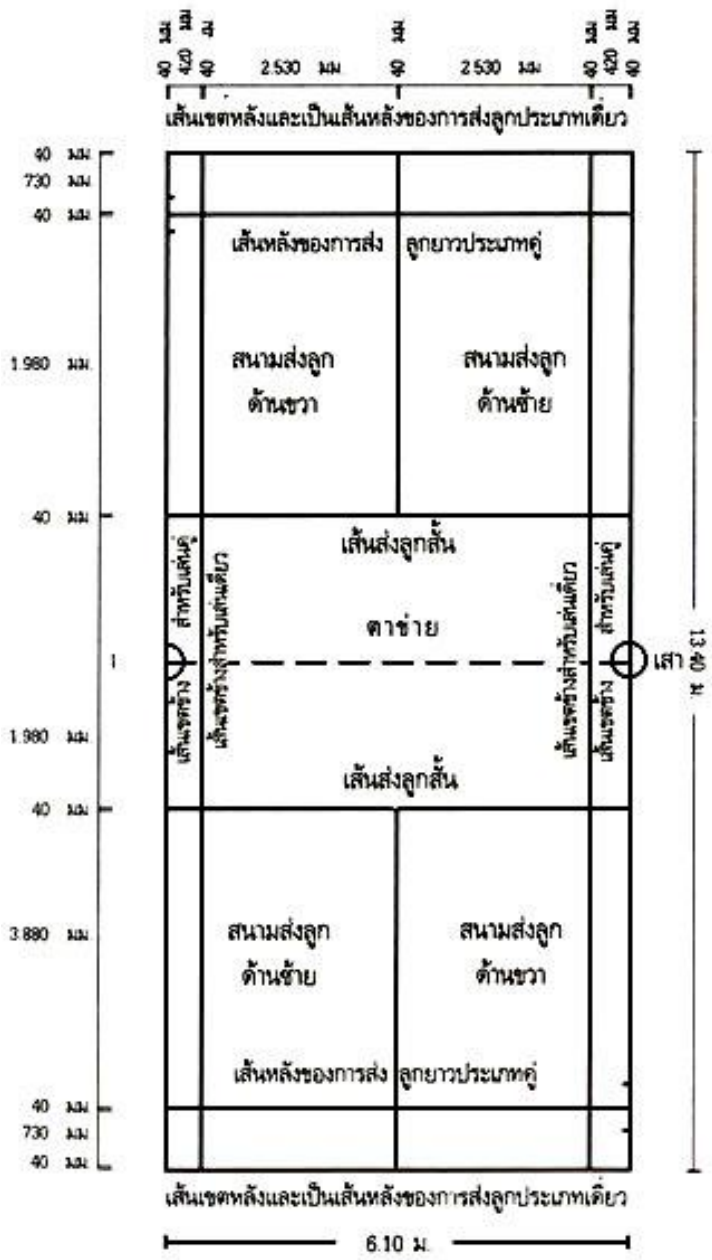
6 ตาข่ายต้องถักด้วยเส้นด้ายสีเข้มและมีขนาดตากว้างไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร และไม่เกิน 20 มิลลิเมตร

7 ตาข่ายต้องมีขอบกว้าง 760 มิลลิเมตร และความยาวอย่างน้อย 6.1 เมตร

8 แถบบนของตาข่ายต้องมีแถบผ้าพับสอง ขนาดกว้าง 75 มิลลิเมตร ทับบนเชือกหรือลวดที่ร้อยตลอดแถบผ้าขาว

9 เชือกหรือลวดต้องมีขนาดพอที่จะขึงให้ตึงเต็มที่กับหัวเสาสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University




รูปที่ 7 แสดงภาพแผนผังของสนามและอุปกรณ์สนามแบดมินตัน

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

**งานวิจัยในประเทศ**

กมลมาศ เบญจพลสิทธิ์ (2556) ได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการใช้ยางยืดที่มีต่อพลังสูงสุงของการกระโดดแนวดิ่ง และเพื่อเปรียบเทียบพลังสูงสุดของการกระโดดแนวดิ่งที่เกิดจากการใช้ยางยืดที่มีแรงต้านต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลระดับเยาวชนของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร อายุ 14-18 ปี เพศหญิง จำนวน 9 คน ความแข็งแรงสัมพัทธ์ 1.5-2.0 และใช้การถ่วงดุลลำดับ ด้วยการเลือกแบบสุ่ม โดยทำการกระโดดแนวดิ่งร่วมกับยางยืดที่มีแรงต้านแตกต่างกัน 4 แรงต้าน ได้แก่ แรงต้านที่ 1 = 1.45 กิโลกรัม แรงต้านที่ 2 = 2.74 กิโลกรัม แรงต้านที่ 3 = 4.96 กิโลกรัม แรงต้านที่ 4 = 6.14 กิโลกรัม ในการวิจัยใช้ท่า static half squat กระโดด 3 ครั้ง ต่อเนื่อง จำนวน 3 เซต ต่อการกระโดด 1 แรงต้านยางยืด โดยวัดพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดจากการกระโดด และนำค่าสูงสุดของแต่ละเซตมาหาค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยพบว่า ยางยืดทุกขนาดแรงต้านมีผลฉับพลันในการเกิดพลังสูงสุด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปผลการวิจัยได้ว่า ยางยืดทุกขนาดแรงต้าน สามารถนำไปใช้ฝึกนักกีฬา เพื่อพัฒนาพลังสูงสุดของการกระโดดในแนวดิ่งได้

อภินันท์ สืบพิมพาวงศ์ (2551) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกเวลาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาเคลื่อนไหวในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทเบิลเทนนิสของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี อายุ 13-17 ปี จำนวน 24 คน แบ่งเป็นสามกลุ่ม โดยกลุ่มควบคุมฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว กลุ่มพลัยโอเมตริก ฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิส และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิส ทำการฝึกทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ผลการวิจัยพบว่า เวลาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาเคลื่อนไหวของกลุ่มพลัยโอเมตริก พัฒนาเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดช่วง 8 สัปดาห์ของการฝึก ในขณะที่กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีพัฒนาการที่ดีขึ้นเฉพาะเวลาปฏิกิริยาและเวลาตอบสนองของตากับเท้า ส่วนกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการดีขึ้นเฉพาะเวลาปฏิกิริยา

โสภา กุศลวงศ์ (2543) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกต่างแบบที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อและเวลาตอบสนองของการเตะเฉียงในกีฬาเทควันโด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย จำนวน 45 คน แบ่งเป็นสามกลุ่ม ดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเตะเฉียงตามแบบฝึกที่สถาบันฝึกเทควันโดทั่วไปใช้ กลุ่มทดลองที่ 2 ให้ฝึกเตะเฉียงตามแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยเน้นกิจกรรมการฝึกที่ลดเวลาตอบสนองและเสริมสร้างสมรรถภาพทางกลไกทั่วไป และกลุ่มควบคุม ทำการฝึกเป็นจำนวน 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ผลการวิจัยพบว่า

1. การฝึกเตะเฉียงในกีฬาเทควันโดตามแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้พลังกล้ามเนื้อดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การฝึกเตะเฉียงในกีฬาเทควันโดด้วยโปรแกรมการฝึกต่างแบบ ไม่ทำให้พลังกล้ามเนื้อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองของทั้งสามกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กนกวรรณ ผ่องแผ้ว (2541) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองและเวลาการเคลื่อนไหว ในกระบวนการประมวลข่าวสาร ระหว่างนักกีฬาวอลเลย์บอลขึ้นเริ่มต้นกับขั้นสูง กลุ่มตัวอย่างประชากรจำนวนทั้งหมด 80 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นสูง และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นเริ่มต้น ทดสอบโดยใช้เครื่องมือวัดเวลาปฏิกิริยาในกระบวนการประมวลข่าวสาร จำนวนข่าวสาร 2 บิท (4 ข่าวสาร) และจำนวนข่าวสาร 3 บิท (8 ข่าวสาร) นำผลการทดสอบที่ได้วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า "ที" นำเสนอในรูปของตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิ ผลการวิจัยพบว่า 1. เวลาปฏิกิริยาตอบสนองในกระบวนการประมวลข่าวสาร จำนวนข่าวสาร 2 บิท (4 ข่าวสาร) ของกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นเริ่มต้นกับขั้นสูง แตกต่างจากเวลาปฏิกิริยาตอบสนองในกระบวนการประมวลข่าวสาร จำนวนข่าวสาร 3 บิท (8 ข่าวสาร) ของกลุ่มกีฬาวอลเลย์บอลขั้นเริ่มต้นกับขั้นสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. เวลาการเคลื่อนไหว ในกระบวนการประมวลข่าวสาร จำนวนข่าวสาร 2 บิท (4 ข่าวสาร) ของกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นเริ่มต้นกับขั้นสูง แตกต่างจากเวลาการเคลื่อนไหวในกระบวนการประมวลข่าวสาร จำนวนข่าวสาร 3 บิท (8 ข่าวสาร) ของกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นเริ่มต้นกับขั้นสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ในกระบวนการประมวลข่าวสาร จำนวนข่าวสาร 2 บิท (4 ข่าวสาร) ของกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นเริ่มต้น แตกต่างจากกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เวลาการเคลื่อนไหวในกระบวนการประมวลข่าวสาร จำนวนข่าวสาร 2 บิท (4 ข่าวสาร) ของกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นเริ่มต้น ไม่แตกต่างจากกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. เวลา

ปฏิกิริยาตอบสนอง และเวลาการเคลื่อนไหวในกระบวนการประมวลข่าวสาร จำนวนข่าวสาร 3 บิท (8 ข่าวสาร) ของกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นเริ่มต้น แตกต่างจากกลุ่มนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**งานวิจัยต่างประเทศ**

Helal El Gizawy and Akl (2014) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับชนิดของการหลอกล่อ และศึกษาผลของชนิดของการหลอกล่อต่อเวลาปฏิกิริยาในการรับลูกตบของกีฬาแบดมินตัน โดยทำการศึกษาจากการวิเคราะห์เทปวิดีโอการแข่งขัน 6 แมทช์สุดท้ายของการแข่งขันโอลิมปิกลอนดอนเกม 2012 ประกอบด้วย รอบก่อนรองชนะเลิศ 2 แมทช์ รอบรองชนะเลิศ 2 แมทช์ รอบชิงที่สาม 1 แมทช์ และรอบชิงชนะเลิศ 1 แมทช์ วิเคราะห์การเคลื่อนไหวโดยใช้ซอฟแวร์ของ Dartfish เวอร์ชัน 7 โดยวิเคราะห์จากลูกตบจำนวน 230 ลูก ผลการวิจัยพบว่า การหลอกล่อแบบซับซ้อน (complex deception) เป็นชนิดการหลอกล่อที่ยากที่สุด รองลงมาเป็นชนิดการหลอกล่อด้วยแขน ขณะที่การตบลูกโดยปราศจากการหลอกล่อจะเป็นการสร้างโอกาสให้คู่ต่อสู้สามารถเดาทิศทางและตีกลับมาได้โดยง่าย ดังนั้น การเพิ่มระดับความยากในการหลอกล่อก็จะเป็นการเพิ่มเวลาปฏิกิริยาให้กับคู่ต่อสู้ เมื่อคู่ต่อสู้เคลื่อนไหวช้าลง ก็จะเป็นการเพิ่มโอกาสในการทำคะแนนได้ง่ายขึ้น ดังนั้นผู้ฝึกสอนและนักกีฬาอาจจะต้องมีการฝึกที่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับการตบโดยฝึกร่วมกับการเพิ่มระดับของชนิดการหลอกล่อ

Loureior JR. et al. (2012) ได้ศึกษาผลความแตกต่างของประสบการณ์ของนักกีฬาแบดมินตันที่มีผลต่อความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตันที่มีประสบการณ์สูง ซึ่งเป็นนักกีฬาแบดมินตันทีมชาติบราซิล จำนวน 12 คน และนักกีฬาที่มีประสบการณ์ระดับกลางซึ่งเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน ทั้งสองกลุ่มตัวอย่างได้รับการทดสอบตัวแปรด้าน เวลาปฏิกิริยา (reaction time) เวลาเคลื่อนไหว (movement time) และค่าความผิดพลาดจากการทดสอบ (radial error) ด้วยรูปแบบวิธีการทดสอบที่กำหนดขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมีทั้งรูปแบบการทดสอบแบบอย่างง่าย (simple reaction time) และการทดสอบแบบหลายตัวเลือก (Choice reaction time) ผลการวิจัยพบว่า

1.ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีประสบการณ์สูงและประสบการณ์ระดับกลางของตัวแปรด้านเวลาเคลื่อนไหว และค่าความผิดพลาดจากการทดสอบ

2. พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของตัวแปรด้าน เวลาปฏิกิริยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. เวลาปฏิกิริยาในการทดสอบอย่างง่าย จะลดลงกว่าการทดสอบแบบหลายตัวเลือก

4. เวลาปฏิกิริยาและเวลาเคลื่อนไหวในการทดสอบอย่างง่าย จะลดลงเมื่อสิ่งเร้าอยู่ทางเดียวกับแขนข้างที่กดไฟ

จากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยาถือเป็นตัวแปรสำคัญที่สามารถจำแนกนักกีฬาที่มีประสบการณ์และไม่มีประสบการณ์ได้

Jui hung Tu et al. (2010) ได้ศึกษาผลของความเร็วของบอล (เร็ว,ช้า) ความสว่างของสนาม (สว่าง, มืด) และลักษณะชนิดของการตีทักษะการตีวอลเลย์ (การตีลูกหน้ามือ, การตีลูกหลังมือ) ทีมีต่อเวลาปฏิกิริยาในนักกีฬาเทนนิส กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเทนนิสที่ฝึกที่ United States Tennis Association และมีอันดับมือสูงกว่า 2.5 ผลการวิจัยพบว่า ความเร็วของบอล และความสว่างของสนาม มีผลต่อ เวลาปฏิกิริยา และเวลาปฏิกิริยาก่อนการเคลื่อนไหว (Premotor reaction time) จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ความเร็วของบอลและระดับความสว่างของสนามมีผลกระทบอย่างชัดเจนต่อค่าเวลาปฏิกิริยาก่อนการเคลื่อนไหว แต่ไม่มีผลต่อเวลาปฏิกิริยาขณะเกิดเคลื่อนไหว (Motor reaction time) ดังนั้น เวลาปฏิกิริยาที่เปลี่ยนแปลงไปจะมาจากในส่วนของเวลาปฏิกิริยาก่อนการเคลื่อนไหว

Kuntze et al. (2010) ได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวโดยศึกษาจากวิดีโอการแข่งขันกีฬาแบดมินตันประเภทชายเดี่ยวและหญิงเดี่ยว ในระดับชาติและนานาชาติ ผลการวิเคราะห์ในขณะนักกีฬาแข่งขัน สามารถจำแนกลักษณะการเคลื่อนที่ได้ออกเป็น 6 ลักษณะดังนี้

1. การเคลื่อนไหวลักษณะวิ่ง (running)
2. การเคลื่อนไหวด้านข้าง (side-stepping)
3. การเคลื่อนไหวลักษณะเฉียง หรือแทยงมุม (crossover-stepping)
4. การเคลื่อนไหวท่า lunge (lunging)
5. การเคลื่อนไหวลักษณะกระโดด (jumpping)
6. การเคลื่อนไหวในลักษณะข้างต้นประกอบกัน ไม่สามารถจำแนกได้ (scrambling)

นอกจากนี้ยังพบว่า ความถี่ในการเคลื่อนไหวท่า lunge จะปรากฏในเกมการแข่งขันประมาณร้อยละ 15 ของลักษณะท่าการเคลื่อนไหวทั้งหมด

Abu-Saleh (2009) ได้ศึกษาผลของการฝึกโปรแกรมวอลเลย์บอลที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน และไม่ได้เป็นนักกีฬา เพศชาย อายุ 17-18 ปี ถูกสุ่มมาจำนวน 96 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองทำการฝึกเป็นระยะเวลา 5 เดือน ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยา

ของแขน ก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีการพัฒนาด้านเวลาปฏิกิริยาดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญ .05

Rhea et al. (2008) ทำการศึกษาผลของการฝึกกระโดดแบบมีแรงต้านด้วยเวอร์ติแม็กซ์ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาที่ฝึกหนักระดับวิทยาลัย การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินผลของการฝึกที่รวมกันระหว่างการฝึกด้วยเวอร์ติแม็กซ์กับการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาที่ฝึกหนักระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาที่แข่งขันวิทยาลัยระดับ 1 ได้แก่ เบสบอล, บาสเกตบอล, ฟุตบอล, ยิมนาสติก, และกรีฑาประเภทลู่ จำนวน 40 คน(ชาย 26 คน, หญิง 14 คน) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมฝึกด้วยน้ำหนักและฝึกพลัยโอเมตริก กลุ่มทดลองฝึกด้วยน้ำหนักและฝึกกระโดดด้วยเวอร์ติแมกซ์ จำนวน 12 สัปดาห์ ทดสอบพลังของกล้ามเนื้อก่อนและหลังการฝึกด้วยเครื่อง เทนโดไฟโตรไดน์ (TENDOFiTROdyne) พบว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักและฝึกกระโดดด้วยเวอร์ติแมกซ์มีพลังของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักและฝึกพลัยโอเมตริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Nicole A. Dinn and David G. Behm (2007) ได้ทำการเปรียบเทียบการฝึกแบบความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง (isometric) และการฝึกแบบบะลิสติก ที่มีการเคลื่อนไหว (dynamic) ที่มีผลต่อการการทำงานของกล้ามเนื้อ แรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เวลาเคลื่อนไหว และเวลาปฏิกิริยา กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มฝึกแบบไดนามิก ฝึกโดยใช้แรงต้านจากยางยืด (elastic band) กลุ่มไอโซเมตริก ฝึกโดยใช้ (unyielding strap) และกลุ่มควบคุม ท่าที่ใช้ในการฝึกคือท่าชก (punch) ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทดสอบก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ซึ่งการทดสอบประกอบไปด้วย แรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมตริก เวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยวัดจากกล้ามเนื้อ triceps, biceps, pectoralis major และ latissimus dorsi ผลการวิจัยพบว่า

1. การทำงานของกล้ามเนื้อ triceps เพิ่มขึ้น 63 % ในกลุ่มฝึกแบบไอโซเมตริก
2. การทำงานกล้ามเนื้อกลุ่ม pectoralis major เพิ่มขึ้น 65% ในกลุ่มฝึกแบบไดนามิก
3. เวลาเคลื่อนไหวลดลง 17% ในกลุ่มฝึกแบบไดนามิก
4. แรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมตริก ไม่พัฒนาขึ้นทั้ง 3 กลุ่ม

จากการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า เนื่องจากท่าการชกเป็นท่าที่มีการเคลื่อนไหวที่เฉพาะเจาะจง การฝึกแบบไดนามิกเป็นรูปแบบวิธีการฝึกที่มีความเหมาะสม สามารถพัฒนาความเร็วในการชก

สำหรับกีฬามวยและศิลปการต่อสู้ เป็นประโยชน์ในการผลิตแรงหรือสร้างความเร็วในการเคลื่อนไหวในการชกได้

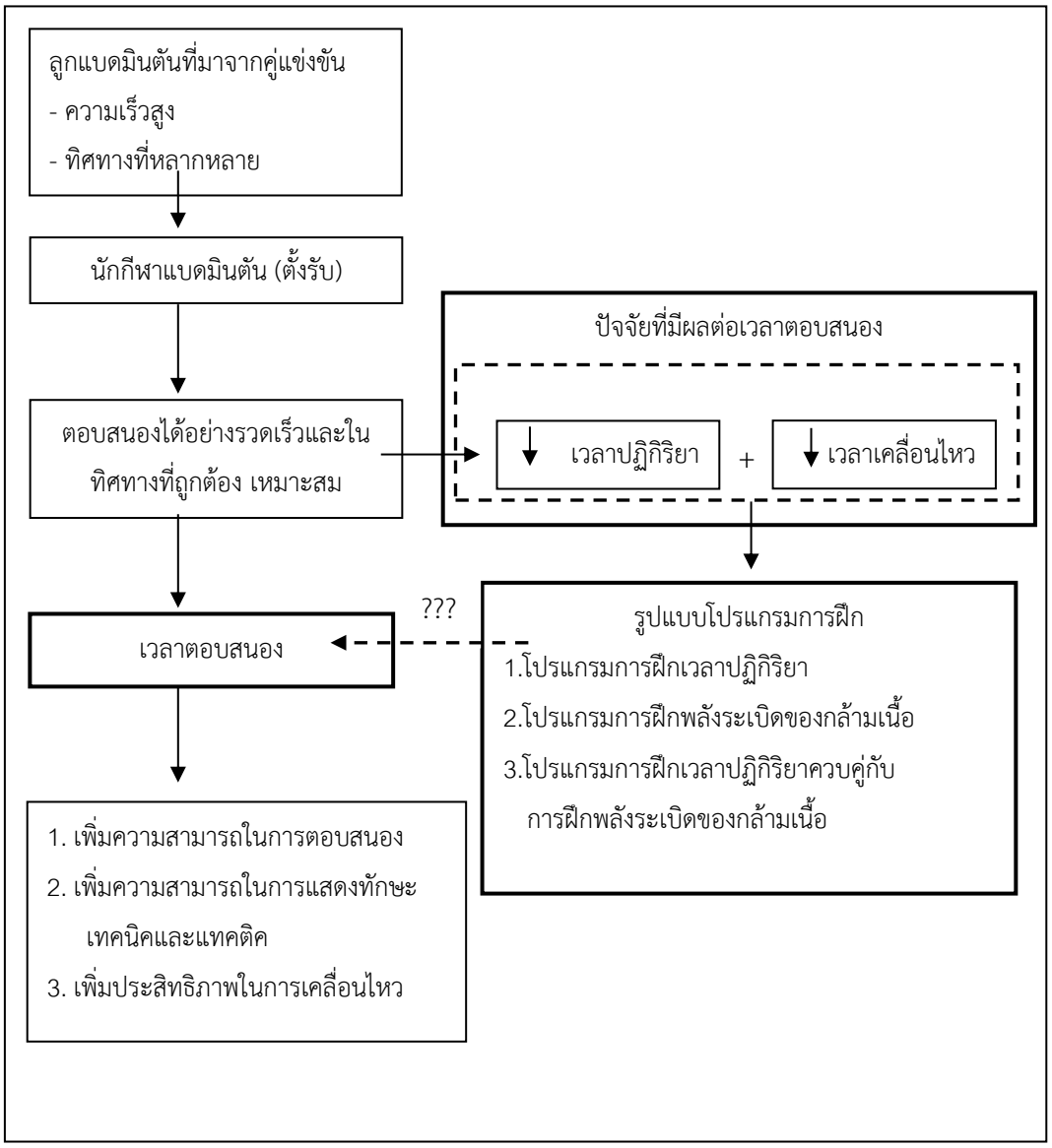
Kawamori and Haff (2004) ได้ทำการสรุปและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักการฝึกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ พบว่า น้ำหนักที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการพัฒนาของกล้ามเนื้อสูงสุด เป็นช่วงค่อนข้างกว่า มีรายงานการวิจัยพบว่า น้ำหนักที่เหมาะสม อยู่ในช่วงตั้งแต่ 10-80% ของ 1 อาร์เอ็ม ทั้งนี้น้ำหนักการฝึกที่มีช่วงค่อนข้างกว้าง ขึ้นอยู่กับ ธรรมชาติของท่าการฝึก เช่น การฝึกร่างกายส่วนบน การฝึกร่างกายส่วนล่าง เป็นการฝึกที่มีการเคลื่อนไหวผ่านข้อต่อเดียว หรือเป็นการฝึกที่มีการเคลื่อนไหวผ่านหลายข้อต่อ รูปแบบการฝึกเป็นชนิดการฝึกแบบดั้งเดิม หรือฝึกแบบพลังระเบิด รวมถึงประสบการณ์ในการฝึกของนักกีฬา ผู้วิจัยได้สรุปจากรายงานการวิจัยเกี่ยวกับน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับการฝึกเพื่อพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อดังนี้

| ชนิดของการออกกำลังกาย | น้ำหนักที่เหมาะสม | แหล่งอ้างอิง |
|---|---|---|
| **การออกกำลังช่วงบนของร่างกาย การเคลื่อนไหวผ่านข้อต่อเดียว** | | |
| elbow flexion | 35-50% ของ 1 RM | (Moss et al., 1997) |
| **การออกกำลังช่วงบนของร่างกาย การเคลื่อนไหวผ่านหลายข้อต่อ** | | |
| bench press | 40-50% ของ 1 RM | (Mayhew et al., 1997) |
| bench press | 30-45% ของ 1 RM | (Izquierdo et al., 2002) |
| bench press และ bench throw | 50-70% ของ 1 RM | (Cronin et al., 2001) |
| bench throw | 55% ของ 1 RM | (Bakar et al., 2001a) (Bakar et al., 2001b) |
| bench throw | 15-45% ของ 1 RM | (Newton et al., 1997) |
| การออกกำลังช่วงล่างของร่างกาย การเคลื่อนไหวผ่านหลายข้อต่อ | | |
| jump squat | 55-60% ของ 1 RM | (Bakar et al., 2001a) (Bakar et al., 2001b) |
| squat jump (static and countermovement) | 10% ของ 1 RM | (Stone et al., 2003) |
| half-squat | 60-70% ของ 1 RM | (Izquierdo et al., 2002) |
| half-squat | 45-60% ของ 1 RM | (Izquierdo et al., 2002) |
| Smith machine squat | 60% ของ 1 RM | (Siegel et al., 2002) |
| Double-leg press machine | 60% ของ 1 RM | (Thomas et al., 1996) |

Andrew et al. (2003) ทำการศึกษาผลของขนาดลูกเทนนิสที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาและอัตราเร่งของไม้เทนนิสของนักกีฬาขณะวอลเลย์ ด้วยการให้นักกีฬาหัดใหม่และระดับกลางวอลเลย์หน้ามือและหลังมือ ลูกเทนนิสที่มีความเร็วสูง 27 เมตร/วินาที (60.4 mph) ความเร็วกลาง 22 เมตร/วินาที (50.8 mph) ความเร็วสูง 20 เมตร/วินาที (44.7 mph) สามขนาดคือ Willson Rally, Penn Oversize, และ U.S. Open extra duty felt ผลแสดงให้เห็นว่า เวลาปฏิกิริยาของนักกีฬาในการตีลูกเทนนิสที่มีความเร็วสูงจะน้อยกว่าเวลาปฏิกิริยาสำหรับการตีลูกเทนนิสที่มีความเร็วต่ำอย่างมีนัยสำคัญ และเวลาปฏิกิริยาของการตีลูกวอลเลย์หน้ามือจะน้อยกว่าเวลาปฏิกิริยาของการตีลูกวอลเลย์หลังมืออย่างมีนัยสำคัญ แต่เวลาปฏิกิริยาระหว่างการตีลูกเทนนิสที่มีขนาดต่างกันจะไม่มีความแตกต่างกัน และเวลาการเคลื่อนไหวในการตีลูกเทนนิสที่มีความเร็วสูงจะน้อยกว่าการตีลูกเทนนิสที่มีความเร็วปานกลางและช้าอย่างมีนัยสำคัญ และเวลาการเคลื่อนไหวในการตีลูกเทนนิสที่มีขนาดต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเวลาการเคลื่อนไหวในการวอลเลย์หลังมือจะน้อยกว่าการวอลเลย์หน้ามืออย่างมีนัยสำคัญ และมีปฏิสัมพันธ์ของเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างความเร็วของลูกเทนนิสและชนิดของลูกเทนนิส ซึ่งหมายความว่า เวลาการเคลื่อนไหวจะน้อยลงด้วยการเพิ่มขึ้นของความเร็วของลูกเทนนิสทั้งสามขนาด และลูกเทนนิสที่มีขนาดใหญ่ขึ้นความเร็วของเกมจะช้าลง

Tsai et al. (1997) ได้ทำการศึกษาทางด้านชีวกลศาสตร์ของความเร็วลูกแบดมินตันขณะกระทบหน้าไม้ในการตีลูกทักษะต่างๆจากการปล่อยลูกไปทางมุมด้านหลัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาแบดมินตันระดับชาติประเทศไชนิสไทเป ผลการวิจัยพบว่า ในทักษะการตีลูกตบ (smash) ความเร็วของลูกเฉลี่ยเป็น 62.12 เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 223 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทักษะการตีลูกโด่งท้ายคอร์ท (clear) ความเร็วของลูกเฉลี่ยเป็น 47.76 เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 171.93 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทักษะการตีลูกหยอด ความเร็วของลูกเฉลี่ยเป็น 25 เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

**กรอบแนวคิดการวิจัย**



# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนในการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการออกตัวของนักกีฬาแบดมินตัน (เพื่อนำผลความหนักของยางยืดที่เหมาะสมจากการทดสอบในการวิจัยขั้นตอนนี้ไปใช้ในการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อในขั้นตอนที่ 2)

ขั้นตอนที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน

**ขั้นตอนที่ 1** เพื่อเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการออกตัวของนักกีฬาแบดมินตัน

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาแบดมินตันชาย ซึ่งได้จากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากสโมสรแบดมินตันธนบุรี จำนวน 15 คน โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบถ่วงดุลลำดับ (Counter Balanced Design)

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย**

1. ต้องเป็นนักกีฬาแบดมินตันเพศชาย ที่มีอายุระหว่าง 14-18 ปี ทำการฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ
2. ไม่มีโรคประจำตัว
3. ต้องไม่ได้รับการฝึกเสริมนอกเหนือจากการฝึกซ้อมแบดมินตันตามปกติในช่วง 2 เดือนก่อนทำการวิจัย
4. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย**

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

**ขั้นตอนการวิจัย**

1. นำเสนอรูปแบบการศึกษาความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อขาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขเพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ซึ่งค่าที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.50 (Cox and Vargas, 1996)

2. นำรูปแบบการศึกษาความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อขาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

3. นำรูปแบบการศึกษาความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อขาเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน เพื่อพิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

4. นำรูปแบบการศึกษาความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อขาไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

1. ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยทดสอบตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือ แรง ความเร็ว และพลังโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอีก 3 คน เป็นผู้ดำเนินการทดสอบทุกครั้ง (ทีมวิจัยชุดเดิมทุกครั้ง) ในทุกกลุ่มการทดลอง และใช้สถานที่ในการทดสอบ ที่ศูนย์การทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. นักกีฬาทุกคนต้องทำการทดสอบเปรียบเทียบหาผลฉับพลันของพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่ ขณะที่มีแรงต้านจากภายนอก คือ แรงต้านจากการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก ความหนักที่ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบถ่วงดุลลำดับ คือ นักกีฬาทั้ง 15 คน จะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆละ 5 คน โดยในแต่ละสัปดาห์ ทั้ง 3 กลุ่มจะได้ทดสอบที่ระดับความหนัก 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด สลับกันจนทั้ง 3 กลุ่มได้รับการทดสอบทุกระดับความหนัก ใช้การทดสอบทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ โดยแต่ละครั้งนักกีฬาต้องทำการทดสอบปฏิบัติด้วยการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) และแบ็คแฮนด์ (Backhand) ข้างละ 3 ครั้ง และนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

3. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้ทำการทดสอบและบันทึกผลซึ่งในการทดสอบทุกขั้นตอนกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยจะทราบผลของการทดสอบ

4. นำผลการทดสอบที่ได้มากำหนดความหนักในการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อในขั้นตอนที่ 2

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. เครื่องฝึกพลังด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก (Vertimax) รุ่นวี 6โปร (V 6 Pro) ประเทศสหรัฐอเมริกา

2. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ (Motion analysis) ระบบ Optical เครื่องหมายการค้า Qualisys Track Manager (QTM) ประเทศสวีเดน ความถี่ 200 Hz

3. ตลับเมตร

4. เทปกาว

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

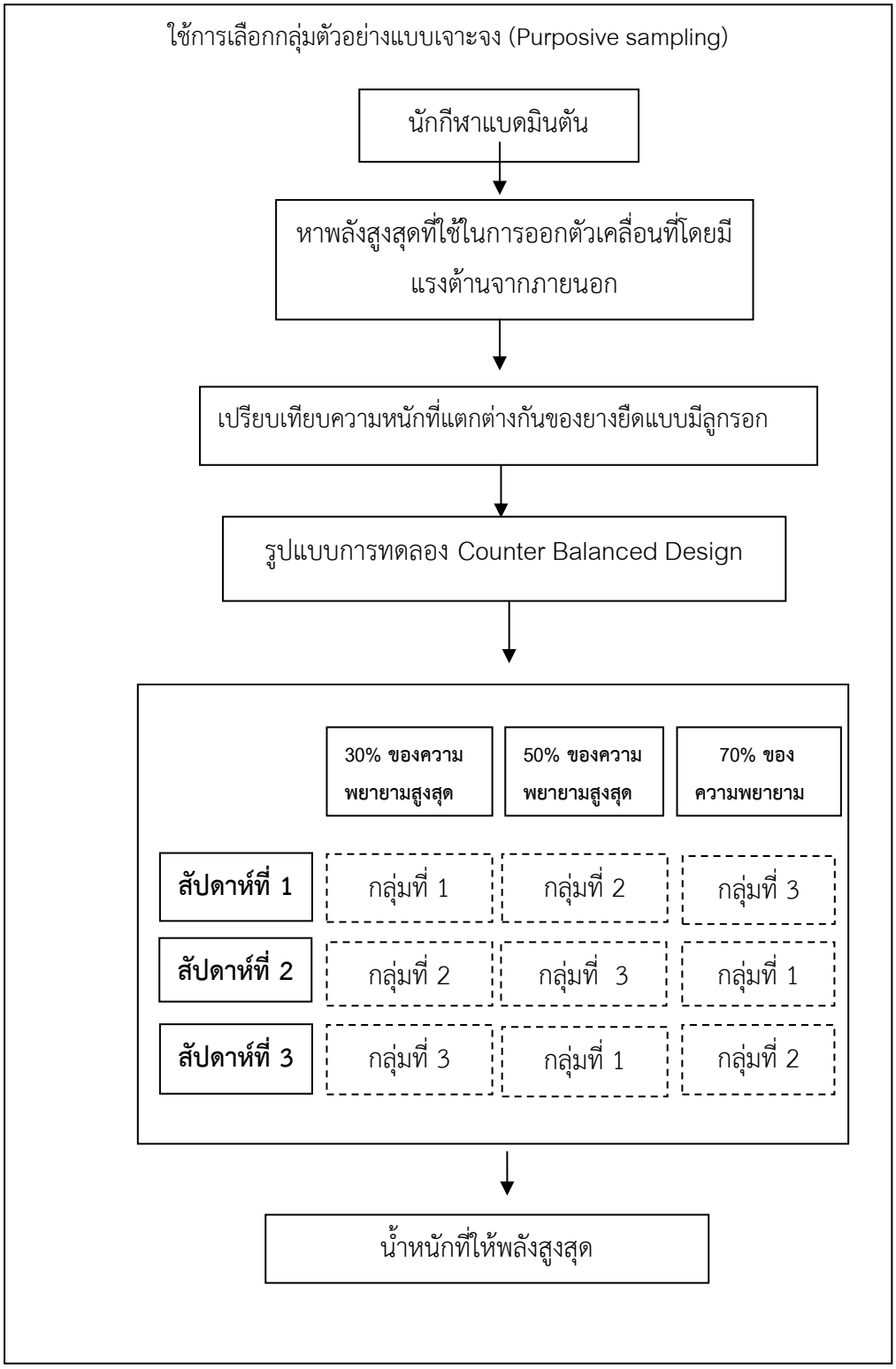
เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขา นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาค่าสถิติ ดังนี้

1. วิเคราะห์ผลของการทดสอบทุกรายการระหว่างกลุ่มโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measure) ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

2. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Chulalongkorn University

**ขั้นตอนที่ 1** เพื่อเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขา



**ขั้นตอนที่ 2** เพื่อศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาแบดมินตันชาย ซึ่งได้จากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากสโมสรแบดมินตันที่ไทยแลนด์ จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้การกำหนดกลุ่มแบบสุ่ม (Random assignment) ด้วยการจับสลากเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ผู้วิจัยได้ใช้ตารางการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ โคเฮน (Cohen, 1969) โดยกำหนดค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ .50 และค่าอำนาจของการทดสอบ (Power of the test) ที่ .70 ค่าระดับนัยสำคัญ (Alpha) ที่ .05

**กลุ่มควบคุม** คือ กลุ่มที่ฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติเพียงอย่างเดียว ไม่ได้รับการฝึกเสริมใดๆ จำนวน10 คน

**กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา (กลุ่มทดลองที่ 1)** คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาและฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติ จำนวน10 คน

**กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (กลุ่มทดลองที่ 2)** คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติ จำนวน 10 คน

**กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (กลุ่มทดลองที่ 3)** คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติ จำนวน 10 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย**

1. ต้องเป็นนักกีฬาแบดมินตันเพศชาย ที่มีอายุระหว่าง 14-18 ปี ทำการฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ
2. ไม่มีโรคประจำตัว
3. ต้องไม่ได้รับการฝึกเสริมนอกเหนือจากการฝึกซ้อมแบดมินตันตามปกติในช่วง 2 เดือนก่อนทำการวิจัย
4. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย**

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. เข้าร่วมการฝึกตามโปรแกรมน้อยกว่า 20 ครั้ง
3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

**ขั้นตอนการวิจัย**

1. นำเสนอรูปแบบการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขเพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ซึ่งค่าที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.50 (Cox and Vargas, 1996)

**ค่าดัชนีความสอดคล้องของโปรแกรมการฝึกและวิธีการทดสอบ**
**ที่ผ่านการพิจาราณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ**

| เนื้อหา | ค่าดัชนีความสอดคล้อง |
|---|---|
| **การฝึกเวลาปฏิกิริยา** | |
| ท่าที่ใช้ในการฝึก(จำนวนท่าและความเหมาะสม) | 1.0 |
| จำนวนครั้งต่อชุดการฝึก (8 ครั้ง/ชุด/ท่า) | 1.0 |
| จำนวนชุดที่ใช้ในการฝึก (2 ชุด/ท่า) | 1.0 |
| ระยะเวลาการพักระหว่างชุด (1 นาที) | 1.0 |
| จังหวะที่ใช้ในการฝึก เร็ว | 0.8 |
| ความถี่ของโปรแกรมการฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์ (จันทร์,พฤหัสบดี) | -0.1 |
| ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก 8 สัปดาห์ | 1.0 |
| **การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา** | |
| ท่าที่ใช้ในการฝึก(จำนวนท่าและความเหมาะสม) | 1.0 |
| จำนวนครั้งต่อชุดการฝึก (8 ครั้ง/ชุด/ท่า) | 1.0 |
| จำนวนชุดที่ใช้ในการฝึก (2 ชุด/ท่า) | 1.0 |
| ระยะเวลาการพักระหว่างชุด (1.30 นาที) | 1.0 |
| จังหวะที่ใช้ในการฝึก เร็ว | 1.0 |
| ความถี่ของโปรแกรมการฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์ (จันทร์,พฤหัสบดี) | 0.1 |
| ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก 8 สัปดาห์ | 1.0 |
| | |

| **วิธีการทดสอบ** | |
|---|---|
| วิธีการหาค่า น้ำหนักสูงสุด | 0.8 |
| วิธีการทดสอบในขั้นตอนการหาค่าพลังสูงสุด (พลังสูงสุดที่ใช้ในการออกตัว) | 0.8 |
| วิธีการทดสอบในขั้นตอนการหาเวลาตอบสนอง (ประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง) | 0.8 |

**หมายเหตุ** ได้มีการแก้ไข ปรับปรุง ในเรื่องความถี่ของโปรแกรมการฝึกแล้ว ซึ่งจากเดิมเป็น 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็น 3 ครั้งต่อสัปดาห์ รวมทั้งได้ทำการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและแก้ไขตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะ

2. นำรูปแบบการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

3. นำรูปแบบการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่เสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน เพื่อพิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

4. ขอความร่วมมือกับผู้ฝึกสอน นักกีฬาและผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ในส่วนของการวางแผนโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพกล้ามเนื้อ

5. นำรูปแบบการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ขณะทำการทดลอง**

ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกของแต่ละกลุ่ม เป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธและวันศุกร์ โดยโปรแกรมการฝึกเสริมจะเริ่มฝึกก่อนการฝึกซ้อมตามปกติ โดยทำการฝึกที่สโมสรแบดมินตันที ไทยแลนด์ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอีก 3 คนเป็นผู้ทำการฝึก และเป็นผู้บันทึกความร่วมมือในการฝึกของทุกกลุ่มการฝึก โดยนักกีฬาจะได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดจากผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยที่ผ่านการอบรมให้มีมาตรฐานเดียวกัน ทั้งนี้ได้มีการประสานงานกับผู้ฝึกสอน และนักกีฬาในการวางแผนทดสอบและการฝึก และขอความร่วมมือของทางสโมสร ให้นักกีฬาฝึกซ้อมตามแต่ละกลุ่มที่ได้แบ่งไว้อย่างเคร่งครัดตลอดช่วงการวิจัย 8 สัปดาห์

1.โปรแกรมการฝึกหลัก

1.1 โปรแกรมการฝึกซ้อมตามปกติ (ภาคผนวก ค)

2. โปรแกรมการฝึกเสริม

2.2.1 โปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยา (ภาคผนวก ง)

2.2.2 โปรแกรมการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (ภาคผนวก จ)

2.2.3 โปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (ภาคผนวก ฉ)

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ทำการทดสอบเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอีก 3 คน เป็นผู้ดำเนินการทดสอบทุกครั้ง (ทีมวิจัยชุดเดิมทุกครั้ง) ในทุกกลุ่มการทดลอง นักกีฬาทุกคนจะต้องทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง และใช้สถานที่ในการทดสอบ ที่กองวิจัย สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา อาคารนิมิตบุตร 2 ครั้ง คือ

ทดสอบครั้งที่ 1 (Pre-test) เป็นการทดสอบก่อนการทดลอง

ทดสอบครั้งที่ 2 (Post-test) เป็นการทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ (Motion analysis) ระบบ Optical เครื่องหมายการค้า Qualisys Track Manager (QTM) ประเทศสวีเดน ความถี่ 200 Hz

2. แผ่นวัดแรงปฏิกิริยา (Force plate) เครื่องหมายการค้า Kistler ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ความถี่ 200 Hz

3. ชุดเครื่องมือการกำหนดเวลาปฏิกิริยาแบบมีตัวเลือก 2 ตัวเลือก ประกอบด้วย หลอดไฟ 2 ดวง และโปรแกรมคำสั่ง ลูกแบดมินตัน 2 ลูก

4.ชุดอุปกรณ์และโปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยา ประกอบด้วย บอลปฏิกิริยา ลูกเทนนิส กรวย เทป นาฬิกาจับเวลา

5.ชุดอุปกรณ์และโปรแกรมการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย เครื่องฝึกพลังด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก (Vertimax) รุ่นวี 6โปร (V 6 Pro) ประเทศสหรัฐอเมริกา

6. ตลับเมตร

7. เทปกาว

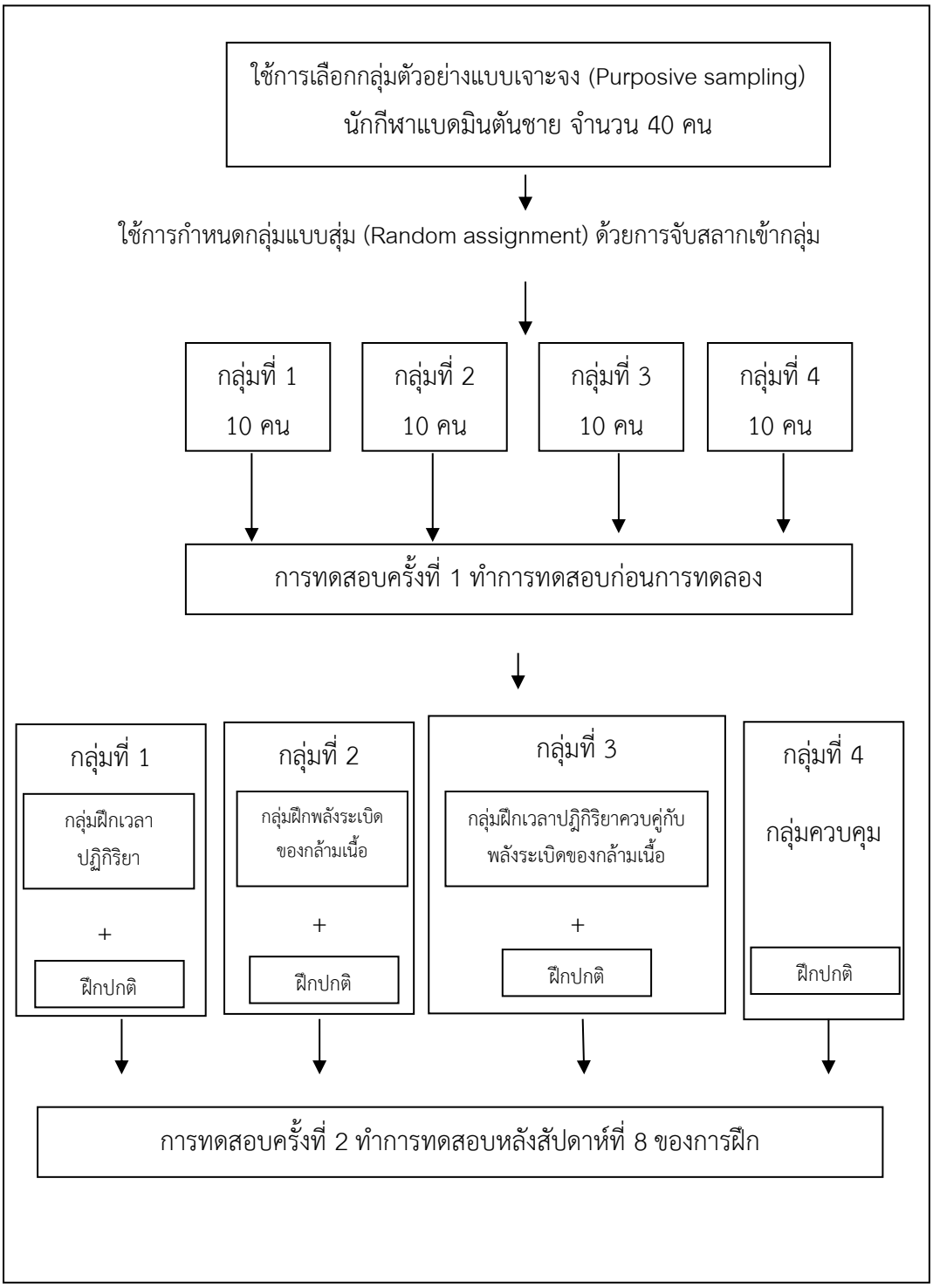
**การวิเคราะห์ข้อมูล**

เพื่อศึกษา และเปรียบเทียบผลของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนัก กับการฝึกด้วยแรงดันอากาศ และการฝึกในปัจจุบัน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean)
2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
3. ดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruency : IOC)
4. วิเคราะห์ผลของการทดสอบทุกรายการระหว่างกลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวมทางเดียว (One-way analysis of variance) ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni)
5. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ (Paired Sample t-test)
6. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ขั้นตอนที่ 2** เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน



# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาแบดมินตัน นอกจากนี้ในขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ แล้วจึงนำผลวิเคราะห์เสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง และแผนภูมิ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ตอนดังนี้

**ตอนที่ 1** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาแบดมินตัน

ตอนที่ 1.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลนักกีฬา อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และความยาวช่วงขาของนักกีฬา

ตอนที่ 1.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด

ตอนที่ 1.3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดของ ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยา การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระบิดของกล้ามเนื้อ

ตอนที่ 2.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลนักกีฬา อายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ของนักกีฬา

ตอนที่ 2.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่ม

ทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

ตอนที่ 2.3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ กลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

ตอนที่ 2.4 แผนภูมิแสดงค่าเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และภายในกลุ่มทดลอง ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ กลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

**ตอนที่ 1** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาแบดมินตัน

ตอนที่ 1.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลนักกีฬา อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และความยาวช่วงขาของนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| จำนวน (คน) | อายุ (ปี) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | น้ำหนัก (กิโลกรัม) | ความยาวช่วงขา (เซนติเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| 15 | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. |
| | 16.25 $\pm$ 0.78 | 168.77 $\pm$ 5.34 | 64.75 $\pm$ 4.85 | 103.1 $\pm$ 7.81 |

ตอนที่ 1.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุดในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand)

| ระดับความหนักของยางยืดแบบมีลูกรอก | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 30% ของความพยายามสูงสุด | 50% ของความพยายามสูงสุด | 70% ของความพยายามสูงสุด | F | Sig. |
| ตัวแปรตาม | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | | |
| พลังสูงสุด (วัตต์) | 41.32 $\pm$ 9.55 | 56.32 $\pm$ 11.97 | 74.59 $\pm$ 15.67 | 322.45 | 0.00* |
| แรงสูงสุด (นิวตัน) | 23.34 $\pm$ 5.40 | 34.74 $\pm$ 6.65 | 50.80 $\pm$ 10.37 | 392.29 | 0.00* |
| ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที) | 1.77 $\pm$ 0.08 | 1.62 $\pm$ 0.10 | 1.47 $\pm$ 0.08 | 199.89 | 0.00* |

*p < .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อ ทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีการของ Bonferroni ปรากฏผล ดังตารางที่ 6 ตารางที่ 7 และตารางที่ 8

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของพลังสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand)

| ระดับความหนักของยางยืดแบบมีลูกรอก | พลังสูงสุด (วัตต์) $\bar{x}$ | 30% ของความพยายามสูงสุด 41.32 | 50% ของความพยายามสูงสุด 56.32 | 70% ของความพยายามสูงสุด 74.59 |
|---|---|---|---|---|
| 30% ของความพยายามสูงสุด | 41.32 | - | -15.00* | -33.27* |
| 50% ของความพยายามสูงสุด | 56.32 | | - | -18.27* |
| 70% ของความพยายามสูงสุด | 74.59 | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) พบว่า ระดับความหนักที่ 70% ของความพยายามสูงสุด มีพลังสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 50% และ 30% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ระดับความหนักที่ 50% ของความพยายามสูงสุด มีพลังสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 30% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของแรงสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand)

| ระดับความหนักของยางยืดแบบมีลูกรอก | แรงสูงสุด (นิวตัน) $\bar{x}$ | 30% ของความพยายามสูงสุด 23.34 | 50% ของความพยายามสูงสุด 34.74 | 70% ของความพยายามสูงสุด 50.80 |
|---|---|---|---|---|
| 30% ของความพยายามสูงสุด | 23.34 | - | -11.40* | -27.46* |
| 50% ของความพยายามสูงสุด | 34.74 | | - | -16.06* |
| 70% ของความพยายามสูงสุด | 50.80 | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) พบว่า ระดับความหนักที่ 70% ของความพยายามสูงสุด มีแรงสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 50% และ 30% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ระดับความหนักที่ 50% ของความพยายามสูงสุด มีแรงสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 30% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand)

| ระดับความหนักของยางยืดแบบมีลูกรอก | ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที) $\bar{x}$ | 30% ของความพยายามสูงสุด 1.77 | 50% ของความพยายามสูงสุด 1.61 | 70% ของความพยายามสูงสุด 1.47 |
|---|---|---|---|---|
| 30% ของความพยายามสูงสุด | 1.77 | - | 0.16* | 0.30* |
| 50% ของความพยายามสูงสุด | 1.61 | | - | 0.14* |
| 70% ของความพยายามสูงสุด | 1.47 | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุดของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) พบว่า ระดับความหนักที่ 30% ของความพยายามสูงสุด มีความเร็วสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ระดับความหนักที่ 50% ของความพยายามสูงสุด มีความเร็วสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 70% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand)

| ระดับความหนักของยางยืดแบบมีลูกรอก | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 30% ของความพยายามสูงสุด | 50% ของความพยายามสูงสุด | 70% ของความพยายามสูงสุด | F | Sig. |
| ตัวแปรตาม | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | | |
| พลังสูงสุด (วัตต์) | 48.83 $\pm$ 11.81 | 65.15 $\pm$ 14.51 | 83.98 $\pm$ 17.53 | 141.54 | 0.00* |
| แรงสูงสุด (นิวตัน) | 24.93 $\pm$ 5.94 | 36.18 $\pm$ 7.53 | 52.18 $\pm$ 10.19 | 264.785 | 0.00* |
| ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที) | 1.99 $\pm$ 0.08 | 1.80 $\pm$ 0.10 | 1.61 $\pm$ 0.11 | 178.05 | 0.00* |

*p < .05

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อ ทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีการของ Bonferroni ปรากฏผล ดังตารางที่ 10 ตารางที่ 11 และตารางที่ 12

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของพลังสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand)

| ระดับความหนักของยางยืดแบบมีลูกรอก | พลังสูงสุด (วัตต์) $\bar{x}$ | 30% ของความพยายามสูงสุด 48.83 | 50% ของความพยายามสูงสุด 65.15 | 70% ของความพยายามสูงสุด 83.98 |
|---|---|---|---|---|
| 30% ของความพยายามสูงสุด | 48.83 | - | -16.32* | -35.15* |
| 50% ของความพยายามสูงสุด | 65.15 | | - | -18.83* |
| 70% ของความพยายามสูงสุด | 83.98 | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 10 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) พบว่า ระดับความหนักที่ 70% ของความพยายามสูงสุด มีพลังสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 50% และ 30% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ระดับความหนักที่ 50% ของความพยายามสูงสุด มีพลังสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 30% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของแรงสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand)

| ระดับความหนักของยางยืดแบบมีลูกรอก | แรงสูงสุด (นิวตัน) $\bar{x}$ | 30% ของความพยายามสูงสุด 24.93 | 50% ของความพยายามสูงสุด 36.18 | 70% ของความพยายามสูงสุด 52.18 |
|---|---|---|---|---|
| 30% ของความพยายามสูงสุด | 24.93 | - | -11.25* | -27.25* |
| 50% ของความพยายามสูงสุด | 36.18 | | - | -16.00* |
| 70% ของความพยายามสูงสุด | 52.18 | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 11 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) พบว่า ระดับความหนักที่ 70% ของความพยายามสูงสุด มีแรงสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 50% และ 30% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ระดับความหนักที่ 50% ของความพยายามสูงสุด มีแรงสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 30% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand)

| ระดับความหนักของยางยืดแบบมีลูกรอก | ความเร็วสูงสุด (เมตรต่อวินาที) $\bar{x}$ | 30% ของความพยายามสูงสุด 1.99 | 50% ของความพยายามสูงสุด 1.80 | 70% ของความพยายามสูงสุด 1.61 |
|---|---|---|---|---|
| 30% ของความพยายามสูงสุด | 1.99 | - | 0.19* | 0.38* |
| 50% ของความพยายามสูงสุด | 1.80 | | - | 0.19* |
| 70% ของความพยายามสูงสุด | 1.61 | | | - |

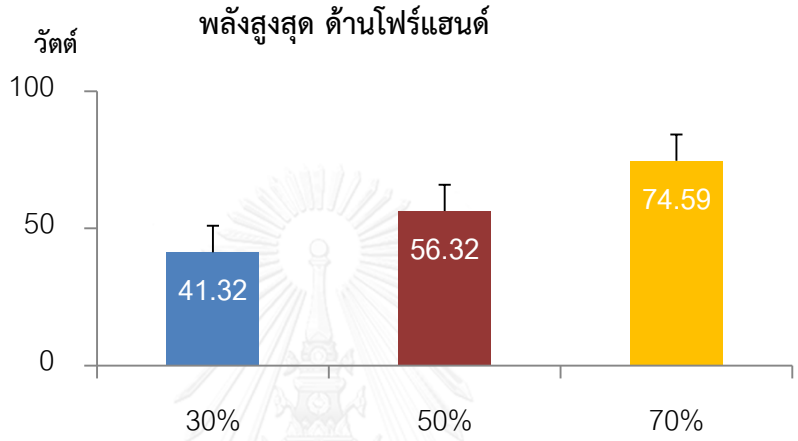
*p < .05

จากตารางที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุดของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) พบว่า ระดับความหนักที่ 30% ของความพยายามสูงสุด มีความเร็วสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

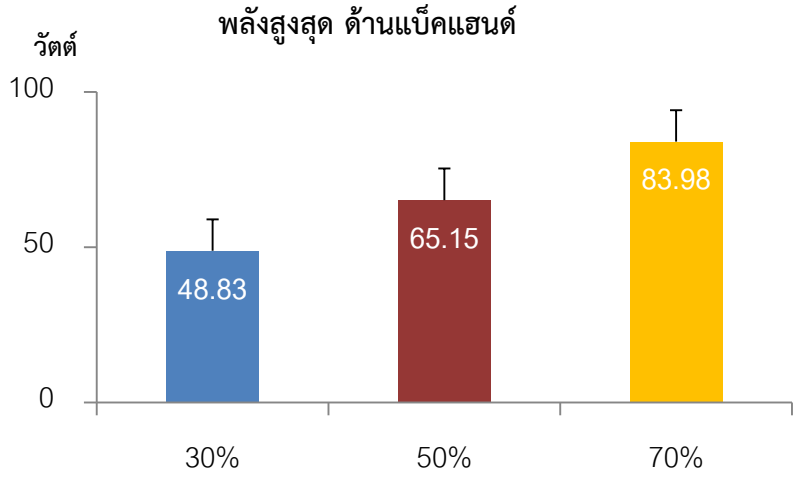
ระดับความหนักที่ 50% ของความพยายามสูงสุด มีความเร็วสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 70% ของความพยายามสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1.3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดของของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด

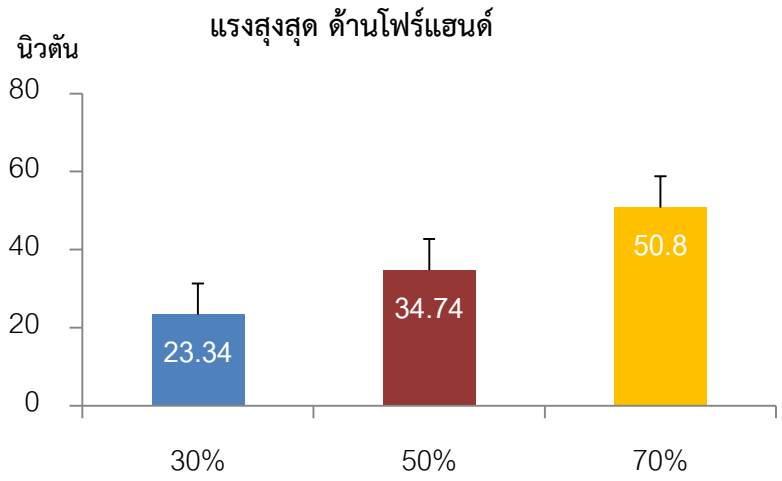
แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand)



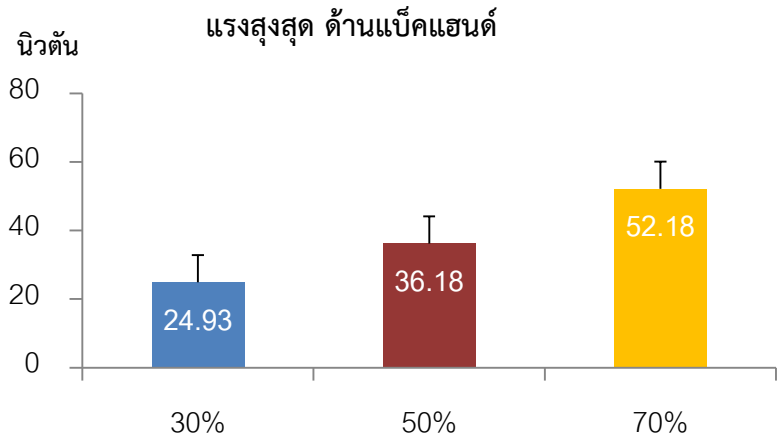

แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand)



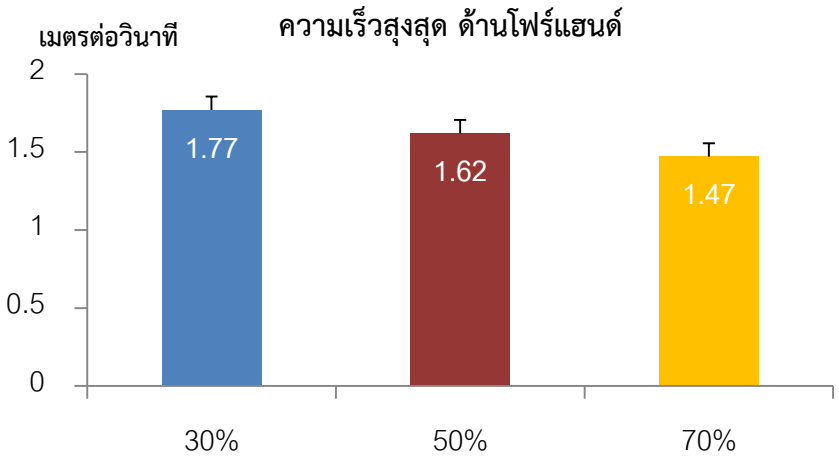
แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand)



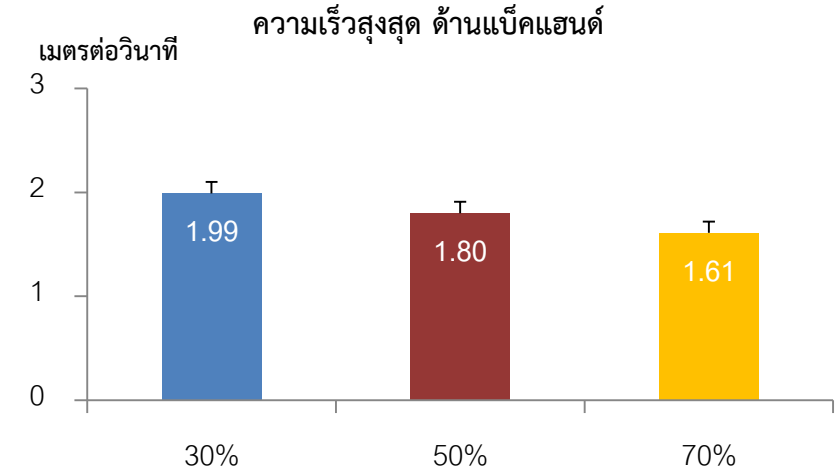

แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand)



แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand)




แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ของความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอก ที่ระดับ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand)



ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยา การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระบิดของกล้ามเนื้อ

ตอนที่ 2.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่ม

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| ก่อนการทดลอง | | | |
|---|---|---|---|
| กลุ่มตัวอย่าง | เวลาปฏิกิริยา (วินาที) $\bar{x} \pm$ S.D. | F | Sig. |
| กลุ่มควบคุม | 0.249 $\pm$ 0.05 | 0.44 | 0.72 |
| กลุ่มทดลองที่ 1 | 0.237 $\pm$ 0.04 | | |
| กลุ่มทดลองที่ 2 | 0.229 $\pm$ 0.06 | | |
| กลุ่มทดลองที่ 3 | 0.223 $\pm$ 0.06 | | |

$p > .05$

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลพื้นฐานของนักกีฬาแต่ละกลุ่ม

| กลุ่มตัวอย่าง | จำนวน (คน) | อายุ (ปี) | ส่วนสูง (เซนติเมตร) | น้ำหนัก (กิโลกรัม) |
|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. |
| กลุ่มควบคุม | 10 | 16.70 $\pm$ 0.95 | 170.40 $\pm$ 4.21 | 66.70 $\pm$ 3.07 |
| กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา | 10 | 16.40 $\pm$ 1.07 | 172.20 $\pm$ 4.03 | 68.00 $\pm$ 5.30 |
| กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ | 10 | 16.80 $\pm$ 1.03 | 169.30 $\pm$ 5.32 | 67.05 $\pm$ 5.61 |
| กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับกลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ | 10 | 16.50 $\pm$ 0.97 | 170.60 $\pm$ 4.28 | 66.05 $\pm$ 4.72 |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| ก่อนการทดลอง | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มควบคุม | กลุ่มทดลองที่ 1 | กลุ่มทดลองที่ 2 | กลุ่มทดลองที่ 3 | F | Sig. |
| ตัวแปรตาม | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.249 $\pm$ 0.05 | 0.237 $\pm$ 0.04 | 0.229 $\pm$ 0.06 | 0.223 $\pm$ 0.06 | 0.44 | 0.72 |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.910 $\pm$ 0.05 | 0.911 $\pm$ 0.05 | 0.922 $\pm$ 0.03 | 0.926 $\pm$ 0.04 | 0.34 | 0.79 |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.159 $\pm$ 0.06 | 1.148 $\pm$ 0.07 | 1.151 $\pm$ 0.05 | 1.149 $\pm$ 0.05 | 0.07 | 0.97 |

$p > .05$

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| ก่อนการทดลอง | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มควบคุม | กลุ่มทดลองที่ 1 | กลุ่มทดลองที่ 2 | กลุ่มทดลองที่ 3 | F | Sig. |
| ตัวแปรตาม | $\bar{x}$ $\pm$ S.D. | $\bar{x}$ $\pm$ S.D. | $\bar{x}$ $\pm$ S.D. | $\bar{x}$ $\pm$ S.D. | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.220 $\pm$ 0.05 | 0.207 $\pm$ 0.05 | 0.213 $\pm$ 0.05 | 0.219 $\pm$ 0.06 | 0.12 | 0.94 |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.936 $\pm$ 0.06 | 0.927 $\pm$ 0.04 | 0.912 $\pm$ 0.08 | 0.927 $\pm$ 0.05 | 0.25 | 0.85 |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.146 $\pm$ 0.06 | 1.134 $\pm$ 0.05 | 1.125 $\pm$ 0.05 | 1.145 $\pm$ 0.05 | 0.34 | 0.79 |

$p > .05$

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มควบคุม | กลุ่มทดลองที่ 1 | กลุ่มทดลองที่ 2 | กลุ่มทดลองที่ 3 | F | Sig. |
| ตัวแปรตาม | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | $\bar{x} \pm$ S.D. | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.226 $\pm$ 0.02 | 0.195 $\pm$ 0.01 | 0.246 $\pm$ 0.04 | 0.166 $\pm$ 0.02 | 16.83 | 0.00* |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.927 $\pm$ 0.05 | 0.926 $\pm$ 0.03 | 0.814 $\pm$ 0.02 | 0.897 $\pm$ 0.01 | 28.77 | 0.00* |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.152 $\pm$ 0.05 | 1.121 $\pm$ 0.04 | 1.093 $\pm$ 0.05 | 1.063 $\pm$ 0.01 | 9.48 | 0.00* |

*p < .05

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ กลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีการของ Bonferroni ปรากฏผล ดังตารางที่ 17 ตารางที่ 18 และตารางที่ 19

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาปฏิกิริยา ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| กลุ่มตัวอย่าง | เวลาปฏิกิริยา (วินาที) $\bar{x}$ | กลุ่มควบคุม | กลุ่มทดลองที่ 1 | กลุ่มทดลองที่ 2 | กลุ่มทดลองที่ 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.226 | 0.195 | 0.246 | 0.166 |
| กลุ่มควบคุม | 0.226 | - | 0.031* | -0.020* | -0.060* |
| กลุ่มทดลองที่ 1 | 0.195 | | - | -0.051* | 0.029 |
| กลุ่มทดลองที่ 2 | 0.246 | | | - | 0.080* |
| กลุ่มทดลองที่ 3 | 0.166 | | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 17 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา ไม่แตกต่างกัน และดีกว่า กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาเคลื่อนไหว ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| กลุ่มตัวอย่าง | เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) $\bar{x}$ | กลุ่มควบคุม | กลุ่มทดลองที่ 1 | กลุ่มทดลองที่ 2 | กลุ่มทดลองที่ 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.927 | 0.926 | 0.814 | 0.897 |
| กลุ่มควบคุม | 0.927 | - | 0.001 | 0.113* | 0.030 |
| กลุ่มทดลองที่ 1 | 0.926 | | - | 0.112* | 0.029 |
| กลุ่มทดลองที่ 2 | 0.814 | | | - | -0.083* |
| กลุ่มทดลองที่ 3 | 0.897 | | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 18 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาเคลื่อนไหว ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเวลาเคลื่อนไหวดีกว่า กลุ่มควบคุมกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Chulalongkorn University

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| กลุ่มตัวอย่าง | เวลาตอบสนอง (วินาที) $\bar{x}$ | กลุ่มควบคุม | กลุ่มทดลองที่ 1 | กลุ่มทดลองที่ 2 | กลุ่มทดลองที่ 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.152 | 1.121 | 1.093 | 1.063 |
| กลุ่มควบคุม | 1.152 | - | 0.031 | 0.059* | 0.089* |
| กลุ่มทดลองที่ 1 | 1.121 | | - | 0.028 | 0.058* |
| กลุ่มทดลองที่ 2 | 1.093 | | | - | 0.030 |
| กลุ่มทดลองที่ 3 | 1.063 | | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 19 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ ทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองไม่แตกต่างกัน และดีกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองดีกว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองดีกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มควบคุม | กลุ่มทดลองที่ 1 | กลุ่มทดลองที่ 2 | กลุ่มทดลองที่ 3 | F | Sig. |
| ตัวแปรตาม | $\bar{x}$ $\pm$ S.D. | $\bar{x}$ $\pm$ S.D. | $\bar{x}$ $\pm$ S.D. | $\bar{x}$ $\pm$ S.D. | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.228 $\pm$ 0.03 | 0.167 $\pm$ 0.04 | 0.260 $\pm$ 0.04 | 0.180 $\pm$ 0.01 | 15.10 | 0.00* |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.924 $\pm$ 0.05 | 0.930 $\pm$ 0.03 | 0.829 $\pm$ 0.05 | 0.858 $\pm$ 0.04 | 14.49 | 0.00* |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.152 $\pm$ 0.06 | 1.107 $\pm$ 0.05 | 1.088 $\pm$ 0.03 | 1.037 $\pm$ 0.04 | 10.86 | 0.00* |

*p < .05

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีการของ Bonferroni ปรากฏผล ดังตารางที่ 21 ตารางที่ 22 และตารางที่ 23

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาปฏิกิริยา ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| กลุ่มตัวอย่าง | เวลาปฏิกิริยา (วินาที) $\bar{x}$ | กลุ่มควบคุม | กลุ่มทดลองที่ 1 | กลุ่มทดลองที่ 2 | กลุ่มทดลองที่ 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.228 | 0.167 | 0.260 | 0.180 |
| กลุ่มควบคุม | 0.228 | - | 0.061* | -0.032* | -0.048* |
| กลุ่มทดลองที่ 1 | 0.167 | | - | -0.093* | -0.013 |
| กลุ่มทดลองที่ 2 | 0.260 | | | - | 0.080* |
| กลุ่มทดลองที่ 3 | 0.180 | | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 21 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ ทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา ไม่แตกต่างกัน และดีกว่า กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาเคลื่อนไหว ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ กลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| กลุ่มตัวอย่าง | เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) $\bar{x}$ | กลุ่มควบคุม | กลุ่มทดลองที่ 1 | กลุ่มทดลองที่ 2 | กลุ่มทดลองที่ 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.924 | 0.930 | 0.829 | 0.858 |
| กลุ่มควบคุม | 0.924 | - | -0.006 | -0.095* | 0.066* |
| กลุ่มทดลองที่ 1 | 0.930 | | - | 0.101* | 0.072* |
| กลุ่มทดลองที่ 2 | 0.829 | | | - | -0.029 |
| กลุ่มทดลองที่ 3 | 0.858 | | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 22 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาเคลื่อนไหว ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา ไม่แตกต่างกัน และดีกว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ กลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ

| กลุ่มตัวอย่าง | เวลาตอบสนอง (วินาที) $\bar{x}$ | กลุ่มควบคุม | กลุ่มทดลองที่ 1 | กลุ่มทดลองที่ 2 | กลุ่มทดลองที่ 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.152 | 1.107 | 1.088 | 1.037 |
| กลุ่มควบคุม | 1.152 | - | 0.045 | 0.064* | 0.115* |
| กลุ่มทดลองที่ 1 | 1.107 | | - | 0.019 | 0.070* |
| กลุ่มทดลองที่ 2 | 1.088 | | | - | 0.051 |
| กลุ่มทดลองที่ 3 | 1.037 | | | | - |

*p < .05

จากตารางที่ 23 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนอง ไม่แตกต่างกัน และดีกว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2.3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของเวลาปฏิกิริยาเวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ

| กลุ่มควบคุม | ก่อนการทดลอง | | หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | t | sig |
| ตัวแปร | | | | | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.249 | 0.05 | 0.226 | 0.02 | 1.293 | 0.22 |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.911 | 0.05 | 0.927 | 0.05 | -1.063 | 0.31 |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.159 | 0.06 | 1.153 | 0.05 | 0.876 | 0.40 |

$p > .05$

จากตารางที่ 24 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ

| กลุ่มควบคุม | ก่อนการทดลอง | | หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | t | Sig |
| ตัวแปร | | | | | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.220 | 0.05 | 0.228 | 0.03 | -0.429 | 0.67 |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.936 | 0.06 | 0.924 | 0.05 | 0.642 | 0.53 |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.146 | 0.06 | 1.152 | 0.06 | -2.343 | 0.44 |

$p > .05$

จากตารางที่ 25 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา

| กลุ่มทดลองที่ 1 | ก่อนการทดลอง | | หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | t | Sig |
| ตัวแปร | | | | | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.237 | 0.04 | 0.195 | 0.01 | 3.345 | 0.00* |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.911 | 0.05 | 0.926 | 0.03 | -0.966 | 0.35 |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.148 | 0.08 | 1.121 | 0.04 | 1.140 | 0.28 |

*p < .05

จากตารางที่ 26 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา พบว่า

ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาเคลื่อนไหว ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา

| กลุ่มทดลองที่ 1 | ก่อนการทดลอง | | หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | t | Sig |
| ตัวแปร | | | | | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.207 | 0.05 | 0.167 | 0.04 | 2.749 | 0.02* |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.927 | 0.04 | 0.930 | 0.03 | -0.205 | 0.84 |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.134 | 0.05 | 1.107 | 0.05 | 2.077 | 0.06 |

*p < .05

จากตารางที่ 27 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา พบว่า

ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาเคลื่อนไหว ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| กลุ่มทดลองที่ 2 | ก่อนการทดลอง | | หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | t | Sig |
| ตัวแปร | | | | | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.229 | 0.06 | 0.246 | 0.04 | -0.764 | 0.46 |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.922 | 0.03 | 0.814 | 0.02 | 10.166 | 0.00* |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.151 | 0.05 | 1.092 | 0.05 | 2.385 | 0.04* |

*p < .05

จากตารางที่ 28 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า

ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาเคลื่อนไหว ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| กลุ่มทดลองที่ 2 | ก่อนการทดลอง | | หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | t | Sig |
| ตัวแปร | | | | | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.213 | 0.05 | 0.260 | 0.04 | -2.532 | 0.32 |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.912 | 0.09 | 0.829 | 0.05 | 3.153 | 0.01* |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.125 | 0.05 | 1.088 | 0.03 | 3.101 | 0.01* |

*p < .05

จากตารางที่ 29 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า

ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาเคลื่อนไหว ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาเวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| กลุ่มทดลองที่ 3 | ก่อนการทดลอง | | หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | t | Sig |
| ตัวแปร | | | | | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.223 | 0.06 | 0.166 | 0.02 | 2.356 | 0.04* |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.926 | 0.04 | 0.897 | 0.01 | 2.487 | 0.03* |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.149 | 0.05 | 1.063 | 0.01 | 04.265 | 0.00* |

*p < .05

จากตารางที่ 30 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่ม ทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า

ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาเคลื่อนไหว ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

| กลุ่มทดลองที่ 3 | ก่อนการทดลอง | | หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | t | Sig |
| ตัวแปร | | | | | | |
| เวลาปฏิกิริยา (วินาที) | 0.219 | 0.06 | 0.180 | 0.01 | 2.545 | 0.03* |
| เวลาเคลื่อนไหว (วินาที) | 0.927 | 0.05 | 0.858 | 0.04 | 3.865 | 0.00* |
| เวลาตอบสนอง (วินาที) | 1.145 | 0.05 | 1.037 | 0.04 | 6.862 | 0.00* |

*p < .05

จากตารางที่ 31 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่ม ทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า

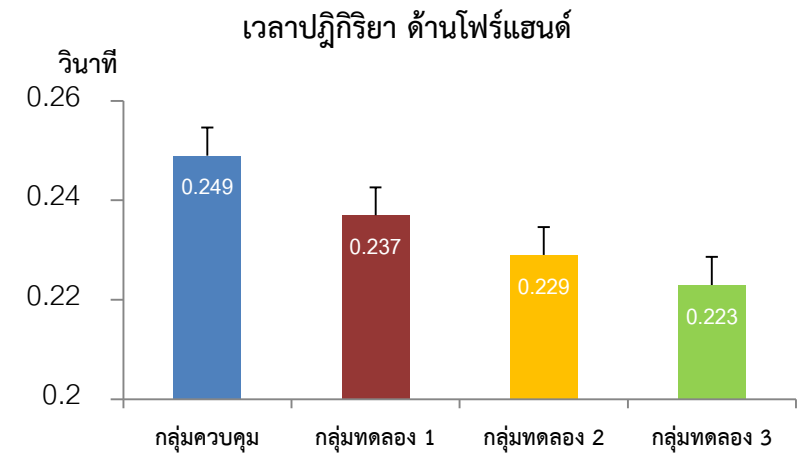
ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาเคลื่อนไหว ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

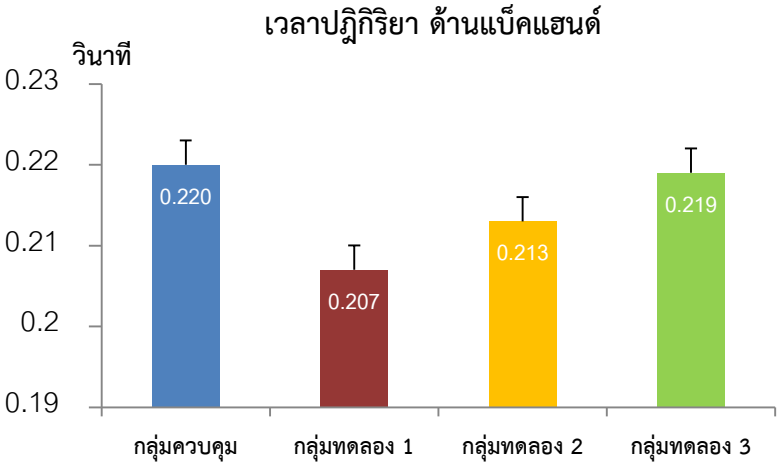
ตอนที่ 2.4 แผนภูมิแสดงค่าเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลั

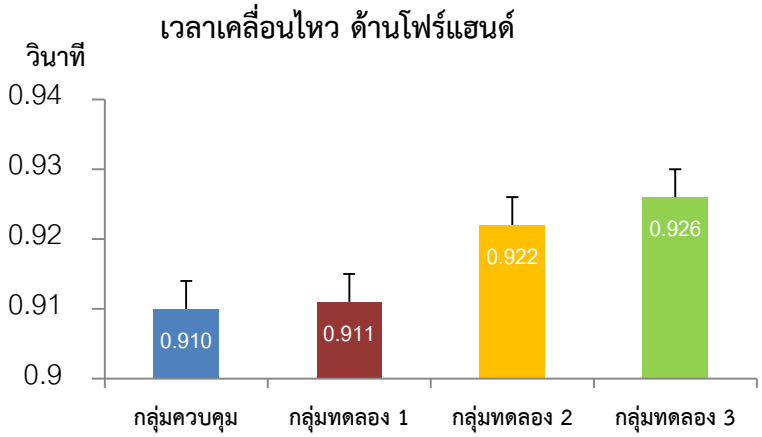



แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

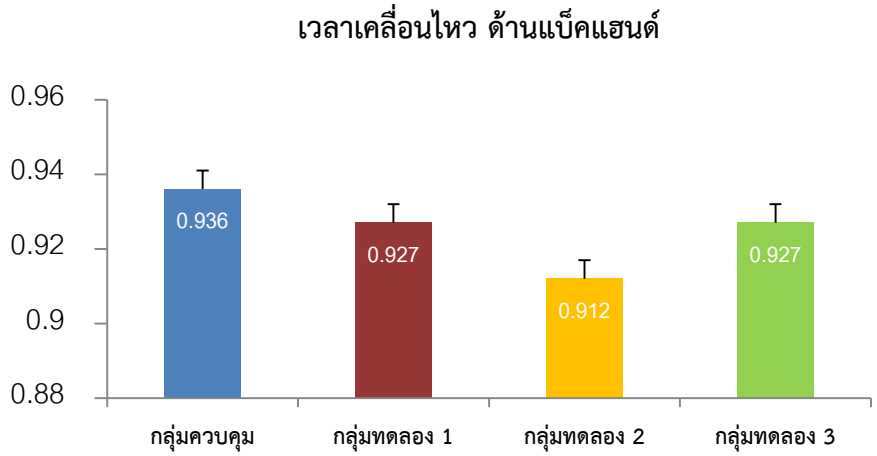
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



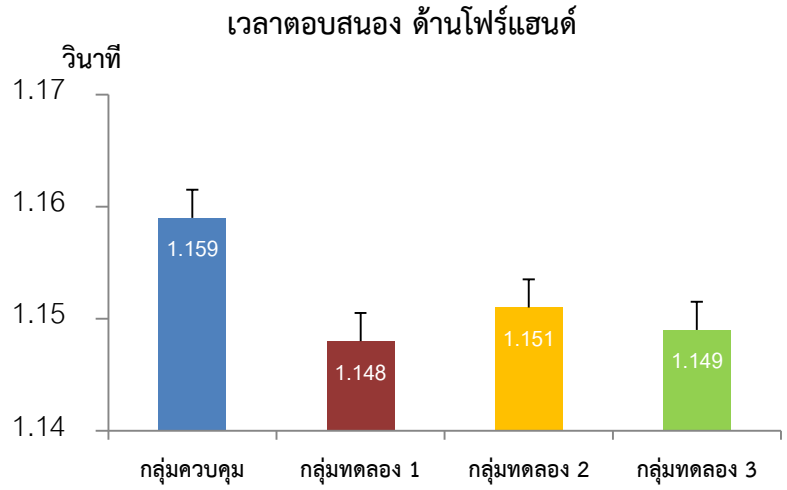
แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาเคลื่อนไหวในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ



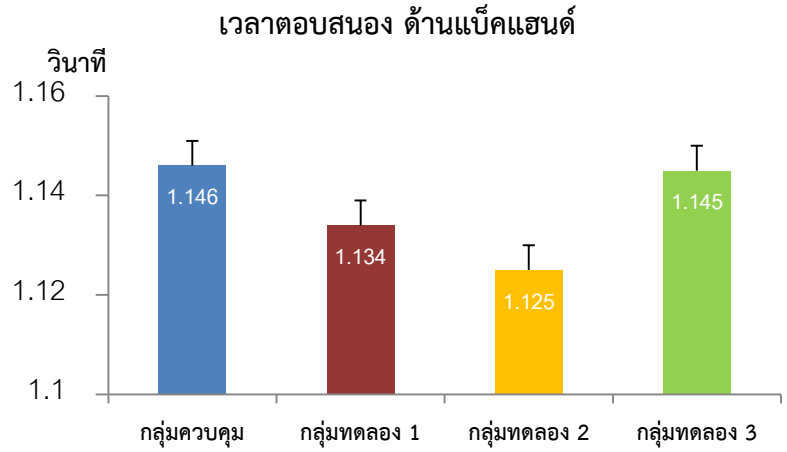

แผนภูมิที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาเคลื่อนไหวในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ



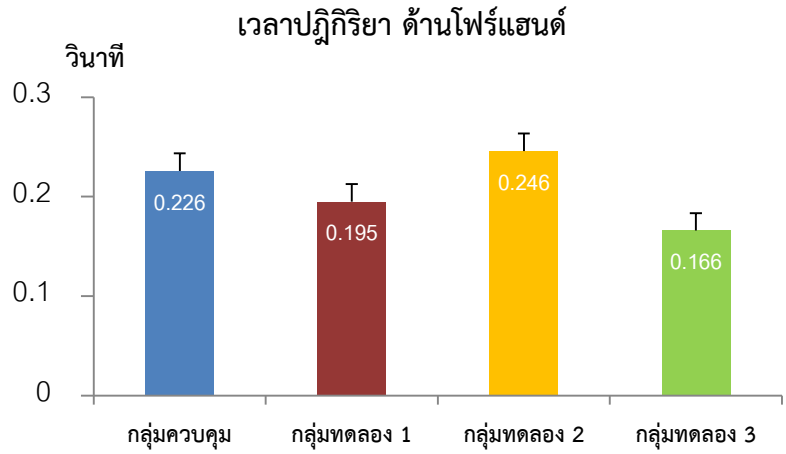
แผนภูมิที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ




แผนภูมิที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

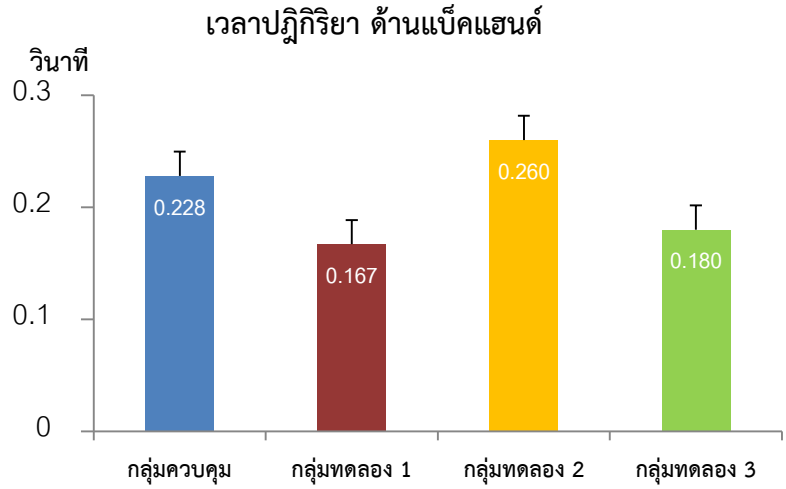


แผนภูมิที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

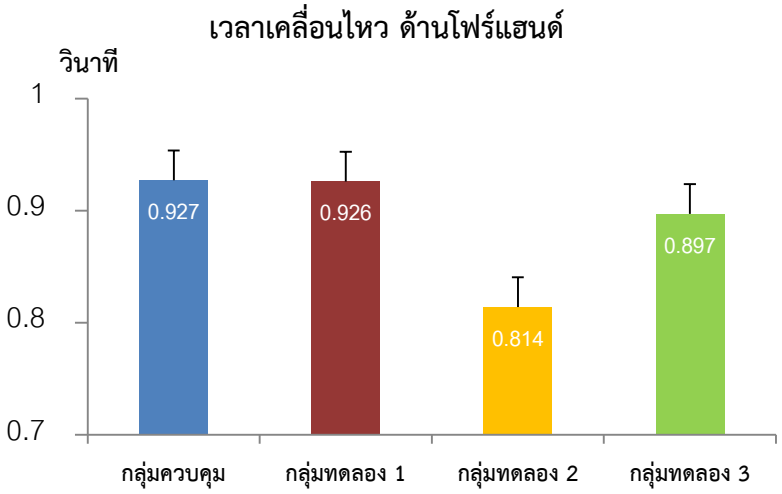



แผนภูมิที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

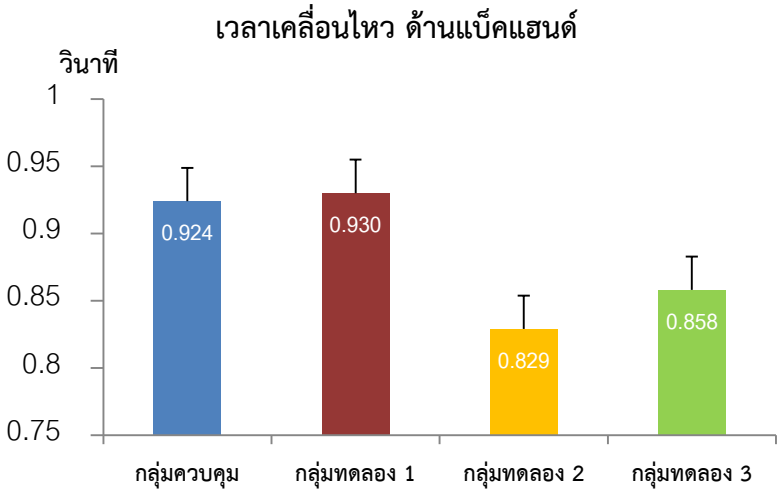
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



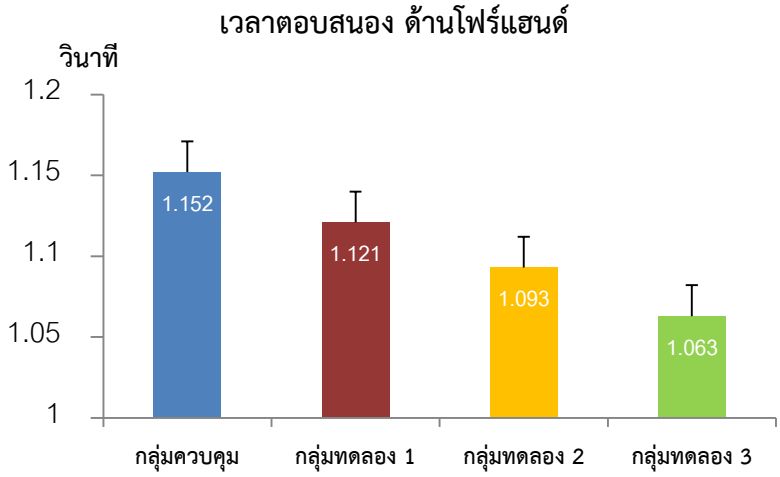
แผนภูมิที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาเคลื่อนไหวในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ



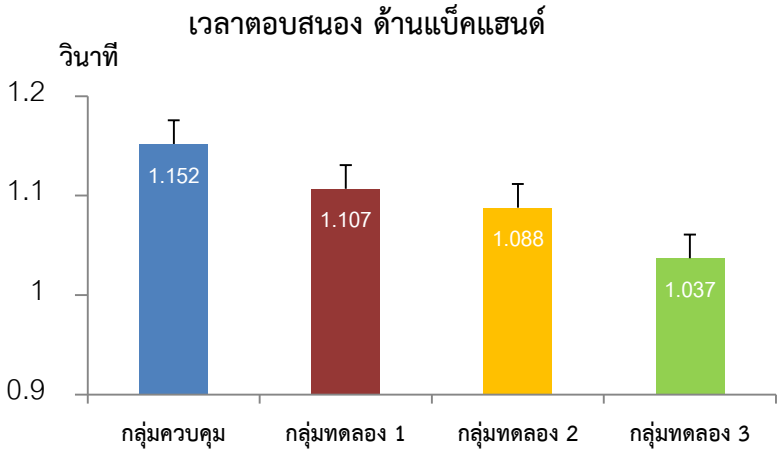

แผนภูมิที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาเคลื่อนไหวในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ



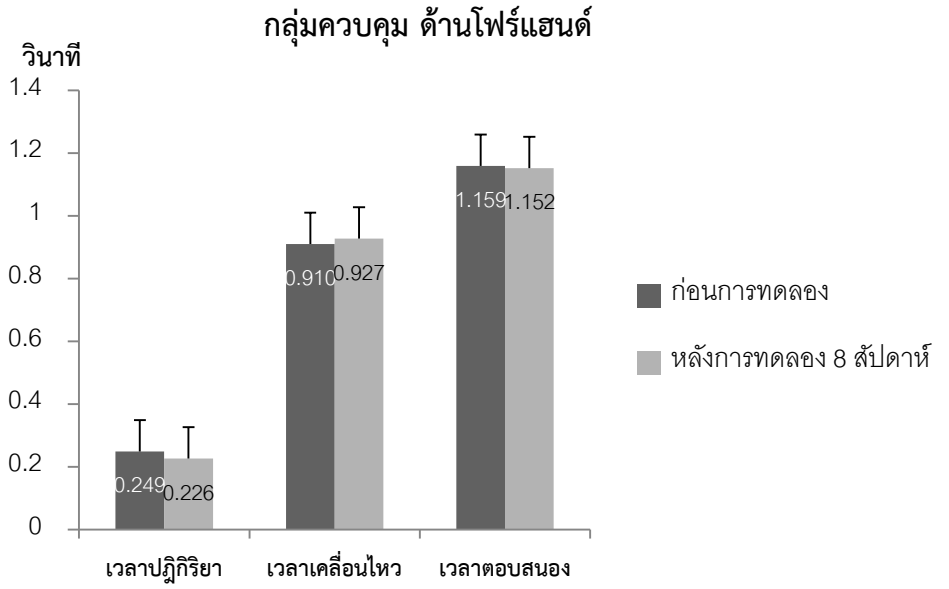
แผนภูมิที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ



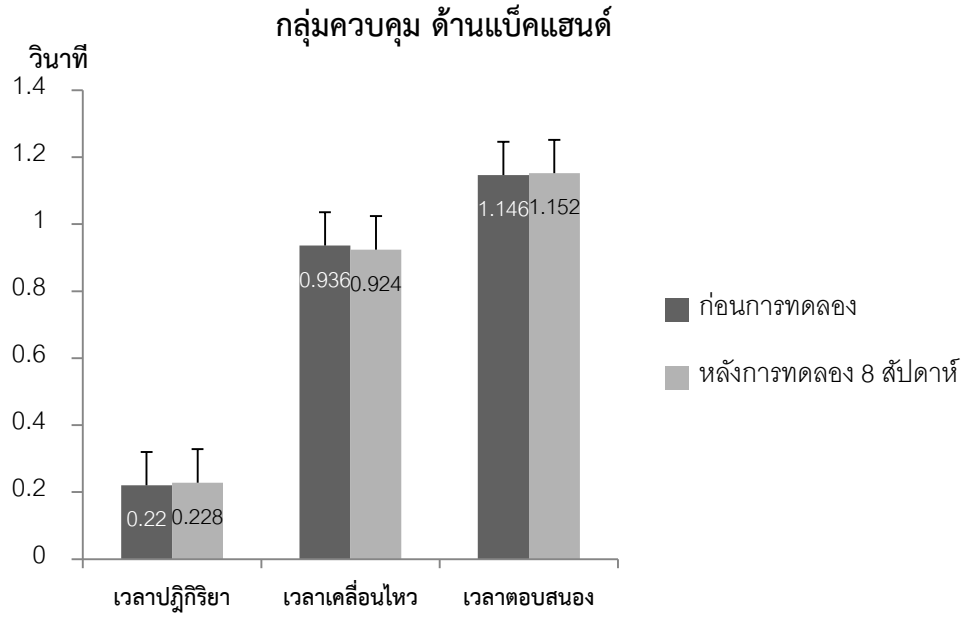

แผนภูมิที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มควบคุม ฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ



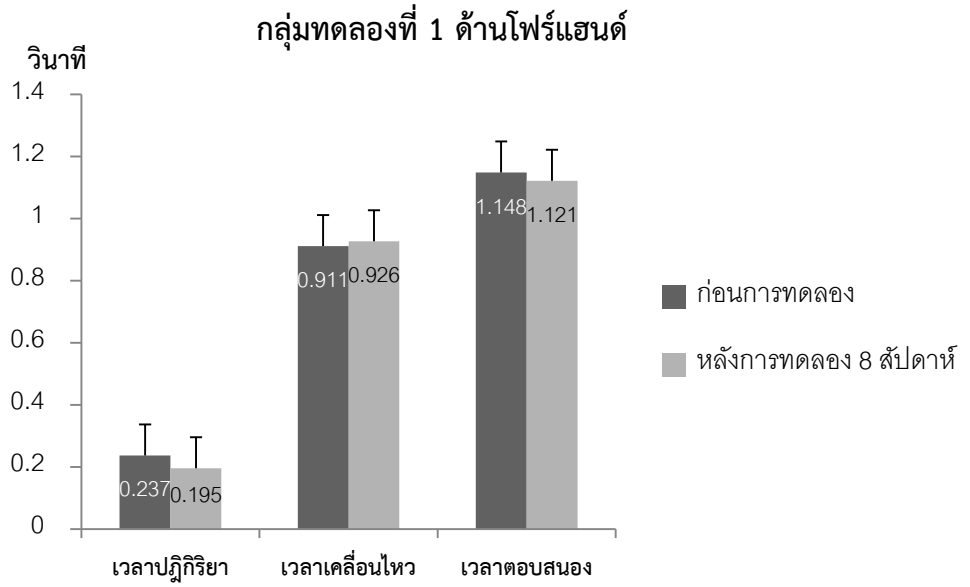
แผนภูมิที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ



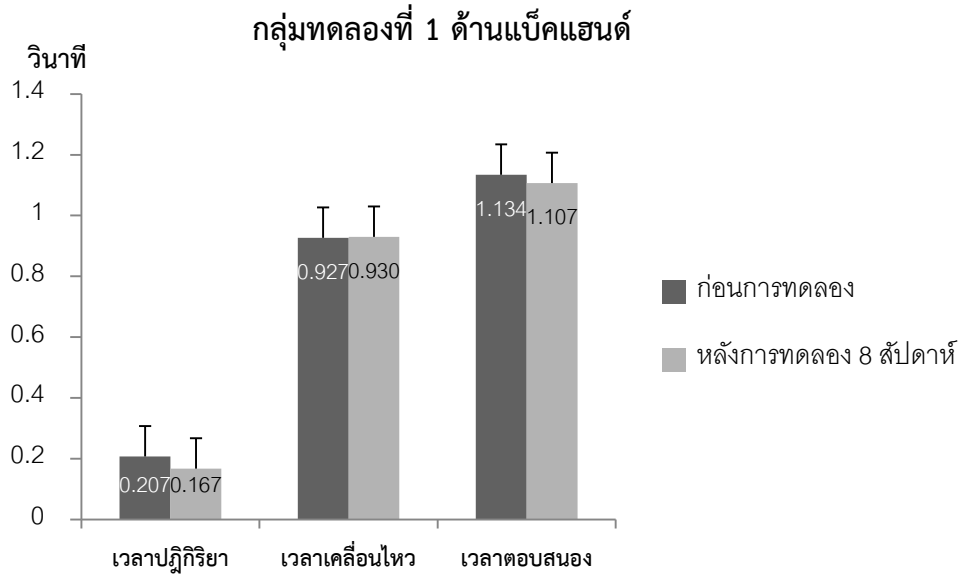

แผนภูมิที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ



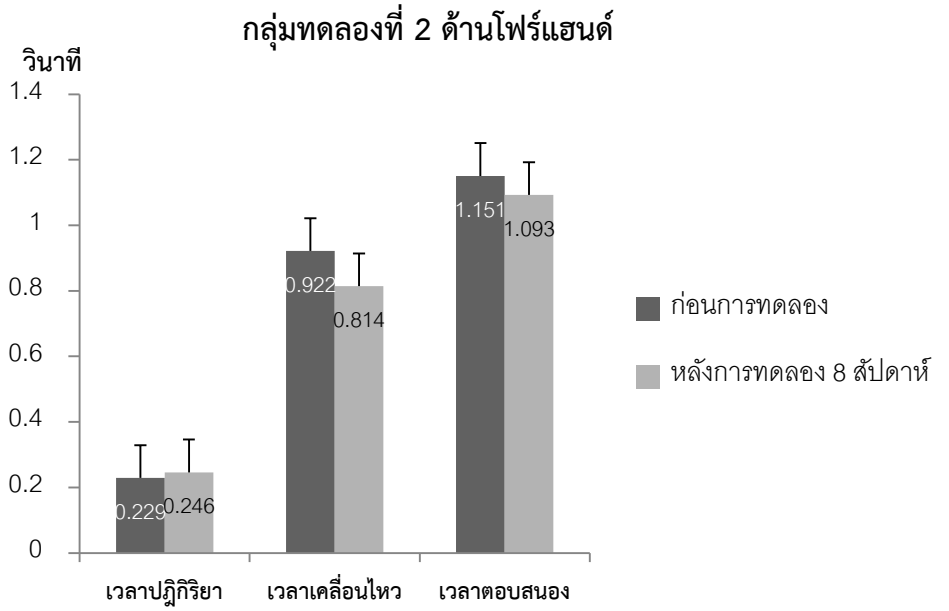
แผนภูมิที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา



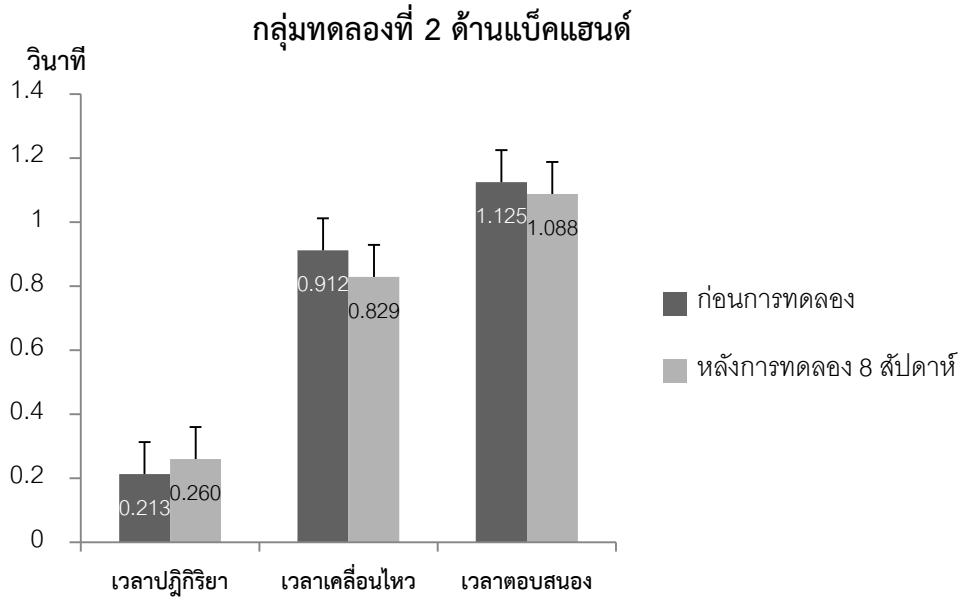

แผนภูมิที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา



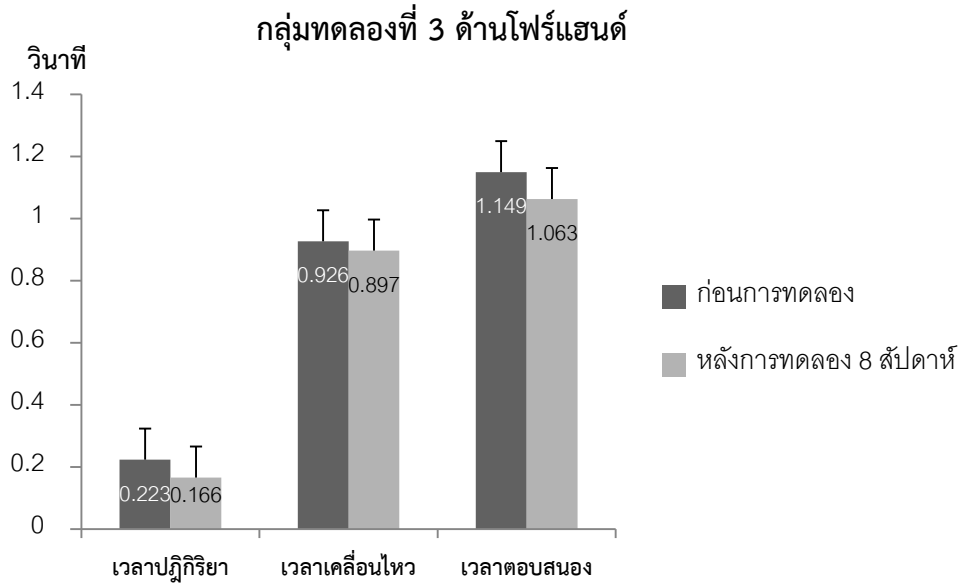
แผนภูมิที่ 25 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ



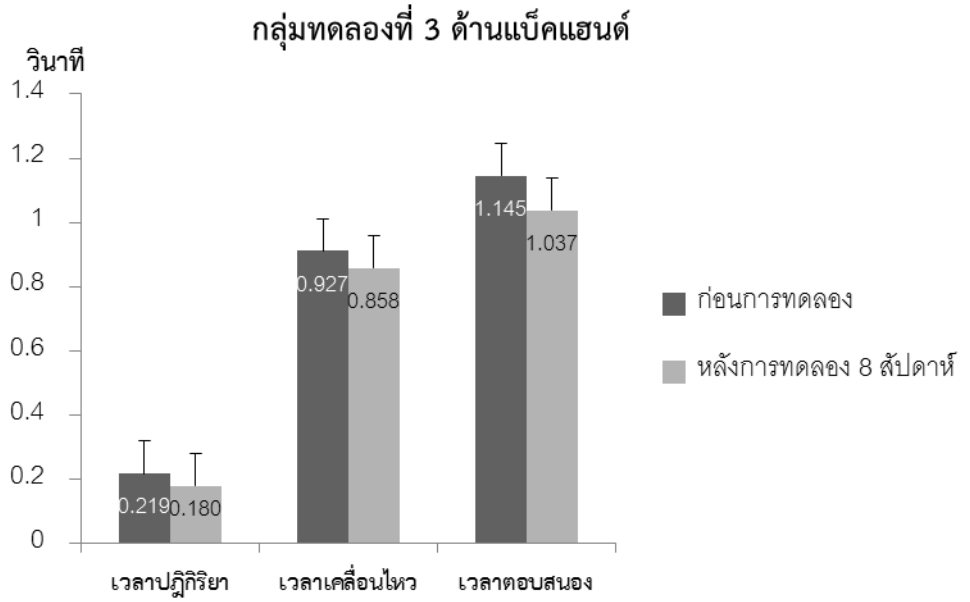

แผนภูมิที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ



แผนภูมิที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์ (Forehand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ




แผนภูมิที่ 28 แสดงค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์ (Backhand) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ



# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

## สรุปผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1

การวิจัยในขั้นตอนที่หนึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาแบดมินตัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาแบดมินตันเพศชาย ซึ่งมีเกณฑ์อายุตั้งแต่ 14-18 ปี จากสโมสรแบดมินตันตันธนบุรี ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 15 คน หลังจากนั้นทำการทดลองแบบถ่วงดุลลำดับ โดยนักกีฬาทั้ง 15 คน จะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆละ 5 คน ทำการทดสอบทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ โดยในแต่ละสัปดาห์ ทั้ง 3 กลุ่มจะได้ทดสอบที่ระดับความหนัก 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด สลับกันจนทั้ง 3 กลุ่มได้รับการทดสอบทุกระดับความหนัก เพื่อทำการทดสอบหาค่าพลังสูงสุด นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measure) ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ผลการวิจัยพบว่า

1. การทดสอบที่ระดับความหนัก 70% ของความพยายามสูงสุด มีค่าพลังสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 50% และ 30% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์และแบ็คแฮนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การทดสอบที่ระดับความหนัก 50% ของความพยายามสูงสุด มีค่าพลังสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 30% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์และแบ็คแฮนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การทดสอบที่ระดับความหนัก 70% ของความพยายามสูงสุด มีค่าแรงสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 50% และ 30% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์และแบ็คแฮนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การทดสอบที่ระดับความหนัก 50% ของความพยายามสูงสุด มีค่าแรงสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 30% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์และแบ็คแฮนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. การทดสอบที่ระดับความหนัก 30% ของความพยายามสูงสุด มีค่าความเร็วสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์และแบ็คแฮนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. การทดสอบที่ระดับความหนัก 50% ของความพยายามสูงสุด มีค่าความเร็วสูงสุดมากกว่าระดับความหนักที่ 70% ของความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์และแบ็คแฮนด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**อภิปรายผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1**

การวิจัยในขั้นตอนที่หนึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาแบดมินตัน จากการวิจัยพบว่า แรงต้านของยางยืดที่ความหนัก 70% ของความพยายามสูงสุด ให้ค่าเฉลี่ยพลังกล้ามเนื้อสูงสุด (power70% > power50% > power30% ของความพยายามสูงสุด) เนื่องจากพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ ขึ้นอยู่กับผลคูณของแรงกับความเร็ว สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ แรงต้านของยางยืดที่ความหนัก 70% ของความพยายามสูงสุด ให้ค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด (force70% > force50% > force30% ของความพยายามสูงสุด) ขณะที่ แรงต้านของยางยืดที่ความหนัก 30% ของความพยายามสูงสุด ให้ค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด (velocity30% > velocity50% > velocity70% ของความพยายามสูงสุด) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Siegel et al. (2002) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างของน้ำหนักจากภายนอกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพลังสูงสุดของการฝึกร่างกายส่วนล่าง (Lower body exercise) พบว่าการใช้น้ำหนักที่ระดับ 50-70% ของ 1 อาร์เอ็ม ในการฝึกท่าสควอท (squat) จะให้พลังกล้ามเนื้อสูงสุด และการฝึกร่างกายส่วนบน (Upper body exercise) พบว่าการใช้น้ำหนักที่ระดับ 40-60% ของ 1 อาร์เอ็ม ในการฝึกท่า Bench press จะให้พลังกล้ามเนื้อสูงสุด จากผลคูณของแรงและความเร็ว ก่อให้เกิดเป็นพลังของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดในการฝึกพลังของกล้ามเนื้อคือ ความเร็วในการฝึกและแรงที่ใช้ในการออกแรงเพื่อเอาชนะแรงต้านจากน้ำหนักภายนอกจะแปรผกผันกัน (Kawamori and Haff, 2004) ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาจึงควรคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสม ตามธรรมชาติของชนิดกีฬาและความเฉพาะเจาะจงของการเคลื่อนไหว การวิจัยในครั้งนี้เนื่องจากเป็นการเคลื่อนที่ออกตัวระยะสั้นๆและเป็นการเคลื่อนที่ด้านข้าง รวมถึงท่าทางการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบหลายข้อต่อ ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงกับทักษะการรับลูกตบในกีฬาแบดมินตัน ผลคูณที่ได้จากการทดสอบ ทำให้แรงมีผลมากกว่าความเร็ว นักกีฬาต้องเอาชนะแรงต้านจากยางยืดเพื่อให้เริ่มต้นเคลื่อนไหว ด้วยความเร็วสูงสุดเต็มที่ ในลักษณะพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ Faulkner et al. (1986) กล่าวว่า การฝึกที่ความหนักค่อนข้างมาก

ถึงระดับมาก ต้องใช้ความพยายามที่มากในการเอาชนะแรงต้าน จะเริ่มมีการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit) และการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวได้เร็วมาใช้ (Fast-twitch typeII muscle fiber) ทำให้ได้แรงที่มาก นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Haff et al. (2001); Moritani, 1993; Sale, 1992) กล่าวว่า การจะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อให้ได้สูงสุด ขึ้นอยู่กับ 1. การระดมหน่วยยนต์ 2. ความถี่ในการที่จะผลิตแรงได้เร็ว มีการระดมหน่วยยนต์ให้กลับมาใช้ในเวลาที่กำหนด 3. การทำงานร่วมกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยหลายงานพบว่า การฝึกร่างกายส่วนล่างเพื่อพัฒนาพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ มีการใช้น้ำหนักตั้งแต่ 30-70% ของ 1 อาร์เอ็ม (Bakar, 2001; Bakar et al., 2001a) ทั้งนี้ช่วงความหนักที่แตกต่างกัน ยังขึ้นกับปัจจัยด้านท่าของการฝึกว่าเป็นการฝึกแบบเคลื่อนไหว 1 ข้อต่อ (Single-joint exercise) หรือเป็นการฝึกเคลื่อนไหวแบบหลายข้อต่อ (Multijoint exercise) สอดคล้องกับ Bakar et al. (2001b) พบว่า การฝึกร่างกายส่วนล่างในการกระโดดท่าสควอท (Squat jump) ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวร่างกายแบบหลายข้อต่อ การใช้น้ำหนักจากภายนอกที่ระดับ 55-59% ของ 1 อาร์เอ็ม จะให้พลังกล้ามเนื้อสูงสุด นอกจากนี้รูปแบบและวิธีการฝึกก็มีผลต่อการเลือกใช้น้ำหนักจากภายนอกเพื่อการพัฒนาพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ Cronin et al. (2001) พบว่า น้ำหนักที่เหมาะสมที่ให้พลังสูงสุดในการฝึกแบบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อในท่า bench throw คือ ระดับความหนักที่ 50-70% ของ 1 อาร์เอ็ม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกใช้ความหนักที่เหมาะสมในการพัฒนาความสามารถของพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ พบว่าน้ำหนักจากภายนอกค่อนข้างเป็นช่วงที่กว้าง ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้ ธรรมชาติของชนิดกีฬา ลักษณะที่เฉพาะเจาะจงกับท่าการเคลื่อนไหว เช่น ท่าการฝึกช่วงบนของร่างกาย ท่าการฝึกช่วงล่างของร่างกาย เป็นท่าการเคลื่อนไหวที่เคลื่อนไหวแบบข้อต่อเดียวหรือเคลื่อนไหวหลายข้อต่อ รูปแบบการฝึกเป็นแบบดั้งเดิม หรือเป็นแบบพลังระเบิด ประสบการณ์ในการฝึกของนักกีฬา ความแตกต่างระหว่างบุคคล รวมถึงวิธีการทดสอบพลัง เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ วิธีการคำนวณดังนั้นการผู้ฝึกสอนและนักกีฬาจึงควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆเหล่านี้ เพื่อหาน้ำหนักที่เหมาะสมในการพัฒนาพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อต่อไป

จากผลการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากที่ระดับความหนัก 30% ของความพยายามสูงสุด ให้ความเร็วสูงสุดที่มากที่สุดแต่ในทางกลับกันกลับพบว่าแรงสูงสุดและพลังสูงสุดมีค่าต่ำที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ความหนักที่ระดับ 70% ของความพยามยามสูงสุด เนื่องจากให้พลังสูงสุด เพื่อนำไปใช้ในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อในขั้นตอนที่ 2 และผู้วิจัยคาดหวังว่า กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและฝึกปกติ และกลุ่มทดลองที่ 3 กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ จะช่วยลดเวลาเคลื่อนไหวได้

**ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้**

1. ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดระยะในการก้าวขาเท่ากับ 1.5 เท่าของความยาวช่วงขาของนักกีฬา ซึ่งผู้วิจัยได้ควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหว และระยะการก้าวเท้าโดยกำหนดระยะในการก้าวเท้าเท่านั้นเท่านั้น แต่ในการทดสอบจริงนักกีฬาไม่สามารถเคลื่อนที่ให้เท้าสัมผัสระยะสิ้นสุดได้พอดีทุกครั้ง ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจและบอกวิธีปฏิบัติให้นักกีฬาทุกคนทราบและพยายามให้นักกีฬาออกแรงเต็มที่ทุกครั้งโดยเท้าข้างถนัดของนักกีฬาจะต้องเกินเส้นที่ผู้วิจัยกำหนดได้เล็กน้อย แต่ถ้าเท้าข้างที่ถนัดไม่ถึงเส้นที่ผู้วิจัยกำหนด นักกีฬาจะต้องปฏิบัติใหม่เพื่อให้ได้ค่าที่เป็นมาตรฐาน ผู้วิจัยจึงให้นักกีฬาทดสอบ 3 ครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ย

2. การทดสอบในท่า Side lunge ทั้งด้านโฟร์แฮนด์และแบ็คแฮนด์จากการวิจัยในครั้งนี้ ค่อนข้างเฉพาะเจาะจงกับการเคลื่อนที่ด้านข้างของกีฬาแบดมินตัน อีกทั้งอายุของนักกีฬาอยู่ในช่วง 14-18 ปี เพศชาย ผลการวิจัยพบว่า ที่ระดับ 70% ของความพยายามสูงสุดสูงสุด เป็นระดับที่เหมาะสมเนื่องจากให้ค่าพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกตัวเคลื่อนที่สูงสุด

3. เมื่อมีการนำไปใช้กับนักกีฬาที่มีทักษะหรือประสบการณ์ระดับที่สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ควรคำนึงถึงความแตกต่างของอายุ เพศ รวมถึงท่าการเคลื่อนไหวในลักษณะอื่นๆ หรือประเภทการเคลื่อนไหวของแต่ละชนิดกีฬา ผู้วิจัยเสนอแนะให้ต้องทำการทดสอบหาผลฉับพลันเพื่อหาค่าความหนักที่เหมาะสมในการนำไปฝึกซ้อมเพื่อให้ได้พลังสูงสุดและมีประสิทธิภาพ

4. ควรมีการอบอุ่นร่างกายให้เพียงพอก่อนการทดสอบทุกครั้ง เนื่องจากการทดสอบพลังสูงสุด เป็นการทดสอบที่เสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

1. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบความหนักในระดับต่างๆที่มีต่อผลฉับพลันของพลังกล้ามเนื้อของการเคลื่อนที่ในทิศทางอื่นๆและท่าการเคลื่อนไหวอื่นๆของนักกีฬาแบดมินตัน

2. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบความหนักในระดับต่างๆที่มีต่อผลฉับพลันของพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาแบดมินตัน ในตัวแปรด้าน อายุ เพศ ประสบการณ์การแข่งขันของนักกีฬา ระดับความสามารถของนักกีฬา เพื่อนำมาผลการศึกษาที่ได้ ไปใช้ในการฝึกพลังของกล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพต่อไป

**สรุปผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2**

การวิจัยในขั้นตอนที่สองเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการที่จะศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักกีฬาแบดมินตันเพศชาย ซึ่งมีเกณฑ์อายุตั้งแต่ 14-18 ปี จากสโมสรแบดมินตันทีไทยแลนด์ ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 40 คน ผู้วิจัยได้ใช้ตารางการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ โคเฮน (Cohen, 1969) โดยกำหนดค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ .50 และค่าอำนาจของการทดสอบ (Power of the test) ที่ .70 และค่าระดับนัยสำคัญ (Alpha) ที่ .05 แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้การกำหนดกลุ่มแบบสุ่ม (Random assignment) ด้วยการจับสลากเข้ากลุ่ม กลุ่มละ10 คน ทั้ง 4 กลุ่มทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ โดยกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติเพียงอย่างเดียว ไม่ได้รับการฝึกเสริมใดๆ กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา คือกลุ่มที่ฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาและฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติ กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติ และกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติ ในส่วนของการทดสอบนั้นได้มีการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้งคือ ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 โดย ค่าต่างๆ ที่ทำการเก็บรวบรวมประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหวและเวลาตอบสนอง

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance) ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ (Paired Sample t-test) โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ผลการวิจัยระหว่างกลุ่ม พบว่า**

1. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา และกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ มีค่าเวลาปฏิกิริยา ไม่แตกต่างกัน แต่ดีกว่ากลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มฝึก

เวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ มีค่าเวลาเคลื่อนไหว ไม่แตกต่างกัน แต่ดีกว่ากลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ มีค่าเวลาตอบสนอง ไม่แตกต่างกัน แต่ดีกว่ากลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ผลการวิจัยภายในกลุ่มควบคุม พบว่า**

1. ค่าตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ผลการวิจัยภายในกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา พบว่า**

1. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีค่าตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยาลดลงกว่า ก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ค่าตัวแปรด้านเวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ผลการวิจัยภายในกลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า**

1. ค่าตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยา ก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีค่าตัวแปรด้านเวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองลดลงกว่า ก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ผลการวิจัยภายในกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่า**

1. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 มีค่าตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองลดลงกว่า ก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**อภิปรายผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2**

**เวลาปฏิกิริยา**

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ต้องการที่จะศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยา การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยา และกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อมีเวลาปฏิกิริยาลดลงกว่ากลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 17 และตารางที่ 21) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

เหตุผลที่หลังการทดลองกลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยา และกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาในส่วนของเวลาปฏิกิริยาได้ดีกว่ากลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มควบคุม เนื่องจากรูปแบบของการฝึกของกลุ่มตัวอย่างผู้ที่ถูกฝึกจะถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าคือลูกบอลปฏิกิริยาที่มีลักษณะกระดอนพื้นได้หลายทิศทาง ผู้ที่ถูกฝึกจะถูกกระตุ้นด้วยการมองเห็นและปฏิบัติซ้ำๆกันหลายๆครั้ง จึงอาจมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงได้ ดังที่ Colfer (1977) ได้กล่าวถึงแนวทางในการฝึกเพื่อลดเวลาปฏิกิริยาไว้ว่า นักกีฬาสามารถลดเวลาปฏิกิริยาลงได้ด้วยการเพิ่มความแข็งแรงของร่างกายและใช้การฝึกเวลาปฏิกิริยาต่างๆ ด้วยการกระตุ้นด้วยแสง เสียง หรือการเคลื่อนไหว และใช้การกระตุ้นที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสภาพที่เป็นจริงของชนิดกีฬานั้นๆ สอดคล้องกับชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536) ที่ได้กล่าวไว้ว่า เวลาปฏิกิริยาขั้นพื้นฐานสามารถทำให้สั้นเข้าได้โดยการกระทำซ้ำๆกัน โดยเน้นให้กระทำอย่างรวดเร็วเป็นสำคัญจึงอาจเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น นอกจากนี้รูปแบบของการฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มตัวอย่างต้องเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วและใช้สายตามองเพื่อไปจับลูกบอลปฏิกิริยาที่เด้งกระดอนไปหลายทิศทางตลอดช่วงของการเคลื่อนที่จึงทำให้สมองคิดและตัดสินใจอย่างรวดเร็วด้วย โดยเป็นการสั่งการจากการมองเห็นพร้อมกับเคลื่อนที่เพื่อไปจับลูกบอลด้วยความรวดเร็วเต็มที่ ซึ่งร่างกายจะต้องตอบสนองอย่างรวดเร็วและซ้ำกันหลายครั้ง จึงอาจมีผลให้เวลาการตัดสินใจซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของเวลาปฏิกิริยาสั้นลงด้วย ดังที่ Margaret (1972) ได้แบ่งเวลาปฏิกิริยาเป็น 3 ระยะ คือ 1.เวลารับความรู้สึก (Sense time, Receiving of time) คือเวลาตั้งแต่ปลายประสาทรับความรู้สึก 2.เวลาตัดสินใจ (Decision, Thought time) เป็นเวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะตอบสนอง 3.เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว (Initial of movement time) คือเวลาตั้งแต่ประสาทส่วนกลางสั่งงานจนกระแสประสาทมาถึงกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อเริ่มมีการหดตัว การลดเวลาปฏิกิริยาเป็นการลดเวลาของตัดสินใจเป็นส่วนใหญ่ โดยการฝึกบ่อยๆจนกลายเป็นรีเฟล็กซ์ ซึ่งเวลาการเคลื่อนไหวของกระแสประสาททั้งรับและส่งความรู้สึกจะไม่ค่อยแตกต่างกันนัก คือใช้เวลา

ประมาณ 90-120 เมตรต่อวินาที ดังนั้นการลดเวลาปฏิกิริยาจึงเป็นการลดช่วงของการตัดสินใจให้สั้นลงเป็นส่วนใหญ่ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์, 2536) นอกจากนี้รูปแบบการฝึก ผู้วิจัยยังเน้นให้นักกีฬามีการฝึกการคาดการณ์ล่วงหน้าและการลดข่าวสารจากการสังเกตทิศทางการกระดอนของบอล และท่าทางการปล่อยบอลของผู้ฝึกสอน เพื่อลดเวลาการตัดสินใจในการเลือกตอบสนอง เป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาลดลง นอกจากนี้การลดข่าวสาร ก็คือการทำให้การกระบวนการข่าวสารใช้เวลาสั้นลง เนื่องจาก เมื่อมีสิ่งเร้าปรากฏ การกระบวนการข่าวสารเริ่มจาก 1.การตรวจสอบข่าวสาร ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้สิ่งเร้าและการจำรูปแบบ 2.การเลือกการตอบสนอง 3.การกำหนดโปรแกรมการตอบสนอง จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว (Schmidt and Lee, 2005) ดังนั้นการฝึกหัดจะเป็นการช่วยลดการกระบวนการข่าวสารลง เป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาลดลง สอดคล้องกับศิลปชัย สุวรรณธาดา (2548) กล่าวไว้ว่า การนำเอาวิธีการเพิ่มข่าวสารและลดข่าวสารมาใช้ในสถานการณ์กีฬา จะช่วยให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาลแก่ทั้งผู้ฝึกสอนและนักกีฬา ประการแรกโดยให้นักกีฬาและผู้ฝึกสอนรู้จักวิเคราะห์ปริมาณข่าวสารทั้งในขณะรุกและขณะรับ ประการที่สอง ช่วยให้นักกีฬาและผู้ฝึกสอนในการตัดสินใจเลือกสถานการณ์การตอบสนองที่ดีที่สุด โดยการเปรียบเทียบปริมาณข่าวสารที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่างๆ ด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ประการที่สามช่วยให้นักกีฬาแสดงการตอบสนองที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพทั้งในขณะเป็นฝ่ายรุกและฝ่ายรับ ประการสุดท้ายและสำคัญที่สุด คือ ช่วยให้ทั้งผู้ฝึกสอนและนักกีฬารู้จักพัฒนาการวางแผนการเล่นอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็นผลทำให้ความสามารถของนักกีฬาพัฒนาสูงขึ้น

เนื่องจากกฎของฮิค (Hick's Law) กล่าวว่าเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนอง (Choice -RT) จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อจำนวนตัวเลือกเพิ่มมากขึ้น แต่ผลของการฝึกหัดไม่เป็นไปตามกฎของฮิค (Hick's Law) ถ้าฝึกหัดมากจะลดเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนอง (Schmidt and Lee, 2005) รูปแบบในการฝึกของการวิจัยในครั้งนี้ มีการใช้ลูกบอล 2 ลูก เพื่อเป็นการเพิ่มสิ่งเร้าให้มากขึ้น หรือบอลปฏิกิริยาที่มีทิศทางการเด้งที่ไม่แน่นอน เป็นการฝึกให้นักกีฬาเลือกตอบสนองจากสิ่งเร้าที่เพิ่มมากขึ้น ผลของการฝึกหัดในครั้งนี้ เป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาลดลง อีกทั้งรูปแบบการฝึกยังมีทิศทางการเคลื่อนที่ที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตันและการฝึกนั้นปฏิบัติเป็นประจำซ้ำๆกัน ซึ่งมีผลให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นได้ จึงอาจเป็นอีกผลหนึ่งที่ทำให้กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาและกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อมีเวลาปฏิกิริยา ลดลงกว่ากลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**เวลาเคลื่อนไหว**

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ต้องการที่จะเปรียบเทียบผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยา การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาเคลื่อนไหว จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อมีเวลาเคลื่อนไหวลดลงกว่ากลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา และกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 18 และตารางที่ 22) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

เหตุผลที่หลังการทดลองกลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาในส่วนของเวลาเคลื่อนไหวได้ดีกว่ากลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา และกลุ่มควบคุม เนื่องจากรูปแบบของการฝึกโดยใช้แรงต้าน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้เป็นการใช้แรงต้านจากยางยืดแบบมีลูกรอก ซึ่งเป็นแรงต้านที่นักกีฬาต้องออกแรงด้วยพลังตั้งแต่เริ่มต้นของการเคลื่อนที่ เนื่องจากมีการปรับค่าคงที่ของสปริงให้คงที่ ซึ่งต่างจากยางยืดทั่วไป ที่ขณะเริ่มต้นจะยังไม่มีแรงต้านจนกว่าจะยืดไปในระดับหนึ่ง ซึ่งแรงจะแปรผันตามระยะยืด อีกทั้งจังหวะในการปฏิบัติต้องปฏิบัติด้วยความเร็วที่มากที่สุด รูปแบบการฝึกจะมีผลต่อระบบกล้ามเนื้อซึ่งทำให้เกิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น (Kraemer, 1994) สอดคล้องกับ Penny (1971) ที่ว่าการฝึกด้วยน้ำหนักและแรงต้านระยะเวลาตั้งแต่ 6 สัปดาห์ขึ้นไปจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น จึงอาจเป็นผลทำให้เวลาเคลื่อนไหวมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สอดคล้องกับ Gary and T.H. Robert (1994) ที่กล่าวไว้ว่า ผลของการฝึกด้วยแรงต้านจะทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงและมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast-twitch fiber) จะเพิ่มขนาดของเส้นใยได้มากกว่าเส้นใยชนิดหดตัวช้า (Slow-twitch fiber) จึงเป็นผลให้การหดตัวของกล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้นจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้เวลาการเคลื่อนไหวลดลง สอดคล้องกับ Faulkner et al. (1986) กล่าวว่า การฝึกที่ความหนักค่อนข้างมากถึงระดับมาก ต้องใช้ความพยายามที่มากในการเอาชนะแรงต้าน จะเริ่มมีการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit) และการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวได้เร็วมาใช้ (Fast-twitch typell muscle fiber) ทำให้ได้แรงที่มาก นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Haff et al. (2001); Moritani, 1993; Sale, 1992) กล่าวว่า การจะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อให้ได้สูงสุด ขึ้นอยู่กับ 1. การระดมหน่วยยนต์ 2. ความถี่ในการที่จะผลิตแรงได้เร็ว มีการระดมหน่วยยนต์ให้กลับมาใช้ในเวลาที่กำหนด 3. การทำงานร่วมกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ อีกทั้งรูปแบบของการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อต้องปฏิบัติด้วยพลังและความรวดเร็วต่อเนื่องทุกครั้ง จึงอาจเป็นผลให้ไปกระตุ้นระบบประสาทมากยิ่งขึ้น จึงเป็นผลให้การตอบสนองของระบบประสาทและกล้ามเนื้อดีขึ้น และยังทำให้แรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อเร็วขึ้นด้วย (Allerheilgen,

1994) สอดคล้องกับ อนันต์ อัตชู (2527) ได้กล่าวไว้ว่า ผลที่เกิดจากการฝึกที่มีต่อระบบประสาทนั้น จะทำให้ระบบประสาทมีการสั่งงานเป็นไปด้วยความรวดเร็วและแรงขึ้น จึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้เวลาการเคลื่อนไหวลดลงหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้รูปแบบการเคลื่อนที่ที่ใช้ในการฝึกมีความเฉพาะเจาะจงและใกล้เคียงกับรูปแบบการเคลื่อนที่ที่ใช้ในการทดสอบมาก สอดคล้องกับ Duchateau J and Hainaut K (1984) และHainaut (1984) ที่พบว่ารูปแบบการฝึกแบบไดนามิกในการฝึกท่าชกของกลุ่มตัวอย่างโดยฝึกให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดความเร็วสูงสุดของการชกมากกว่ากลุ่มที่ฝึกแบบไอโซเมตริก เมื่อความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นจึงเป็นเหตุให้เวลาเคลื่อนไหวลดลงไปด้วย นอกจากนี้กลไกอีกประการที่ลดเวลาการเคลื่อนไหวคือ การเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนไหว (Movement speed) ซึ่งสอดคล้องกับ Jaric S et al. (1995) ที่กล่าวว่า การฝึกแบบไดนามิกจะเพิ่มความเร็วของการเคลื่อนไหว คือเพิ่มความเร่งในการหดตัวของกล้ามเนื้อของกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน (Agonist) และกลุ่มกล้ามเนื้อตรงข้าม (Antagonist) ซึ่งเป็นผลทำให้ความเร็วของการเคลื่อนไหวเร็วขึ้น ส่งผลให้เวลาเคลื่อนไหวลดลง

**เวลาตอบสนอง**

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ต้องการที่จะเปรียบเทียบผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยา การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนอง จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อมีเวลาตอบสนองลดลงกว่ากลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา และกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 19 และตารางที่ 23) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

เหตุผลที่หลังการทดลองกลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาในส่วนของเวลาตอบสนองได้ดีกว่ากลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา และกลุ่มควบคุม เนื่องจาก เวลาปฏิกิริยาและเวลาเคลื่อนไหวคือองค์ประกอบย่อยของเวลาตอบสนอง ดังนั้นการจะพัฒนาเวลาตอบสนอง จึงจำเป็นต้องพัฒนาให้องค์ประกอบย่อยส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งสองส่วนมีการพัฒนา จากการวิจัยในครั้งนี้ กลุ่มที่ทำการฝึกแบดมินตันตามโปรแกรมการฝึกเพียงอย่างเดียว ยังไม่สามารถพัฒนาในส่วนของเวลาตอบสนองได้ ขณะที่กลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยา มีเวลาตอบสนองที่ดีขึ้น แต่ยังไม่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ส่วนกลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และกลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาเวลาตอบสนองให้ดีขึ้นได้ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสามารถพัฒนาเวลาตอบสนองได้ดีที่สุด เนื่องจากการฝึกควบคู่จากการวิจัยในครั้งนี้ จะทำให้องค์ประกอบย่อยของเวลาตอบสนอง ซึ่งก็คือ เวลาปฏิกิริยาและเวลาเคลื่อนไหว มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสององค์ประกอบย่อย ในส่วนของการฝึกเวลาปฏิกิริยา เนื่องจากรูปแบบของการฝึกของกลุ่มตัวอย่างผู้ที่ถูกฝึกจะถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าคือลูกบอลปฏิกิริยาที่มีลักษณะกระดอนพื้นได้หลายทิศทาง ผู้ที่ถูกฝึกจะถูกกระตุ้นด้วยการมองเห็นและปฏิบัติซ้ำๆกันหลายๆครั้ง จึงอาจมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงได้ ดังที่ Colfer (1977) ได้กล่าวถึงแนวทางในการฝึกเพื่อลดเวลาปฏิกิริยาไว้ว่า นักกีฬาสามารถลดเวลาปฏิกิริยาลงได้ด้วยการเพิ่มความแข็งแรงของร่างกายและใช้การฝึกเวลาปฏิกิริยาต่างๆ ด้วยการกระตุ้นด้วยแสง เสียง หรือการเคลื่อนไหว และใช้การกระตุ้นที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสภาพที่เป็นจริงของชนิดกีฬานั้นๆ สอดคล้องกับชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536) ที่ได้กล่าวไว้ว่า เวลาปฏิกิริยาขั้นพื้นฐานสามารถทำให้สั้นเข้าได้โดยการกระทำซ้ำๆกัน โดยเน้นให้กระทำอย่างรวดเร็วเป็นสำคัญจึงอาจเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น นอกจากนี้รูปแบบของการฝึกเวลาปฏิกิริยา กลุ่มตัวอย่างต้องเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วและใช้สายตามองเพื่อไปจับลูกบอลปฏิกิริยาที่เด้งกระดอนไปหลายทิศทางตลอดช่วงของการเคลื่อนที่จึงทำให้สมองคิดและตัดสินใจอย่างรวดเร็วด้วย โดยเป็นการสั่งการจากการมองเห็นพร้อมกับเคลื่อนที่เพื่อไปจับลูกบอลด้วยความรวดเร็วเต็มที่ ซึ่งร่างกายจะต้องตอบสนองอย่างรวดเร็วและซ้ำกันหลายครั้ง จึงอาจมีผลให้เวลาการตัดสินใจซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของเวลาปฏิกิริยาสั้นลงด้วย ดังที่ (Margaret, 1972) ได้แบ่งเวลาปฏิกิริยาเป็น 3 ระยะคือ 1.เวลารับความรู้สึก (Sense time, Receiving of time) คือเวลาตั้งแต่ปลายประสาทรับความรู้สึก 2.เวลาตัดสินใจ (Decision, thought time) เป็นเวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะตอบสนอง 3.เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว (Initial of movement time) คือเวลาตั้งแต่ประสาทส่วนกลางสั่งงานจนกระแสประสาทมาถึงกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อเริ่มมีการหดตัว การลดเวลาปฏิกิริยาเป็นการลดเวลาของตัดสินใจเป็นส่วนใหญ่ โดยการฝึกบ่อยๆจนกลายเป็นรีเฟล็กซ์ ซึ่งเวลาการเคลื่อนไหวของกระแสประสาททั้งรับและส่งความรู้สึกจะไม่ค่อยแตกต่างกันนัก คือใช้เวลาประมาณ 90-120 เมตรต่อวินาที ดังนั้นการลดเวลาปฏิกิริยาจึงเป็นการลดช่วงของการตัดสินใจให้สั้นลงเป็นส่วนใหญ่ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์, 2536) นอกจากนี้รูปแบบการฝึก ผู้วิจัยยังเน้นให้นักกีฬามีการฝึกการคาดการณ์ล่วงหน้าและการลดข่าวสารจากการสังเกตทิศทางการกระดอนของบอล และท่าทางการปล่อยบอลของผู้ฝึกสอน เพื่อลดเวลาการตัดสินใจในการเลือกตอบสนอง เป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาลดลง นอกจากนี้การลดข่าวสาร ก็คือการทำให้การกระบวนการข่าวสารใช้เวลาสั้นลง เนื่องจาก เมื่อมีสิ่งเร้าปรากฏ การกระบวนการข่าวสารเริ่ม

จาก 1.การตรวจสอบข่าวสาร ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้สิ่งเร้าและการจำรูปแบบ 2.การเลือกการตอบสนอง 3.การกำหนดโปรแกรมการตอบสนอง จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว (Schmidt and Lee, 2005) ดังนั้นการฝึกหัดจะเป็นการช่วยลดการกระบวนการข่าวสารลง เป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาลดลง สอดคล้องกับ ศิลปชัย สุวรรณธาดา (2548) กล่าวไว้ว่า การนำเอาวิธีการเพิ่มข่าวสารและลดข่าวสารมาใช้ในสถานการณ์กีฬา จะช่วยให้เกิดประโยชน์อย่างมหาศาลแก่ทั้งผู้ฝึกสอนและนักกีฬา ประการแรกโดยให้นักกีฬาและผู้ฝึกสอนรู้จักวิเคราะห์ปริมาณข่าวสารทั้งในขณะรุกและขณะรับ ประการที่สอง ช่วยให้นักกีฬาและผู้ฝึกสอนในการตัดสินใจเลือกสถานการณ์การตอบสนองที่ดีที่สุด โดยการเปรียบเทียบปริมาณข่าวสารที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่างๆ ด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ประการที่สามช่วยให้นักกีฬาแสดงการตอบสนองที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพทั้งในขณะเป็นฝ่ายรุกและฝ่ายรับ ประการสุดท้ายและสำคัญที่สุด คือ ช่วยให้ทั้งผู้ฝึกสอนและนักกีฬารู้จักพัฒนาการวางแผนการเล่นอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็นผลทำให้ความสามารถของนักกีฬาพัฒนาสูงขึ้น

เนื่องจากกฎของฮิค (Hick's Law) กล่าวว่าเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนอง (Choice -RT) จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อจำนวนตัวเลือกเพิ่มมากขึ้น แต่ผลของการฝึกหัดไม่เป็นไปตามกฎของฮิค (Hick's Law) ถ้าฝึกหัดมากจะลดเวลาปฏิกิริยาในการเลือกการตอบสนอง (Richard A. Schmidt and Timothy D. Lee, 2005) รูปแบบในการฝึกของการวิจัยในครั้งนี้ มีการใช้ลูกบอล 2 ลูก เพื่อเป็นการเพิ่มสิ่งเร้าให้มากขึ้น หรือบอลปฏิกิริยาที่มีทิศทางการเด้งที่ไม่แน่นอน เป็นการฝึกให้นักกีฬาเลือกตอบสนองจากสิ่งเร้าที่เพิ่มมากขึ้น ผลของการฝึกหัดในครั้งนี้ เป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาลดลง อีกทั้งรูปแบบการฝึกยังมีทิศทางการเคลื่อนที่ที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตันและการฝึกนั้นปฏิบัติเป็นประจำซ้ำๆกัน ซึ่งมีผลให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นได้

ในส่วนของการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ เนื่องจาก รูปแบบการฝึกจะมีผลต่อระบบกล้ามเนื้อซึ่งทำให้เกิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น (Kraemer, 1994) สอดคล้องกับ Penny (1971) ที่ว่าการฝึกด้วยน้ำหนักและแรงต้านระยะเวลาตั้งแต่ 6 สัปดาห์ขึ้นไปจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น จึงอาจเป็นผลทำให้เวลาเคลื่อนไหวมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สอดคล้องกับ Gary and T.H. Robert (1994) ที่กล่าวไว้ว่า ผลของการฝึกด้วยแรงต้านจะทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงและมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast-twitch fiber) จะเพิ่มขนาดของเส้นใยได้มากกว่าเส้นใยชนิดหดตัวช้า (Slow-twitch fiber) จึงเป็นผลให้การหดตัวของกล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้นจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้เวลาการเคลื่อนไหวลดลง สอดคล้องกับ Faulkner et al. (1986) กล่าวว่าการฝึกที่ความหนักค่อนข้างมากถึงระดับมาก ต้องใช้ความพยายามที่มากในการเอาชนะแรงต้าน จะเริ่มมีการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit) และการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวได้เร็วมาใช้

(Fast-twitch typeII muscle fiber) ทำให้ได้แรงที่มาก นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Haff et al. (2001); Moritani, 1993; Sale, 1992) กล่าวว่า การจะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อให้ได้สูงสุด ขึ้นอยู่กับ 1. การระดมหน่วยยนต์ 2. ความถี่ในการที่จะผลิตแรงได้เร็ว มีการระดมหน่วยยนต์ให้กลับมาใช้ในเวลาที่กำหนด 3. การทำงานร่วมกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้ออีกทั้งรูปแบบของการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อต้องปฏิบัติด้วยพลังและความรวดเร็วต่อเนื่องทุกครั้ง จึงอาจเป็นผลให้ไปกระตุ้นระบบประสาทมากยิ่งขึ้น จึงเป็นผลให้การตอบสนองของระบบประสาทและกล้ามเนื้อดีขึ้น และยังทำให้แรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อเร็วขึ้นด้วย (Allerheilgen, 1994) สอดคล้องกับ อนันต์ อัตชู (2527) ได้กล่าวไว้ว่า ผลที่เกิดจากการฝึกที่มีต่อระบบประสาทนั้นจะทำให้ระบบประสาทมีการสั่งงานเป็นไปด้วยความรวดเร็วและแรงขึ้น จึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้เวลาการเคลื่อนไหวลดลง ดังนั้นการฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสามารถพัฒนาเวลาตอบสนองได้ดีที่สุด

ส่วนกลุ่มที่ฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ พบว่าสามารถพัฒนาเวลาตอบสนองให้ดีขึ้นได้ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ แต่พัฒนาได้น้อยกว่า เนื่องจากกลุ่มที่ฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาองค์ประกอบย่อยในส่วนของเวลาเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว องค์ประกอบย่อยในส่วนของเวลาปฏิกิริยามีการพัฒนาแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การพัฒนาส่วนใหญ่จึงเป็นการพัฒนาในส่วนของเวลาเคลื่อนไหว ซึ่งสอดคล้องกับ Steven (1997) ที่กล่าวไว้ว่า การฝึกด้วยแรงต้านระบบประสาทจะมีการปรับตัว โดยการเพิ่มการระดมการทำงานของหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) ชนิดความถี่สูง (High threshold) และยังเพิ่มความถี่ของการส่งสัญญาณกระแสประสาท (Nerve impulse) จากระบบประสาทส่วนกลางมาสู่หน่วยยนต์ในกล้ามเนื้อ ซึ่งจากการปรับตัวดังกล่าวทำให้การเดินทางของกระแสประสาทจากตัวรับความรู้สึก (Receptor) ไปสู่สมองส่วนที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ และการเดินทางผ่านเซลล์ประสาทมายังกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวสามารถทำได้ดีขึ้น ซึ่งก็จะทำให้มีเวลาตอบสนองดีขึ้น รวมไปถึงองค์ประกอบย่อยคือเวลาเคลื่อนไหวดีขึ้น เวลาปฏิกิริยาดีขึ้นแต่ไม่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งรูปแบบการฝึกยังมีทิศทางการเคลื่อนที่ที่สอดคล้องกับรูปแบบการเคลื่อนที่ที่ใช้ในการทดสอบ จากเหตุผลดังกล่าวจึงอาจทำให้กลุ่มฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาเวลาตอบสนองให้ดีขึ้นได้ในระยะเวลา 8 สัปดาห์

**ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้**

1. หลังจากการฝึกเพียง 8 สัปดาห์ การฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตันได้ดีกว่าการฝึกเวลาปฏิกิริยาและการฝึกตามปกติเพียงอย่างเดียว

2. การฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาเวลาตอบสนองได้ดี ไม่แตกต่างกับการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ โดยใช้เวลาเพียง 8 สัปดาห์ รวมทั้งยังใช้เวลาน้อยในการฝึกแต่ละครั้ง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการฝึกนักกีฬาที่มีเวลาในการเตรียมความพร้อมก่อนการแข่งขันน้อย เหมือนกีฬาแบดมินตัน

3. การฝึกโดยใช้แรงต้านจากยางยืดแบบมีลูกรอก มาเป็นรูปแบบการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ทำให้นักกีฬาต้องออกแรงตั้งแต่เริ่มต้นของการเคลื่อนที่ และเนื่องจากเป็นแรงต้านจากยางยืดนักกีฬาสามารถออกแรงได้อย่างอิสระตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ สามารถพัฒนาเวลาตอบสนองในการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตันได้เป็นอย่างดี จึงเป็นรูปแบบการฝึกที่มีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นที่จะนำอุปกรณ์ยางยืดแบบมีลูกรอกไปประยุกต์ใช้ร่วมกับรูปแบบการฝึกของกีฬาแบดมินตันและกีฬาชนิดอื่นๆที่ต้องใช้พลังในการออกตัวตั้งแต่เริ่มต้นเคลื่อนที่

4. รูปแบบการฝึกเวลาปฏิกิริยาและฝึกตามปกติเพียงอย่างเดียว ไม่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถของเวลาตอบสนอง

**ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

1. รูปแบบการทดสอบในครั้งต่อไปควรเพิ่มสิ่งเร้าให้มากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะเกมการแข่งขันจริง ที่ลูกแบดมินตันที่มาจากคู่ต่อสู้สามารถมาได้หลายทิศทาง ในขณะเดียวกันการฝึกซ้อมก็ต้องเพิ่มรูปแบบการเคลื่อนที่ในทิศทางอื่นมากขึ้น

2. ควรมีการศึกษาระยะเวลาของการคงอยู่ของผลการฝึก หลังจากที่ทำการฝึกตามระยะเวลาที่กำหนดไว้แล้วนั้น เวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองที่ลดลงที่นั้นจะยังคงอยู่ได้นานเพียงใด เพื่อเป็นแนวทางในการวางโปรแกรมการฝึกได้อย่างถูกต้อง

3. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกเวลาปฏิกิริยา การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ในระยะเวลาที่นานกว่า 8 สัปดาห์

# รายการอ้างอิง


ภาษาไทย

กนกวรรณ ผ่องแผ้ว. (2541). การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองและเวลาการเคลื่อนไหว ในกระบวนการประมวลข่าวสาร ระหว่างนักกีฬาวอลเลย์บอลขั้นเริ่มต้นกับขั้นสูง. วิยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กมลมาศ เบญจพลสิทธิ์. (2556). ผลฉับพลันของการใช้ยางยืดที่มีแรงต้านต่างกันต่อพลังสูงสุดของการกระโดดแนวดิ่งในนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนหญิง. วิยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์. (2536). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. ธรรมกมลการพิมพ์: กรุงเทพฯ.

ศิลปชัย สุวรรณธาดา. (2548). การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว ทฤษฎีและปฏิบัติการ. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สนธยา สีละมาด. (2547). หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โสภา กุศลวงศ์. (2543). ผลของโปรแกรมการฝึกต่างแบบที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ และเวลาตอบสนองของการเตะเฉียงในกีฬาเทควันโด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนันต์ อัตชู. (2527). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

อภินันท์ สืบพิมพาวงศ์. (2551). ผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกเวลาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาเคลื่อนไหวในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Abu-Saleh, K. M. (2009). The effect of volleyball training program on the reaction time. *Scientific Journal of King Faisal University,* 10(1), 1430.

Adams, J. A. (1966). Some mechanisms of motor responding: An examination of attention. *In Acquisition of skill*. New York: Academic Press.

Allerheilgen, W. B. (1994). Speed development and plypmetric training. In T. R. Baechle (Ed.), *Essentials of Strength and Conditioning*. New York. United States of America: Human Kinetics.

Andrew, D. P. S., Chow, J. W., Knudson, D. V. and Tillman, M. D. (2003). Effect of ball size on player reaction and racket acceleration during the tennis volley. *Journal of Science and Medicine in Sports,* 6(1), 102-112.

Bakar, D. (2001). Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 15, 30-35.

Bakar, D., S. Nance and M. Moore. (2001a). The load that maximizes the average mechanical power output during explosive bench throws in highly trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 15, 20-24.

Bakar, D., S. Nance and M. Moore. (2001b). The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power- trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 15, 92-97.

Bankosz, Z., H. Nawara and M. Ociepa. (2013). Assessment of simple reaction time in badminton players. *TRENDS in Sport Sciences,* 20(1), 54-61.

Bompa, T. O. (1999). *Periodization training for sports.* Toronto, Canada: Veritas Publishing Inc.

Colfer, G. R. (1977). *Handbook for coaching cross-country and running event.* New York: Park Publish Co.

Cronin, J., P.J. Mcnair and R.M. Marshall. (2001). Developing explosive power: A comparison of tenichque and training. *Journal of Science and Medicine in Sport,* 4, 168-178.

Duchateau J and Hainaut K. (1984). Isometric or Dynamic training : differential effects on mechanical properties of a human muscle. *Journal of Applied Physiology,* 56, 296-301.

Faulkner, J. A., D.R. Claflin and K.K. Mccully. (1986). *Power output of fast and slow fibers from human skelatal muscles.* Champaign, IL: Human Kinetics.

Fitts, P. M. and Posner, M. I. (1967). *Human Performance.* California: Broks/Cole, Bolmant.

Gary, A. D. and T.H. Robert. (1994). Neuromuscular adaptation of conditioning. In T. R. Baechle (Ed.), *Essentials of Strength Training and Condition* (pp. 12-18). New York. United States of America: Human Kinetics.

Haff, G. G., A. Whitley and J.A. Potteiger. (2001). A brief review: Explosive exercises and sports performance. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 23, 13-20.

Helal El Gizawy and Akl, A. R. (2014). Relationship between reaction time and deception type during smash in badminton. *Journal of Sports Research,* 1(3), 49-56.

Izquierdo, M., K. Hakkinen, J.J. Gonzalez-Badillo, J. Ibanez and E.M. Gorostiaga. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur. J. Appl. Physiol.,* 87, 264-271.

Jaric S, Ropret R, Kuklj M and Ilic D.B. (1995). Role of agonist and antagonist muscle strength in performance of rapid movements. *Journal of Applied Physiology,* 71, 464-468.

Jui hung Tu, Yaw feng Lin and Shu chen Chin. (2010). The influent of ball velocity and court illumination on reaction time for tennis volley. *Journal of Sports Science and Medicine,* 9, 56-61.

Kawamori, N. and Haff, G. G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 18(3), 675-684.

Kraemer, W. J. (1994). *Neuro-endocrine responses to resistance exercise.*

Kuntze, G., Mansfield, N. and Sellers, W. (2010). A biomechanical analysis of common lunge tasks in badminton. *Journal of Sports Sciences,* 28(2), 183-191.

Loureior JR., Luiz de França Bahia and Freites Paulo Barbosa de. (2012). Influence of the performance level in badminton players in neuromotor aspects during a target-pointing task. *Rev Bras Med Esporte [online],* 18(3), 203-207.

Margaret, R. (1972). *The Dynamic of Motor Skill Acquisition.* New Jersey: Prentice Hall, Eaglewood Cliffs Inc.

Mayhew, J. L., J.S. Ware, R.A. Johns and M.G. Bemben. (1997). Change in upper body power following heavy-resistance strength training in college men. *Int. J. Sports Med,* 18, 516-520.

Mcmaster, D. T., Cronin, J. and Mcguigan, M. R. (2010). Quantification of rubber and chain-based resistance modes. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 24, 2056-2064.

Moritani, T. (1993). Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. *journal of Biomechanics,* 26, 95-107.

Moss, B. M., P.E. Refsnes, A. Ablidgaard, K. Nicolaysen and J. Jensen. (1997). Effect of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *Eur. J. Appl. Physiol.,* 75, 193-199.

Newton, R. U., A.J. Murphy, B.J. Humphries, G.J. Wilson, W.J. Kraemer and K. Hakkinen. (1997). Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *Eur. J. Appl. Physiol.,* 75, 333-342.

Nicole A. Dinn and David G. Behm. (2007). A comrarison of ballistic-movement and ballistic-intent training on muscle strength and activation. *Journal of Sports Physiology and Performance,* 2, 386-399.

Norman, D. A. (1969). *Memory and Attention.* New York: Wiley.

O'Shea, P. (2000). *Quantum Strength Fitness II* Pattrick's Books.

Penny, G. D. (1971). A study of the effects of resistance running on speed strength power muscle endurance and agility. *Dissertation Abstracts International*, 31(February 1971) : 3937-A.

Poulton, E. C. (1952). The basis of perceptual anticipation in tracking. *British Journal of Psychology,* 43, 295-302.

Poulton, E. C. (1957). On prediction in skill movement. *Psychological Bulletin*.

Rambely, A., Bakar, W., Abas, W. and Yusof, M. (2005). The analysis of the jumping smash in the game of badminton. *in: Proc. of XXIII International Symposium of Biomechanics in Sports. pp,* 671-674.

Rhea M. R, Peterson M. D, Lunt K. T and Ayllon F. N. (2008). The effect of resisted jump training on the Vertimax in high school athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 22, 731-734.

Rhea, M. R., Peterson, M. D., Oliverson, J. R., Ayllon, F. N. and Potenziano, B. J. (2008). An examination of training on the Vertimax resisited jumping device for improvenents in lower boddy power in highly trained college athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 22, 735-740.

Sage, G. H. (1984). *Motor Learning and Control A Neuropsychological Approach.* New York: Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Company.

Sale, D. G. (1992). *Neural adaptation to strength training.*

Schmidt, R. A. and Lee, T. D. (2005). *Motor control and learning.* United States of America: Human Kinetic.

Sharkey, B. and Gaskill, S. (2006). *Sport physiology for coaches.* Champaigh, IL: Human Kinetic.

Shaver, L. G. (1982). *Essentials of Exercise Physiology.* Minmesota: Brown Company.

Shummway-Cook A. and Woollacott M. (1995). Motor Control *Theory and practical applications*. London: Williams & Wilkins.

Siegel, J.A., R.M. Gilders, R.S. Staron and F.C. Hagerman. (2002). Human muscle power output during upper- and lower-body exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 16, 173-178.

Steven, J. F. (1997). *Designing Resistance Training Program.* Illinois: Human Kinetics.

Stevenson M. W, Warpeha J. M, Dietz C. C, Giveanz R. M and Erdman A. G. (2010). Acute effects of elastic bands during the free-weight barbell back squat exercise on velocity, power and force production. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 24(11), 2944-2954.

Stone, M. H., H.S. O'Bryant, L. McCoy, R. Coglianese, M. Lehmkuhl. and B. Shilling. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weigthed jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 17, 140-147.

Sturgess and Newton. (2008). Design and Implementation of a specific strength program for badminton. *Strength and Conditioning Journal,* 30, 33-41.

Thomas, M., M.A. Fiatarone and R.A. Fielding. (1996). Leg power in young women: Relationship to body composition, strength and function. *Med. Sci. Sports Exerc.,* 28, 1321-1326.

Tsai, C. L., Huang, C. F. and Jih, S. C. (1997). Biomechanical analysis of four different badminton forehand overhead stokes. *Physical Education Journal,* 22, 189-200.

Wallace, B. J., Winchester, J. B. and Mcguigan, M. R. (2006). Effects of elastic bands on force on force and power characteristics during the back squat of exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 21, 268-272.

# ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก ก
# วิธีการหาพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกด้วยการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก

**อุปกรณ์**

1. เครื่องฝึกพลังด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก (Vertimax) รุ่นวี 6โปร (V 6 Pro) ประเทศสหรัฐอเมริกา

2. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ (Motion analysis)

3. มาร์คเกอร์

3. ตลับเมตร

4. เทปกาว

**แบบทดสอบและวิธีการหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่นักกีฬาสามารถเคลื่อนที่ได้ 1 ครั้ง (100% ของความพยายามสูงสุด)**

1. นักกีฬาทุกคนจะต้องทดสอบหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่นักกีฬาสามารถเคลื่อนที่ได้ 1 ครั้ง (100% ของความพยายามสูงสุด) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ คือความหนักสูงสุดจากยางยืดแบบมีลูกรอก ที่นักกีฬาสามารถเคลื่อนที่ได้ในท่าเคลื่อนที่ด้านข้างด้านโฟร์แฮนด์และแบ็คแฮนด์ (forehand and backhand side lunge) และระยะการเคลื่อนที่ที่ผู้วิจัยกำหนด คือ 1.5 เท่าของความยาวช่วงขา

2. การวัดความยาวช่วงขา วัดจากกระดูกปีกสะโพกด้านหน้า (anterior superior iliac spine) ไปถึงปลายของตาตุ่มด้านใน โดยจัดให้ขาทั้งสองข้างอยู่ในท่าที่เหมือนกัน

3. ก่อนทำการทดสอบ ให้นักกีฬายืดเหยียดกล้ามเนื้อ อบอุ่นร่างกาย โดยใช้น้ำหนักของยางยืดที่ระดับความหนักต่ำๆ ในท่าที่เหมือนกับการทดสอบ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมของกลุ่มกล้ามเนื้อในท่าที่จะใช้ทดสอบจริง

4. ให้นักกีฬาได้ทดลองยืดยางยืดในระดับต่างๆ เพื่อเป็นการประเมินตนเอง ว่านักกีฬาจะเลือกใช้ความหนักที่ระดับเท่าใด

5. หลังจากนั้นนักกีฬาเลือกน้ำหนักที่คิดว่าตนเองทำได้ประมาณ 2-3 ครั้ง โดยการทดสอบนักกีฬาต้องพยายามเคลื่อนที่ให้เร็ว และแรงที่สุด โดยจะมีการก้าวเท้าในท่าที่กำหนดจนเท้าสัมผัสระยะทางที่กำหนด (ใช้เทปกาวติดที่พื้นเพื่ออ้างอิงตำแหน่งระยะการก้าวของนักกีฬาแต่ละคน) เมื่อเท้าสัมผัสระยะที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ถือเป็นจุดสิ้นสุด

6. ทดสอบหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่นักกีฬาสามารถเคลื่อนที่ได้ 1 ครั้ง (100% ของความพยายามสูงสุด) ทั้งด้านโฟร์แฮนด์และแบ็คแฮนด์

3. ทำการทดสอบโดยดูน้ำหนักและจำนวนครั้งการทำซ้ำที่นักกีฬาทำได้ แล้วนำไปคำนวณหาน้ำหนักสูงสุดที่นักกีฬาสามารถเคลื่อนที่ได้ 1 ครั้ง (100% ของความพยายามสูงสุด) โดยใช้วิธีเทียบกับค่าหนึ่งอาร์เอ็ม และสูตรการคำนวณตามวิธีของบีชูล และคณะ (Baechle et al., 2000) ได้สรุปต่อจากวาร์เทน (Wathan, 1994) ถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการยกกับความหนักเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดหนึ่งครั้ง (1 อาร์เอ็ม) ไว้ดังนี้

จำนวน 1 ครั้ง = 100 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม
จำนวน 2 ครั้ง = 95 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม
จำนวน 3 ครั้ง = 93 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม
จำนวน 4 ครั้ง = 90 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม
จำนวน 5 ครั้ง = 87 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม
จำนวน 6 ครั้ง = 85 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม
จำนวน 7 ครั้ง = 83 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม
จำนวน 8 ครั้ง = 80 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม
จำนวน 9 ครั้ง = 77 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม
จำนวน 10 ครั้ง = 75 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม

สูตรที่ใช้ในการคำนวณน้ำหนักสูงสุดที่นักกีฬาสามารถเคลื่อนที่ได้ 1 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**น้ำหนักสูงสุดที่นักกีฬาสามารถเคลื่อนที่ได้ 1 ครั้ง** = น้ำหนักของยางที่นักกีฬาทำได้ (k) × (1 + (0.033 × จำนวนครั้งการทำซ้ำที่นักกีฬาทำได้ ))

**วิธีการวัดค่าคงที่ของการยืดตัวของยางยืด** (เพื่อกำหนดเป็นระดับน้ำหนักของยางยืด)

1. ทำการวัดค่าคงที่ของการยืดตัวของยางยืด 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ ซึ่งแต่ละขนาดจะแบ่งออกเป็นอีก 5 ระดับ

2. ใช้ตาชั่งสปริงวัดแรงในการยืดสปริง

3. นำตาชั่งสปริงมาเกี่ยวที่ขอเกี่ยวของยางยืดพร้อมยืดออกที่ระยะ 1 เมตร, 1.5 เมตร, 2 เมตร, 2.5 เมตร, 3 เมตร, 3.5 เมตร ในแนวระนาบเดียวกันและวัดค่าแรง ทุกระยะการทดสอบการยืดของยางยืด และทำการยืดแต่ละระยะ จำนวน 3 ครั้ง และนำค่าแรงที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

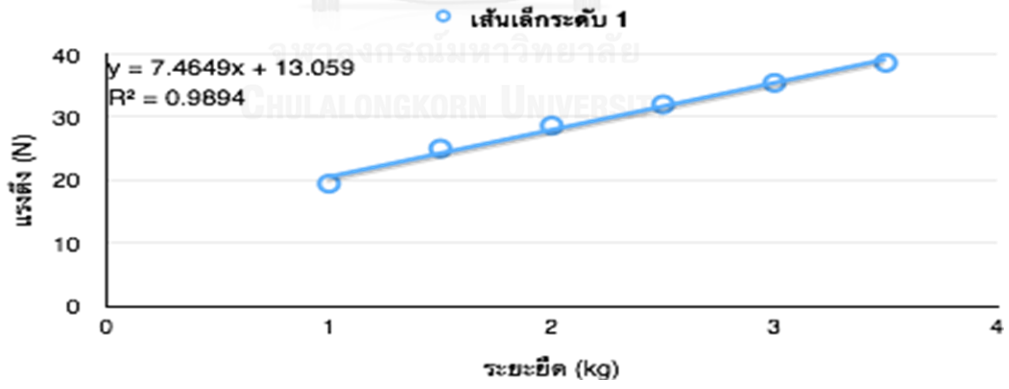
4. นำค่าแรงที่ได้มีหน่วยเป็น กิโลกรัม มาเปลี่ยนเป็นหน่วย นิวตัน

5. จากนั้นทำการพลอตกราฟ ระหว่างแรงกับระยะยืด ความชันของกราฟที่ได้ คือค่าคงที่การยืดตัวของยางยืด มีหน่วยเป็น นิวตันต่อเมตร

ตัวอย่างการยืดยางเส้นเล็ก ระดับที่ 1

| ระดับ 1 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ระยะดึง(m) | F1(kg) | F2(kg) | F3(kg) | F1(N) | F2(N) | F3(N) | F_bar |
| 1 | 1.925 | 1.9 | 2.115 | 18.88425 | 18.639 | 20.74815 | 19.4238 |
| 1.5 | 2.59 | 2.445 | 2.61 | 25.408 | 23.98545 | 25.604 | 24.99915 |
| 2 | 2.965 | 2.905 | 2.89 | 29.08665 | 28.49805 | 28.351 | 28.6452 |
| 2.5 | 3.28 | 3.225 | 3.285 | 32.177 | 31.63725 | 32.22585 | 32.0133 |
| 3 | 3.595 | 3.61 | 3.63 | 35.26695 | 35.414 | 35.61 | 35.43045 |
| 3.5 | 3.96 | 3.925 | 3.925 | 38.848 | 38.50425 | 38.50425 | 38.6187 |
| | | | | | | | |

ตัวอย่างกราฟแรงกับระยะยืดของยางเส้นเล็ก ระดับที่ 1



**วิธีการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อในการออกตัวเคลื่อนที่**

1. ทำการทดสอบเปรียบเทียบหาผลฉับพลันของค่าพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่ ขณะที่มีแรงต้านจากภายนอก คือ แรงต้านจากการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก ความหนักที่ 30% 50% และ 70% ของความพยายามสูงสุด

2. การกำหนดระดับความหนักของยางยืดแบบมีลูกรอก ก็คือ ค่าคงที่ของการยืดตัว (k = elasticity constant) ซึ่งจะมีค่าคงที่ในขณะที่ยางยืดออก เนื่องจากถูกปรับด้วยลูกรอก การวิจัยในครั้งนี้ใช้เครื่องฝึกพลังด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก (Vertimax) รุ่นวี 6โปร (V 6 Pro) ซึ่งจะมียางยืด 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่ แต่ละขนาด ก็จะมีระดับค่าคงที่การยืดตัวที่แตกต่างกันไป ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาค่าคงที่การยืดตัวในยางยืดแต่ละขนาดและแต่ละระดับ ได้ผลดังนี้

**ค่าคงที่ของการยืดตัวของยางยืดแต่ละขนาด (มีหน่วยเป็น นิวตันต่อเมตร)**

| ระดับที่ | ขนาดเล็ก | ขนาดกลาง | ขนาดใหญ่ |
|---|---|---|---|
| 0 | 6.34 | 15.19 | 23.82 |
| 1 | 7.46 | 16.78 | 24.26 |
| 2 | 7.62 | 20.15 | 25.25 |
| 3 | 8.95 | 25.42 | 36.48 |
| 4 | 10.15 | 27.34 | 40.25 |
| 5 | 13.51 | 28.36 | - |

3.วิธีการคำนวณหาค่าความหนักที่ใช้ในการทดสอบ

ตัวอย่างเช่น นักกีฬาทดสอบหาความหนักสูงสุดของค่าคงที่การยืดตัวของยางยืดในการออกตัวเคลื่อนที่ได้ 64.84 นิวตันต่อเมตร (100% ของความพยายามสูงสุด)

50 เปอร์เซ็นต์ของความพยายามสูงสุด = 64.84 x 0.50

= 32.42 นิวตันต่อเมตร

70 เปอร์เซ็นต์ของความพยายามสูงสุด = 64.84 x 0.70

= 45.38 นิวตันต่อเมตร

4. นักกีฬาผู้ถูกทดสอบใส่ยางยืดแบบมีลูกรอกโดยใส่เข็มขัดคาดไว้ที่เอวตามความหนักที่กำหนดไว้ พร้อมยืนวางเท้าแต่ละข้างไว้ที่จุดเริ่มต้น ติดมาร์กเกอร์ที่ตำแหน่งจุดเริ่มต้นของการยืดยางและที่ตำแหน่งจุดสุดท้ายของขอเกี่ยวที่ปลายของยางยืด ท่ายืนเริ่มต้นของผู้ทดสอบพยายามให้เหมือนกันทุกครั้ง เพื่อให้จุดเริ่มต้นและท่าการทดสอบเป็นจุดเดียวกันทุกครั้ง จากนั้นให้นักกีฬารอฟัง

เสียงสัญญาณ เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณบอก “เริ่ม” ให้นักกีฬาผู้ถูกทดสอบพยายามเคลื่อนที่ให้เร็วและแรงที่สุด โดยการวิจัยในครั้งนี้ ใช้ท่าการเคลื่อนที่ด้านข้าง ในท่า forehand and backhand side lunge เหมือนกับการเข้าไปรับลูกตบ โดยผู้ถูกทดสอบจะมีการก้าวเท้าในท่าที่กำหนดจนเท้าสัมผัสระยะทางที่กำหนด (ใช้เทปกาวติดที่พื้นเพื่ออ้างอิงตำแหน่งระยะการก้าวของนักกีฬาแต่ละคน) เมื่อเท้าสัมผัสระยะที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ถือเป็นจุดสิ้นสุด (การปฏิบัติทุกครั้งผู้วิจัยจะชี้แจงและทำความตกลงกับผู้ทดสอบ เกี่ยวกับ วิธีการปฏิบัติและวิธีการทดสอบ)

5. เมื่อปฏิบัติเสร็จแต่ละครั้งนักกีฬาผู้ถูกทดสอบกลับมายืนในท่าเริ่มต้นใหม่ เพื่อรอสัญญาณปฏิบัติต่อไป (นักกีฬาต้องปฏิบัติด้านโฟร์แฮนด์ และแบ็คแฮนด์ ข้างละ 3 ครั้ง และนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย)

**การหาค่าพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนที่ออกตัว** คำนวณได้จากสูตร

Power = Work / Time

Work = Force × Distance

จะได้ว่า Power = Force × Distance / Time

และ Velocity = Distance / Time

**ดังนั้น Power = Force × Velocity**

**1. การคำนวณหาค่าแรง** ใช้ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ (Motion analysis) ในการวิเคราะห์ดูจาก เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นถึงระยะที่กำหนด

**แรง = ค่าคงที่ของการยืดตัว x ระยะยืดของยางยืด**

ระยะยืดของยางยืด = เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นจนเท้าสัมผัสระยะที่กำหนด ยางยืดมีการยืดออกไปเป็นระยะเท่าใด (ดูจากการเปลี่ยนแปลงของมาร์กเกอร์)

**2. การคำนวณหาความเร็ว** ใช้ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ (Motion analysis) ในการวิเคราะห์โดยเมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นจนเท้าข้างถนัดสัมผัสระยะที่กำหนด เชือกมีการยืดออกไปเท่าใด และเวลาที่นักกีฬาใช้ไปเป็นระยะเวลาเท่าใด

**ความเร็ว = ระยะยืดของเชือก/เวลาที่ใช้ไป**

ระยะยืดของยางยืด = เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นจนเท้าสัมผัสระยะที่กำหนด ยางยืดมีการยืดออกไปเป็นระยะเท่าใด (ดูจากการเปลี่ยนแปลงของมาร์กเกอร์)

เวลาที่ใช้ไป = เวลาตั้งแต่เริ่มออกตัว (ดูจากการเปลี่ยนแปลงของมาร์กเกอร์) จนกระทั่งเท้าข้างถนัดสัมผัสระยะที่กำหนด

**ภาพการทดสอบการหาค่าพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกด้วยการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก ในการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์**

**ภาพการทดสอบการหาค่าพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกด้วยการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก ในการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์**

Chulalongkorn University

**ภาคผนวก ข**

**แบบบันทึก และวิธีการหาพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกด้วยการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก**

เลขรหัส..... กลุ่มที่.....

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

ความยาวช่วงขา.....ซม

**พลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่**

| | ความหนัก 30% ของความพยายามสูงสุด | ความหนัก 50% ของความพยายามสูงสุด | ความหนัก 70% ของความพยายามสูงสุด |
|---|---|---|---|
| สัปดาห์ที่ 1 | | | |
| สัปดาห์ที่ 2 | | | |
| สัปดาห์ที่ 3 | | | |

**แบบบันทึกผลการทดลอง**

| **เลขรหัสนักกีฬา** | **ตัวแปรด้านพลังสูงสุดที่ใช้ในการออกตัว** | | |
|---|---|---|---|
| | **Peak Force (newton)** | **Peak Velocity (m/s)** | **Peak Power (watt)** |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

**ภาคผนวก ค**

**รูปแบบการฝึกปกติ (การฝึกทักษะแบดมินตัน)**

**โปรแกรมการฝึกปกติ สัปดาห์ที่ 1-8** เวลา 18.00 - 20.00 น. (ประมาณ 2 ชั่วโมง)

| ลำดับที่ | เนื้อหา | เวลาฝึก | เวลารวม |
|---|---|---|---|
| 1.อบอุ่นร่างกาย (Warm up) | วิ่งเหยาะๆ รอบสนาม วิ่งท่า (วิ่งสไลด์ซ้าย-ขวา วิ่งถอยหลัง วิ่งยกเข่าสูง กระโดดเชือก อื่นๆ ตามที่ผู้ฝึกสอนกำหนด) | 15 นาที | |
| 2.ฝึกทักษะ (Skill) | 1.จับคู่ครึ่งสนาม ฝึกการตีลูกดาด (drive) และลูกหยอดหน้าตาข่าย (net play) | 10 นาที | 120 นาที |
| | 2.ฝึกการตีลูกโด่งท้ายคอร์ด (clear) ตามโปรแกรมที่ผู้ฝึกสอนกำหนด | 10 นาที | |
| | 3.ฝึกการตีลูกตัดหยอด (drop shot) ตามโปรแกรมที่ผู้ฝึกสอนกำหนด | 10 นาที | |
| | 4.ฝึกการตีลูกตบ (smash) ตามโปรแกรมที่ผู้ฝึกสอนกำหนด | 10 นาที | |
| | 5.ผู้ฝึกสอนปล่อยลูกให้ตีตามทักษะและโปรแกรมที่ผู้ฝึกสอนกำหนด | 20 นาที | |
| | 6.ฝึกเล่นเกมในประเภทเดี่ยว และคู่ | 30 นาที | |
| | 7.ฝึกเสริฟ (serve) | 10 นาที | |
| | 8.ฝึกวิ่งคอร์ท (footwork) | 20 นาที | |
| 3.คูลดาวน์ (Cool down) | ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ | 15 นาที | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

## ภาคผนวก ง
## รูปแบบและโปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยา (Reaction time training)

**วัตถุประสงค์ของการฝึก** เพื่อลดเวลาปฏิกิริยา และลดเวลาตอบสนอง

**โปรแกรมการฝึก**

1. ทำการช่วงอบอุ่นร่างกาย ประมาณ 10 นาที ประกอบด้วย
   - วิ่งเหยาะๆ รอบสนาม
   - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
2. โปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยา

| | | |
|---|---|---|
| จำนวนท่าการฝึก | 5 | ท่า |
| จำนวนครั้ง | 8 | ครั้ง |
| จำนวนชุด | 2 | ชุด |

3. เวลาพัก
   - พักระหว่างชุด 1 นาที
4. เวลารวมที่ใช้ในการฝึกไม่รวมอบอุ่นร่างกายและคูลดาวน์ ประมาณ 30 นาที
5. คูลดาวน์ (Cool-down) 15 นาที
   - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
6. ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน (จันทร์ พุธและศุกร์) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ติดต่อกัน โดยทำการฝึกก่อนการฝึกทักษะแบดมินตัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

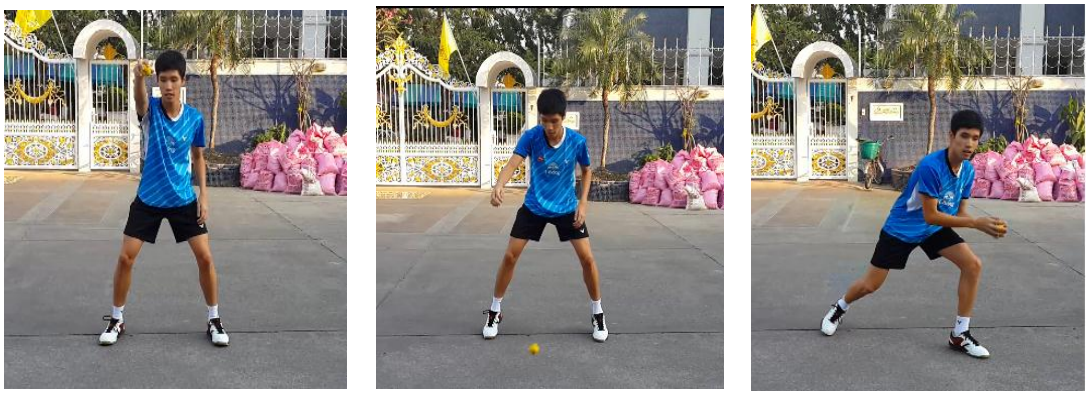
**รูปแบบที่ใช้ในการฝึก** มีดังนี้

**1.การฝึก ปล่อยและจับบอล (Drop and catch reaction drill)**

**วัตถุประสงค์ของการฝึก** เพื่อพัฒนาเวลาปฏิริยา

อุปกรณ์การฝึก บอลปฏิกิริยา (reaction ball) เป็นบอลที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับการฝึกเวลาปฏิกิริยา คือเมื่อบอลตกลงพื้นแล้วจะเด้งกระดอนในลักษณะหลายทิศทาง

**วิธีการฝึก** เริ่มจากฝึก ด้วยท่ายืนย่อตัว ยืดแขนที่จับบอลไปด้านหน้าในระดับไหล่ จากนั้นสายตาจ้องไปที่บอล ปล่อย หลังจากลูกกระดอนพื้น ผู้ฝึกเน้นให้นักกีฬาผู้รับการฝึกพยายามคาดการณ์และอ่านทิศทางของบอล เคลื่อนที่จับลูกบอลให้ได้เร็วที่สุด พยายามอย่าให้ลูกบอลกระดอนเด้งลงพื้นเป็นครั้งที่สอง



**2.การฝึกปฏิกิริยารับบอลที่โยนกระทบกำแพง (Wall toss reaction drill)**

**วัตถุประสงค์ของการฝึก** เพื่อพัฒนาเวลาปฏิกิริยาและความเร่งในการเปลี่ยนทิศทาง

อุปกรณ์การฝึก บอลปฏิกิริยา (reaction ball)

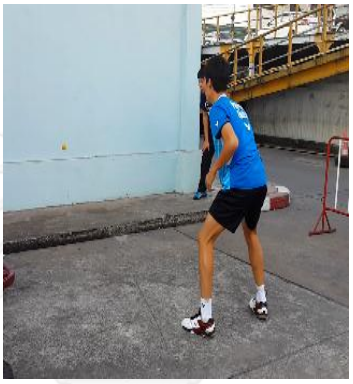
**วิธีการฝึก** เริ่มจากฝึก ด้วยท่ายืนย่อตัว หันหน้าเข้าหากำแพง โยนลูกบอลเข้ากระทบกำแพงในระดับสูง จากนั้นใช้สายตาจ้องลูกบอล รอลูกบอลกระทบพื้น ผู้ฝึกเน้นให้นักกีฬาผู้รับการฝึกพยายามคาดการณ์และอ่านทิศทางของบอล และเคลื่อนที่ด้านข้างจับบอลอย่างรวดเร็ว พยายามอย่าให้ลูกบอลกระดอนเด้งลงพื้นเป็นครั้งที่สอง

**3.การฝึกปฏิกิริยารับบอลที่โยนกระทบกำแพงระดับต่ำ (Wall roll reaction drill)**

**วัตถุประสงค์ของการฝึก** เพื่อพัฒนาเวลาปฏิกิยาและความเร่งในการเปลี่ยนทิศทาง ความอ่อนตัว การฝึกด้วยแบบฝึก wall roll จะต้องใช้เวลาปฏิกิริยาที่รวดเร็วกว่า wall toss

อุปกรณ์การฝึก บอลปฏิกิริยา (reaction ball)

**วิธีการฝึก** เริ่มจากฝึก ด้วยท่ายืนย่อตัว หันหน้าเข้าหากำแพง โยนลูกบอลเข้ากระทบกำแพงในระดับต่ำ จากนั้นใช้สายตาจ้องลูกบอล รอลูกบอลกระทบพื้น ผู้ฝึกเน้นให้นักกีฬาผู้รับการฝึกพยายามคาดการณ์และอ่านทิศทางของบอล และเคลื่อนที่ด้านข้างจับบอลอย่างรวดเร็ว พยายามอย่าให้ลูกบอลกระดอนเด้งลงพื้นเป็นครั้งที่สอง



**4.การฝึกปฏิกิริยาด้านซ้ายหรือขวา (To the left or right reaction drill)**

**วัตถุประสงค์ของการฝึก** เพื่อพัฒนาเวลาปฏิกิริยา

อุปกรณ์การฝึก ลูกบอลปฏิกิริยา 2 ลูก เทป กรวย

**วิธีการฝึก** ผู้รับการฝึกยืนอยู่ตรงกลาง ท่าทางการยืนเตรียมพร้อมเคลื่อนที่ไปทางด้านซ้ายหรือขวา ตามคำสั่งของผู้ฝึก เมื่อได้ยินคำสั่งและผู้ฝึกปล่อยบอลจากมือข้างใดก็ตาม ให้นักกีฬาผู้รับการฝึกเคลื่อนที่เหมือนการรับลูกแบดมินตันทางด้านข้างให้เร็วที่สุด ผู้ฝึกเน้นให้ผู้ฝึกปฏิบัติทักษะมีการคาดการณ์ล่วงหน้า ลดเวลาตัดสินใจ จากการปล่อยบอลของผู้ฝึก และออกตัวอย่างรวดเร็วเมื่อบอลถูกปล่อยจากมือของผู้ฝึก

**5.การฝึกปฏิกิริยารับบอลที่ปล่อยจากผู้ฝึกสอน (Ball drop reaction drill)**

**วัตถุประสงค์ของการฝึก** เพื่อพัฒนาเวลาปฏิกิริยา และความเร่งในการเปลี่ยนทิศทาง พลังที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (รูปแบบการฝึกจะคล้ายกับ Ball toss แต่แตกต่างกันที่ Ball drop ผู้ที่ปล่อยบอลเป็นผู้ฝึก ไม่ใช่นักกีฬาผู้รับการฝึก)

อุปกรณ์การฝึก บอลปฏิกิริยา (reaction ball)

**วิธีการฝึก** เมื่อได้รับสัญญาณจากผู้ฝึก เริ่มจากท่าเตรียมพร้อมในการวิ่งไปด้านหน้า พร้อมกับผู้ฝึกปล่อยบอลที่ระดับความสูงต่างๆ จากนั้นนักกีฬาผู้รับการฝึกต้องใช้สายตาจ้องลูกบอล และวิ่งเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางไปรับลูกบอลที่ตกกระทบพื้นในทิศทางที่ลูกบอลเด้งขึ้นมา พยายามอ่านทิศทางการเด้งของบอลพยายามอย่าให้ลูกบอลกระดอนเด้งลงพื้นเป็นครั้งที่สอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก จ
# โปรแกรมการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive power training)

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะใช้รูปแบบการฝึกโดยใช้แรงต้านจากภายนอกด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก มาสร้างโปรแกรมการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อในการเคลื่อนที่ของนักกีฬาแบดมินตัน ผู้วิจัยจึงได้เลือกท่า (side lunge) ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับรูปแบบการเคลื่อนที่ด้านข้างของกีฬาแบดมินตัน

**วัตถุประสงค์ของการฝึก** เพื่อลดเวลาเคลื่อนไหว และลดเวลาตอบสนอง

**โปรแกรมการฝึก**

1. ทำการช่วงอบอุ่นร่างกาย ประมาณ 10 นาที ประกอบด้วย
   - วิ่งเหยาะๆ รอบสนาม
   - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
2. โปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยา

| | | |
|---|---|---|
| จำนวนท่าการฝึก | 2 | ท่า (ท่าการเคลื่อนที่ด้านโฟร์แฮนด์และ ท่าการเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์) |
| ความหนักที่ใช้ในการฝึก | 70% | ของ 1 RM |
| จำนวนครั้ง | 8 | ครั้ง (ไป-กลับ นับเป็น 1 ครั้ง) ครบ 8 ครั้ง นับเป็น 1 ชุด |
| จำนวนชุด | 5 | ชุด |

3. เวลาพัก
   - พักระหว่างชุด 1.30 นาที
4. เวลารวมที่ใช้ในการฝึกไม่รวมอบอุ่นร่างกายและคูลดาวน์ ประมาณ 30 นาที
5. คูลดาวน์ (Cool-down) 15 นาที
   - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
6. ฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน (จันทร์ พุธและศุกร์) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ติดต่อกัน โดยทำการฝึกก่อนการฝึกทักษะแบดมินตัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**รูปแบบที่ใช้ในการฝึก** มีดังนี้

**1. การเคลื่อนที่ท่าลันจ์ด้านข้าง (side lunge) ด้านโฟร์แฮนด์**

**2. การเคลื่อนที่ท่าลันจ์ด้านข้าง (lateral lunge) ด้านแบ็คแฮนด์**

**วิธีการปฏิบัติ**

1.ยืนแยกขาทั้งสองข้างให้กว้างประมาณความกว้างของช่วงไหล่

2.ย่อเข่าพร้อมกับถ่ายเทน้ำหนักตัวมาขาข้างหนึ่ง

3.ก้าวขาออกตัวด้วยพลังและความเร็วสูงสุดทุกครั้ง โดยการเคลื่อนที่ทั้งด้านโฟร์แฮนด์และแบ็คแฮนด์

เท้าขวาจะเป็นก้าวสุดท้าย เพื่อให้เหมือนกับลักษณะการเคลื่อนที่ไปรับลูกด้านข้างของนักกีฬาแบดมินตัน

4.เมื่อไปถึงจุดที่กำหนด ก้าวกลับมาที่จุดเริ่มต้นและปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

5.ทำด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง ต่อเนื่องและเร็วที่สุด

# ภาคผนวก ฉ

## โปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

**ลำดับในการฝึก**

1. ฝึกโปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยา (ภาคผนวก จ) เวลาในการฝึก 30 นาที
2. ตามด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (ภาคผนวก ฉ) เวลาในการฝึก 30 นาที
3. ฝึกซ้อมตามการฝึกปกติ (ภาคผนวก ง)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

# ภาคผนวก ช
# ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องมือวัดความเร็วของเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองแบบมีตัวเลือกที่ถูกกระตุ้นทางสายตา ในการเคลื่อนที่ด้านข้างของนักกีฬาแบดมินตัน

## ส่วนประกอบของเครื่องมือ

เครื่องมือวัดปฏิกิริยาตอบสนองแบบมีตัวเลือกฯมีส่วนประกอบดังนี้

1. กล่องสัญญาณไฟกระตุ้น 2 จุด พร้อมโปรแกรมควบคุมเวลาในการสว่าของหลอดไฟ
2. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ (Motion analysis) ระบบ Optical เครื่องหมาย

การค้า Qualisys Track Manager (QTM) ประเทศสวีเดน ความถี่ 200 Hz ใช้กล้องจำนวน 4 ตัว

3. แผ่นวัดแรงปฏิกิริยา (Force plate) เครื่องหมายการค้า Kistler ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ความถี่ 200 Hz
4. ลูกแบดมินตัน
5. เชือก เทปกาว ตลับเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**วิธีการทดสอบ**

วิธีการทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้ถูกทดสอบยืนบนแผ่นวัดแรงปฏิกิริยา (Force plate) วางเท้าแต่ละข้างไว้บนแผ่นวัดแรงปฏิกิริยา ท่ายืนเริ่มต้นของผู้ทดสอบพยายามให้เหมือนกันทุกครั้ง เพื่อให้จุดเริ่มต้นและท่าการทดสอบเป็นจุดเดียวกันทุกครั้ง ระยะจากกึ่งกลางแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาถึงลูกแบดมินตันที่แขวนไว้ ยาว 2.530 เมตร และลูกแบดมินตันมีความสูงจากพื้น 45 เซนติเมตร

2. ผู้ถูกทดสอบมองสัญญาณไฟกระตุ้นซึ่งมีหลอดไฟกระตุ้น 2 ดวง

3. เมื่อไฟดวงใดติด ให้ผู้ถูกทดสอบพยายามเคลื่อนที่ให้เร็วที่สุด โดยการวิจัยในครั้งนี้ ใช้การเคลื่อนที่ด้านข้าง โดยใช้ท่าลันจ์ (side lunge) เหมือนกับการเข้าไปรับลูกตบ โดยผู้ถูกทดสอบจะมีการก้าวเท้าและเหวี่ยงแร็คเก็ตไปตีลูกแบดมินตันที่แขวนไว้ด้านข้าง (การปฏิบัติทุกครั้งผู้วิจัยจะชี้แจงและทำความตกลงกับผู้ทดสอบ เกี่ยวกับ วิธีการปฏิบัติและวิธีการทดสอบ) เมื่อปฏิบัติเสร็จ ผู้ถูกทดสอบกลับมายืนอยู่บนแผ่นวัดแรงปฏิกิริยาเหมือนในท่าเริ่มต้น เพื่อรอสัญญาณไฟต่อไป ลำดับในการปล่อยสัญญาณไฟแต่ละครั้งจะไม่เท่ากัน เพื่อเป็นการป้องกันการคาดเดาระยะเตือน (foreperiod) ของการปล่อยสัญญาณไฟ โดยการปล่อยสัญญาณไฟจะใช้การสุ่ม (random) จากระยะเวลาดังต่อไปนี้ คือ 1.0 วินาที, 1.4 วินาที, 1.8 วินาที, 2.3 วินาที และ 2.7 วินาที โดยระยะเวลาในการปล่อยไฟดังกล่าว จะถูกทำการสุ่มทั้งหมด 10 ครั้ง ซ้าย 5 ครั้ง และขวา 5 ครั้ง เวลาที่ถูกสุ่มไปแล้วจะถูกตัดออกไปของแต่ละด้าน

4. ผู้ถูกทดสอบปฏิบัติครบ 10 ครั้ง แบ่งเป็น การเคลื่อนที่ด้านซ้าย (backhand) 5 ครั้ง และเคลื่อนที่ด้านขวา 5 ครั้ง เป็นอันเสร็จสิ้นการทดสอบครั้งนั้น

**วิธีการบันทึกค่า**

1. ผู้ถูกทดสอบปฏิบัติครบ 10 ครั้ง แบ่งเป็น ซ้าย 5 ครั้ง ขวา 5 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

2. วิเคราะห์ค่าต่างๆดังนี้

**2.1 หลักการหาค่าเวลาปฏิกิริยา**

ได้จากเวลาที่กล้องบันทึกไว้ คือ เวลาตั้งแต่ไฟดวงใดดวงหนึ่งติด จนกระทั่งผู้ถูกทดสอบเริ่มมีการเคลื่อนไหว (initial movement) ซึ่งช่วงเริ่มมีการเคลื่อนไหวในการวิจัยครั้งนี้ ดูจากกราฟของแรงปฏิกิริยาของเท้าที่เริ่มเปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับแรงปฏิกิริยาของเท้าขณะยังยืนอยู่ในท่าเตรียมพร้อม ดังนั้นเวลาปฏิกิริยา คือ ระยะเวลาระหว่างตั้งแต่ไฟติด จนกระทั่งข้อเท้าเริ่มมีการเคลื่อนไหว เวลาที่วัดได้มีหน่วยเป็น วินาที

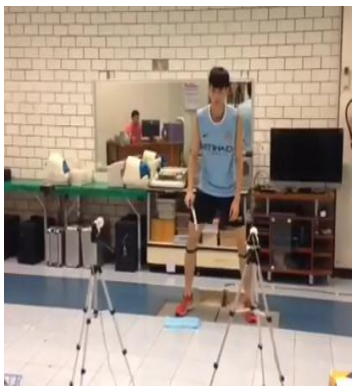
**2.2 หลักการหาค่าเวลาการเคลื่อนไหว**

ได้จากเวลาที่กล้องบันทึกไว้ คือ เวลาตั้งแต่เริ่มเคลื่อนไหวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในทิศทางที่สอดคล้องกับสิ่งเร้าในระยะเวลาที่สั้นที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้คือ ระยะเวลาตั้งแต่จุดที่เริ่มมีการเคลื่อนไหว จนกระทั่งผู้ทดสอบใช้แร็คเก็ตตีกระทบลูกแบดมินตันที่แขวนไว้ที่มุมตามทิศทางของไฟ ซึ่งผู้วิจัยจะถือว่าเป็นจุดสิ้นสุด (ดูจากกราฟความเร็วของลูกแบดมินตันที่มีความเร็วเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับความเร็วของลูกแบดมินตันขณะที่แร็กเก็ตยังไม่สัมผัส) หรือหาได้จาก เวลาตอบสนองลบด้วย เวลาปฏิกิริยา เวลาที่วัดได้มีหน่วยเป็น วินาที

**2.3 หลักการหาค่าเวลาตอบสนอง**

ได้จากเวลาที่กล้องบันทึกไว้ คือ เวลาตั้งแต่ไฟดวงใดดวงหนึ่งติด จนถึงผู้ทดสอบเคลื่อนไหวเสร็จสิ้น ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ เวลาตอบสนอง คือ ระยะเวลาระหว่างตั้งแต่ผู้ถูกทดสอบเห็นไฟดวงใดดวงหนึ่งสว่างขึ้น แล้วไปกระตุ้นตัวประสาทรับรู้ แล้วส่งสัญญาณไปยังสมองให้มีการตัดสินใจแล้วสั่งการไปยังกล้ามเนื้อขาให้เกิดการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้น และเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างตามทิศทางของไฟ จนกระทั่งผู้ทดสอบใช้แร็คเก็ตตีกระทบลูกแบดมินตันที่แขวนไว้ที่มุมตามทิศทางของไฟ เวลาที่วัดได้มีหน่วยเป็น วินาที

Chulalongkorn University



1 2 3

ภาพที่ 1. นักกีฬาผู้รับการทดสอบ ยืนอยู่ในท่าเตรียมพร้อม เพื่อรอสัญญาณไฟ
ภาพที่ 2. เมื่อไฟดวงใดดวงหนึ่งสว่าง นักกีฬาเริ่มมีการเคลื่อนไหวไปในทิศทางที่ไฟสว่าง
ภาพที่ 3. จุดสิ้นสุด คือแร็กเก็ตของนักกีฬาผู้รับการทดสอบสัมผัสกับลูกแบดมินตัน

**กราฟแรงปฏิกิริยาของเท้า-เวลา ที่นักกีฬาผู้ถูกทดสอบเคลื่อนที่ด้านแบ็คแฮนด์**

ช่วงเริ่มมีการเคลื่อนไหว (initial movement) ในการวิจัยครั้งนี้ ดูจากกราฟของแรงปฏิกิริยาของเท้าที่เริ่มเปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับแรงปฏิกิริยาของเท้าขณะยังยืนอยู่ในท่าเตรียมพร้อม (baseline)

**กราฟความเร็ว-เวลา ที่นักกีฬาผู้ถูกทดสอบเคลื่อนที่โดยใช้แร็คเก็ตตีกระทบลูกแบดมินตันที่แขวนไว้ด้านแบ็คแฮนด์**

จุดสิ้นสุด หรือจุดที่หยุดเวลา (stop) ในการวิจัยครั้งนี้ ดูจากกราฟความเร็วของลูกแบดมินตันที่มีความเร็วเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับความเร็วของลูกแบดมินตันขณะที่แร็กเก็ตยังไม่สัมผัส

**แบบบันทึกผลการทดลอง**

| เลขรหัสนักกีฬา | เวลาปฏิกิริยา (มิลลิวินาที ) | เวลาเคลื่อนไหว (มิลลิวินาที ) | เวลาตอบสนอง (มิลลิวินาที ) |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

**ภาคผนวก ฌ**

**รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย**

| | |
|---|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ เจริญ กระบวนรัตน์ | ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.นภพร ทัศนัยนา | คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ | วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธยา สีละมาด | ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 5. อาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร | คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 6. อาจารย์ จตุพร ยืนยง | คณะศึกษาศาสตร์ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสมุทรสาคร |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

**บันทึกข้อความ**

**ส่วนงาน** หน่วยจัดการศึกษา งานวิชาการและวิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา โทร. ๘๑๐๔๐

**ที่** ศธ ๐๕๑๒.๒๔(วช)/๗๙๓ **วันที่** กันยายน ๒๕๕๕

**เรื่อง** ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

---

**เรียน**

**สิ่งที่สิ่งมาด้วย** ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์

๒. แบบประเมินโปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยา โปรแกรมการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและวิธีการทดสอบ

ด้วยนายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต ชั้นปีที่ ๔ แขนงวิชาวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน (THE EFFECT OF COMBINED THE REACTION TIME TRAINING AND EXPLOSIVE POWER TRAINING ON RESPONSE TIME IN BADMINTON PLAYERS)” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต ใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

ร่าง.....
พิมพ์.....
ตรวจ.....
ทาน.....

**แบบประเมินเนื้อหาของโปรแกรมการฝึกและวิธีการทดสอบ**

เรียน

ขอให้ท่านผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเนื้อหาแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักที่ต้องการวัด ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด

**+1** หมายถึง มีความเหมาะสมในโปรแกรมการฝึก

**0** หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมในโปรแกรมการฝึก

**- 1** หมายถึง ไม่มีความเหมาะสมในโปรแกรมการฝึก

| เนื้อหา | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | **+ 1** | **0** | **- 1** (ควรเปลี่ยนแปลงเป็น) |
| **การฝึกเวลาปฏิกิริยา** | | | |
| ท่าที่ใช้ในการฝึก(จำนวนท่าและความเหมาะสม) | | | |
| จำนวนครั้งต่อชุดการฝึก (8 ครั้ง/ชุด/ท่า) | | | |
| จำนวนชุดที่ใช้ในการฝึก (2 ชุด/ท่า) | | | |
| ระยะเวลาการพักระหว่างชุด (1 นาที) | | | |
| จังหวะที่ใช้ในการฝึก เร็ว | | | |
| ความถี่ของโปรแกรมการฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์ (จันทร์,พฤหัสบดี) | | | |
| ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก 8 สัปดาห์ | | | |
| **การฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา** | | | |
| ท่าที่ใช้ในการฝึก(จำนวนท่าและความเหมาะสม) | | | |
| จำนวนครั้งต่อชุดการฝึก (8 ครั้ง/ชุด/ท่า) | | | |
| จำนวนชุดที่ใช้ในการฝึก (2 ชุด/ท่า) | | | |
| ระยะเวลาการพักระหว่างชุด (1 นาที) | | | |
| จังหวะที่ใช้ในการฝึก เร็ว | | | |
| ความถี่ของโปรแกรมการฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์ (จันทร์,พฤหัสบดี) | | | |
| ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก 8 สัปดาห์ | | | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

| เนื้อหา | ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | |
|---|---|---|---|
| | **+ 1** | **0** | **- 1** (ควรเปลี่ยนแปลงเป็น) |
| **วิธีการทดสอบ** | | | |
| วิธีการหาค่า 1 RM | | | |
| วิธีการทดสอบในขั้นตอนการหาค่าพลังสูงสุด (พลังสูงสุดที่ใช้ในการออกตัว,พลังสูงสุดที่ใช้ในการเร่งความเร็ว) | | | |
| วิธีการทดสอบในขั้นตอนการหาเวลาตอบสนอง (ประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง) | | | |

ความคิดเห็นเพิ่มเติมและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลงชื่อ.....ผู้ทรงคุณวุฒิ

(.....)

...../...../2555

# ภาคผนวก ญ
# เอกสารการพิจราณาจริยธรรมการวิจัยในคน

AF 01-12

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

---

**COA No.** 069/2556

## ใบรับรองโครงการวิจัย

**โครงการวิจัยที่ 192.1/55** : ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน

**ผู้วิจัยหลัก** : นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต

**หน่วยงาน** : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

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

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

**วันที่รับรอง** : 2 เมษายน 2556 **วันหมดอายุ** : 1 เมษายน 2557

**เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง**

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 192.1/55
วันที่รับรอง - 2 เม.ย. 2556
วันหมดอายุ - 1 เม.ย. 2557

**เงื่อนไข**

*1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ*
*2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องหยุดิ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย*
*3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด*
*4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) **เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น***
*5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ*
*6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ*
*7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-12) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น*

เอกสารข้อมูลที่แนบมา

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Patient/ Participant Information Sheet)

| | |
|---|---|
| ชื่อโครงการวิจัย | ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อ |
| | เวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน (ขั้นตอนที่ 1) |
| ผู้วิจัย | นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา |
| สถานที่ติดต่อผู้วิจัย | คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| โทรศัพท์เคลื่อนที่ | 083-0507855 E-mail: umum_26@hotmail.com |

เลขที่โครงการวิจัย 192.1/55

วันที่รับรอง - 2 เม.ย. 2556

วันหมดอายุ - 1 เม.ย. 2557

**เรียน** ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

เพื่อเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาแบดมินตัน

**วิธีดำเนินการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความหนักที่แตกต่างกันของยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาแบดมินตั

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาแบดมินตันชาย จากสโมสรแบดมินตันธนบุรี ซึ่งได้จากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 15 คน

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย**

1. ต้องเป็นนักกีฬาแบดมินตันเพศชาย ที่มีอายุระหว่าง 14-18 ปี ทำการฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ

2. ไม่มีโรคประจำตัว

3. ต้องไม่ได้รับการฝึกเสริมนอกเหนือจากการฝึกซ้อมแบดมินตันตามปกติในช่วง 2 เดือนก่อนทำการวิจัย

4. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย**

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรืออาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. ไม่ได้เข้าร่วมการทดสอบ 2 ครั้ง ของช่วงระยะเวลาการทดสอบ (ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ 3 สัปดาห์)

3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

เลขที่โครงการวิจัย 192.1/55
วันที่รับรอง - 2 เม.ย. 2556
วันหมดอายุ - 1 เม.ย. 2557

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. เครื่องฝึกพลังด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก (Vertimax) รุ่นวี 6โปร (V 6 Pro) ประเทศออสเตรเลีย
2. แท่นวัดแรง รุ่น AMTI (Force plate) ประเทศสหรัฐอเมริกา 2000 Hz
3. เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW-300

**สถานที่ทำการทดสอบ**

ศูนย์การทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ขณะทำการทดสอบ**

1.นักกีฬาทุกคนต้องทำการทดสอบเปรียบเทียบหาผลฉับพลันของพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่และพลังของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็ว ขณะที่มีแรงต้านจากภายนอก คือ แรงต้านจากการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก ความหนักที่ 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม โดยใช้รูปแบบการทดลอง Counter Balanced Design คือ นักกีฬาทั้ง 15 คน จะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆละ 5 คน โดยในแต่ละสัปดาห์ ทั้ง 3 กลุ่มจะได้ทดสอบที่ระดับความหนัก 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม สลับกันจนทั้ง 3 กลุ่มได้รับการทดสอบทุกระดับความหนัก ใช้การทดสอบทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ โดยแต่ละครั้งนักกีฬาต้องทำการทดสอบปฏิบัติด้านซ้าย และขวา อย่างละ 6 ครั้ง และนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ใช้เวลาในการทดสอบแต่ละครั้งประมาณคนละ 15 นาที

2.ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้ทำการทดสอบและบันทึกผล ซึ่งในการทดสอบทุกขั้นตอนกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยจะทราบผลของการทดสอบ

3 นำผลการทดสอบที่ได้มากำหนดความหนักในการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อในขั้นตอนที่ 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.ทำให้ทราบถึงผลผลกับพลันของพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่และพลังของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็ว ขณะที่มีแรงต้านจากภายนอกที่ระดับความหนักที่แตกต่างกัน

2.เป็นแนวทางให้ผู้ฝึกสอน นักกีฬาแบดมินตัน และผู้ที่สนใจในกีฬาแบดมินตัน สามารถนำโปรแกรมการฝึกไปใช้ประกอบการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่และพลังของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็วให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3.เป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจในการศึกษาค้นคว้าวิจัยและทดลองเกี่ยวกับการฝึกเวลาตอบสนองเพื่อพัฒนาความสามารถของนักกีฬาแบดมินตันและกีฬาชนิดอื่นๆต่อไป

เลขที่โครงการวิจัย 192.1/55
วันที่รับรอง - 2 เม.ย. 2556
วันหมดอายุ - 1 เม.ย. 2557

ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อความปลอดภัยกับผู้เข้าร่วมวิจัย จึงมีการตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ เพื่อมิให้เกิดความเสี่ยงใดๆที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย อาจมีผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อแขนขาในขณะทำการฝึกและหลังการฝึกในแต่ละครั้ง แต่อาการดังกล่าวจะหายเป็นปกติในเวลาอันสั้น ทั้งนี้ก่อนและหลังการฝึกทุกครั้งจะมีการอบอุ่นร่างกาย และผ่อนคลายกล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น หากพบว่ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นระหว่างการฝึกให้หยุดฝึกทันที ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องรีบแจ้งผู้วิจัยทราบโดยเร็ว

*หากกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นลมในระหว่างการทดสอบและการฝึก ผู้วิจัยได้มีเตรียมอุปกรณ์ในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น คือ แอมโมเนีย และผ้าชุ่มน้ำเย็น เพื่อช่วยในการปฐมพยาบาทเบื้องต้นทั้งในการการทดสอบและการฝึก ในกรณีอาการไม่ดีขึ้น จะนำส่งโรงพยาบาลที่ใกล้เคียง คือโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สำหรับการทดสอบ ณ ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุ และอุปกรณ์ทางการกีฬา (TREC) ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและถ้ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษา*

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล และประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัยด้วยความสมัครใจ การตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลต่อท่าน ท่านสามารถแจ้งออกจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ หากท่านมีข้อสงสัยเกี่ยวกับโครงการวิจัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลส่วนตัว และข้อมูลอื่นๆ ที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิด ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ยกเว้นว่าได้รับคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากท่านมีข้อซักถามประการใด กรุณาติดต่อ นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต โทรศัพท์เคลื่อนที่ 083-0507855 E-mail: umum_26@hotmail.com

*ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมฯ ทั้งสองขั้นตอนในการทดลองจะได้รับค่าเดินทางหรือค่าเสียเวลา และเฉลี่ยจ่ายเป็นรายครั้งๆ ละ 200 บาท ที่มาทดสอบ ณ ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุ และอุปกรณ์ทางการกีฬา (TREC) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

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

เลขที่โครงการวิจัย 192.1/55

วันที่รับรอง - 2 เม.ย. 2556

วันหมดอายุ - 1 เม.ย. 2557

ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

ข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Patient / Participant Information Sheet)

| | |
|---|---|
| ชื่อโครงการวิจัย | ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อ |
| | เวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน (ขั้นตอนที่ 2) |
| ผู้วิจัย | นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา |
| สถานที่ติดต่อผู้วิจัย | คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| โทรศัพท์เคลื่อนที่ | 083-0507855 E-mail: umum_26@hotmail.com |

เลขที่โครงการวิจัย 192

วันที่รับรอง - 2 มิถุนายน 2556

วันหมดอายุ - 1 มิถุนายน 2557

เรียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

เพื่อศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน

**วิธีดำเนินการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาแบดมินตันชาย (สโมสรแบดมินตันบ้านทองหยอดและสโมสรแบดมินตันที ไทยแลนด์) มีอายุระหว่าง 14-18 ปี ทำการฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ โดยขอความร่วมมือจากผู้ฝึกสอน และนักกีฬา ซึ่งได้จากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ด้วยการจับสลากเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ผู้วิจัยได้ใช้ตารางการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ โคเฮน (Cohen,

1969) โดยกำหนดค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ .50 และค่าอำนาจของการทดสอบ (Power of the test) ที่ .70 *ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกของแต่ละกลุ่ม เป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ โดยโปรแกรมการฝึกเสริมจะเริ่มฝึกก่อนการฝึกซ้อมตามปกติ*

**กลุ่มควบคุม** คือ กลุ่มที่ฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติเพียงอย่างเดียว ไม่ได้รับการฝึกเสริมใดๆ จำนวน10 คน

**กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา** คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาและฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติ จำนวน10 คน *ใช้เวลาในการฝึกประมาณ 30 นาที*

**กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ** คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติ จำนวน 10 คน *ใช้เวลาในการฝึกประมาณ 30 นาที*

**กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ** คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกเสริมด้วยการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อและฝึกซ้อมโปรแกรมการฝึกแบดมินตันตามปกติ จำนวน 10 คน *ใช้เวลาในการฝึกประมาณ 60 นาที*

*โดยนักกีฬาจะได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดจากผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยที่ผ่านการอบรมให้มีมาตรฐานเดียวกัน ทั้งนี้ได้มีการประสานงานกับผู้ฝึกสอน และนักกีฬาในการวางแผนทดสอบและการฝึก และขอความร่วมมือของสโมสรแบดมินตันทั้ง 2 แห่ง ให้นักกีฬาฝึกซ้อมตามแต่ละกลุ่มที่ได้แบ่งไว้อย่างเคร่งครัดตลอดช่วงการวิจัย 8 สัปดาห์*

***สถานที่ที่ใช้ในการฝึกซ้อม***

*สโมสรแบดมินตันบ้านทองหยอด และสโมสรแบดมินตันที ไทยแลนด์ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้ทำการฝึก และเป็นผู้บันทึกความร่วมมือในการฝึกของทุกกลุ่มการฝึก*

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย**

1. ต้องเป็นนักกีฬาแบดมินตันเพศชาย ที่มีอายุระหว่าง 14-18 ปี ทำการฝึกซ้อมเพื่อการแข่งขันและพัฒนาความเป็นเลิศ

2. ไม่มีโรคประจำตัว

3. ต้องไม่ได้รับการฝึกเสริมนอกเหนือจากการฝึกซ้อมแบดมินตันตามปกติในช่วง 2 เดือนก่อนทำการวิจัย

4. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

**เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย**

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ อาการเจ็บป่วย เป็นต้น

เลขที่โครงการวิจัย 192.1/55
วันที่รับรอง - 2 เม.ย. 2556
วันหมดอายุ - 1 เม.ย. 2557

*2.เข้าร่วมการฝึกตามโปรแกรมน้อยกว่า 20 ครั้ง*

3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

**สถานที่ทำการทดสอบ**

ศูนย์การทดสอบ วิจัย วัสดุและอุปกรณ์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**การทดสอบ**

1.นักกีฬาทุกคนจะต้องทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนอง ใช้การทดสอบทั้งสิ้น 3 ครั้ง คือ ทดสอบก่อนการทดลอง ทดสอบหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยแต่ละครั้งนักกีฬาต้องทำการทดสอบปฏิบัติด้านซ้าย และขวา อย่างละ 7 ครั้ง ตามสัญญาณไฟกระตุ้น ใช้เวลาในการทดสอบแต่ละครั้งประมาณคนละ 15 นาที

2.ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้ทำการทดสอบและบันทึกผล ซึ่งในการทดสอบทุกขั้นตอนกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยจะทราบผลของการทดสอบ

เลขที่โครงการวิจัย 192.1155
วันที่รับรอง - 2 JAN 2556
วันหมดอายุ - 1 JAN 2557

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ทำการทดสอบเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ครั้ง คือ

ทดสอบครั้งที่ 1 (Pre-test) เป็นการทดสอบก่อนการทดลอง

ทดสอบครั้งที่ 2 (Mid-test) เป็นการทดสอบหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ทดสอบครั้งที่ 3 (Post-test) เป็นการทดสอบหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ (Motion analysis)

2. แท่นวัดแรง รุ่น AMTI (Force plate) ประเทศสหรัฐอเมริกา 2000 Hz

3. ชุดเครื่องมือการกำหนดเวลาปฏิกิริยาแบบมีตัวเลือก 2 ตัวเลือก ประกอบด้วย หลอดไฟ 2 ดวง และโปรแกรมคำสั่ง ลูกแบดมินตัน 2 ลูก

4.ชุดอุปกรณ์และโปรแกรมการฝึกเวลาปฏิกิริยา ประกอบด้วย บอลปฏิกิริยา ลูกเทนนิส กรวย เทป นาฬิกาจับเวลา

5.ชุดอุปกรณ์และโปรแกรมการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย เครื่องฝึกพลังด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก (Vertimax) รุ่นวี 6โปร (V 6 Pro) ประเทศออสเตรเลีย-

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงผลของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว และเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน

2. ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงปฏิกิริยาของเท้าที่ใช้ในการเคลื่อนที่ออกตัวกับเวลาตอบสนองของนักกีฬาแบดมินตัน

3. ทำให้ทราบถึงขนาดของแรงปฏิกิริยาของเท้าที่ใช้ในการออกตัวเคลื่อนที่ของแต่ละโปรแกรมการฝึกที่ส่งผลต่อเวลาตอบสนองนักกีฬาแบดมินตัน

4. เป็นแนวทางให้ผู้ฝึกสอน นักกีฬาแบดมินตัน และผู้ที่สนใจในกีฬาแบดมินตัน สามารถนำโปรแกรมการฝึกไปใช้ประกอบการฝึกซ้อมเพื่อให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5. เป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจในการศึกษาค้นคว้าวิจัยและทดลองเกี่ยวกับการฝึกเวลาตอบสนองเพื่อพัฒนาความสามารถของนักกีฬาแบดมินตันและกีฬาชนิดอื่นๆต่อไป

เลขที่โครงการวิจัย 192.1/55
วันที่รับรอง - 2 เม.ย. 2556
วันหมดอายุ - 1 เม.ย. 2557

**ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เพื่อความปลอดภัยกับผู้เข้าร่วมวิจัย จึงมีการตรวจสอบวิธีดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ เพื่อมิให้เกิดความเสี่ยงใดๆที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย อาจมีผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อแขนขาในขณะทำการฝึกและหลังการฝึกในแต่ละครั้ง แต่อาการดังกล่าวจะหายเป็นปกติในเวลาอันสั้น ทั้งนี้ก่อนและหลังการฝึกทุกครั้งจะมีการอบอุ่นร่างกาย และผ่อนคลายกล้ามเนื้อ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น หากพบว่ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นระหว่างการฝึกให้หยุดฝึกทันที ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องรีบแจ้งผู้วิจัยทราบโดยเร็ว

*หากกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นลมในระหว่างการทดสอบและการฝึก ผู้วิจัยได้มีเตรียมอุปกรณ์ในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น คือ แอมโมเนีย และผ้าชุ่มน้ำเย็น เพื่อช่วยในการปฐมพยาบาทเบื้องต้นทั้งในการการทดสอบและการฝึก ในกรณีอาการไม่ดีขึ้น จะนำส่งโรงพยาบาลที่ใกล้เคียง คือโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สำหรับการทดสอบ ณ ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุ และอุปกรณ์ทางการกีฬา (TREC) ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและถ้ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษา*

**การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง**

ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล และประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัยด้วยความสมัครใจ การตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะไม่มีผลต่อท่าน ท่านสามารถแจ้งออกจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใดๆ หากท่านมีข้อสงสัยเกี่ยวกับ

โครงการวิจัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

**การเปิดเผยข้อมูล**

ข้อมูลส่วนตัว และข้อมูลอื่นๆ ที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิด ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ยกเว้นว่าได้รับคำยินยอมจากท่าน ข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากท่านมีข้อซักถามประการใด กรุณาติดต่อ นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต โทรศัพท์เคลื่อนที่ 083-0507855 E-mail: umum_26@hotmail.com

*ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมฯ ทั้งสองขั้นตอนในการทดลองจะได้รับค่าเดินทางหรือค่าเสียเวลา และเฉลี่ยจ่ายเป็นรายครั้งๆ ละ 200 บาท ที่มาทดสอบ ณ ศูนย์ทดสอบ วิจัย วัสดุ และอุปกรณ์ทางการกีฬา (TREC) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

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

**เลขที่โครงการวิจัย** 192.1/55

**วันที่รับรอง** - 2 เม.ย. 2556

**วันหมดอายุ** - 1 เม.ย. 2557

**ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้**

**หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย**
**สำหรับผู้ปกครอง/ผู้ดูแล**

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

**เลขที่** ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้เกี่ยวข้องเป็น (โปรดระบุเป็น พ่อ/แม่/ผู้ปกครอง/ผู้ดูแลของ(ชื่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย) .....) ขอแสดงความยินยอมให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัย

**ชื่อโครงการวิจัย** ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน (ขั้นตอนที่ 1)

**ผู้วิจัย** นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต

**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา

**สถานที่ติดต่อผู้วิจัย** คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**โทรศัพท์เคลื่อนที่** 083-0507855 E-mail: umum_26@hotmail.com

**เลขที่โครงการวิจัย** 182.1/55

**วันที่รับรอง** - 2 เม.ย. 2556

**วันหมดอายุ** - 1 เม.ย. 2557

ข้าพเจ้าและผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า **ได้รับทราบ**รายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ ข้าพเจ้าได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัย **จนเข้าใจเป็นอย่างดี**แล้ว

ข้าพเจ้าจึง**สมัครใจ**ให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าเข้ารับการทดสอบเปรียบเทียบหาผลฉับพลันของค่าพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่และพลังของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็ว ขณะที่มีแรงต้านจากภายนอก คือ แรงต้านจากการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก ความหนักที่ 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม เป็นเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน ในระหว่างเข้าร่วมการวิจัยจะเข้ารับการทดสอบตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่และพลังของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็ว ขณะที่มีแรงต้านจากภายนอก จำนวน 3 ครั้ง คือที่ความหนักที่ 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม

ข้าพเจ้ามีสิทธิให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าหรือเป็นความประสงค์ของผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแล **ถอนตัว**ออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าและตัวข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า ตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะ**เก็บรักษาเป็นความลับ** โดยจะนำเสนอข้อมูลจากการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าและตัวข้าพเจ้า

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

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต)

ผู้วิจัยหลัก

**เลขที่โครงการวิจัย** 192.1/55

**วันที่รับรอง** - 2 เม.ย. 2556

**วันหมดอายุ** - 1 เม.ย. 2557

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

ลงชื่อ.....

(.....)

พ่อ/แม่/ผู้ปกครอง/ผู้ดูแล

**หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย**
**สำหรับผู้ปกครอง/ผู้ดูแล**

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

**เลขที่** ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้เกี่ยวข้องเป็น (โปรดระบุเป็น พ่อ/แม่/ผู้ปกครอง/ผู้ดูแลของ(ชื่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย) .....) ขอแสดงความยินยอมให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัย

| | |
|---|---|
| **ชื่อโครงการวิจัย** | ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน (ขั้นตอนที่ 2) |
| **ผู้วิจัย** | นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา |
| **สถานที่ติดต่อผู้วิจัย** | คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| **โทรศัพท์เคลื่อนที่** | 083-0507855 E-mail: umum_26@hotmail.com |

**เลขที่โครงการวิจัย** 192.1/57
**วันที่รับรอง** - 2 เม.ย. 2556
**วันหมดอายุ** - 1 เม.ย. 2557

ข้าพเจ้าและผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า **ได้รับทราบ**รายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ ข้าพเจ้าได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัย **จนเข้าใจเป็นอย่างดี**แล้ว

ข้าพเจ้าจึง**สมัครใจ**ให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า เข้ารับการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ในระหว่างเข้าร่วมการวิจัยจะเข้ารับการทดสอบตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว เวลาตอบสนอง แรงปฏิกิริยาของเท้า ความเร็วและความเร่งของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก จำนวน 3 ครั้ง คือก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

ข้าพเจ้ามีสิทธิให้ผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าหรือเป็นความประสงค์ของผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแล **ถอนตัว**ออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าและตัวข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า ตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้า ผู้วิจัย**จะเก็บรักษาเป็นความลับ** โดยจะนำเสนอข้อมูลจากการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวผู้ที่อยู่ในปกครอง/ในความดูแลของข้าพเจ้าและตัวข้าพเจ้า

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

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

**ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกรุณาเลือกรูปแบบการฝึก**

☐ กลุ่มควบคุม

☐ กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา

☐ กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

☐ กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาคงบคู่กับกลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

ลงชื่อ.....

(นายกัญจน์ จันทร์ศรี)

ผู้วิจัยหลัก

**เลขที่โครงการวิจัย** 192.1/55

**วันที่รับรอง** - 2 เม.ย. 2556

**วันหมดอายุ** - 1 เม.ย. 2557

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

ลงชื่อ.....

(.....)

พ่อ/แม่/ผู้ปกครอง/ผู้ดูแล

**หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย**

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

**เลขที่** ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

**ชื่อโครงการวิจัย** ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน **(ขั้นตอนที่ 1)**

**ผู้วิจัย** นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต

**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา

**สถานที่ติดต่อผู้วิจัย** คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**โทรศัพท์เคลื่อนที่** 083-0507855 E-mail: umum_26@hotmail.com

**เลขที่โครงการวิจัย** 192.1755

**วันที่รับรอง** - 2 มิ.ย. 2556

**วันหมดอายุ** - 1 มิ.ย. 2557

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

ข้าพเจ้า**สมัครใจ**เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการทดสอบเปรียบเทียบหาผลฉับพลันของค่าพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่และพลังของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็ว ขณะที่มีแรงต้านจากภายนอก คือ แรงต้านจากการใช้ยางยืดแบบมีลูกรอก ความหนักที่ 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม เป็นเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน ในระหว่างเข้าร่วมการวิจัยจะเข้ารับการทดสอบตัวแปรด้านพลังสูงสุดในการออกตัวเคลื่อนที่และพลังของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็ว ขณะที่มีแรงต้านจากภายนอก จำนวน 3 ครั้ง คือที่ความหนักที่ 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม

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

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัย**จะเก็บรักษาเป็นความลับ** โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

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

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....
(นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต)
ผู้วิจัยหลัก

เลขที่โครงการวิจัย 192.1/55
วันที่รับรอง - 2 เม.ย. 2556
วันหมดอายุ - 1 เม.ย. 2557

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

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

**หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย**

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

**เลขที่** ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

**ชื่อโครงการวิจัย** ผลของการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน (**ขั้นตอนที่** 2)

**ผู้วิจัย** นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต

**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา

**สถานที่ติดต่อผู้วิจัย** คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**โทรศัพท์เคลื่อนที่** 083-0507855 E-mail: umum_26@hotmail.com

**เลขที่โครงการวิจัย** 192.1755

**วันที่รับรอง** - 2 เม.ย. 2556

**วันหมดอายุ** - 1 เม.ย. 2557

ข้าพเจ้า **ได้รับทราบ**รายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยงอันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัย **จนเข้าใจเป็นอย่างดี**แล้ว

ข้าพเจ้าจึง**สมัครใจ**เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการฝึกเวลาปฏิกิริยาควบคู่กับการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาตอบสนองในนักกีฬาแบดมินตัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ในระหว่างเข้าร่วมการวิจัยจะเข้ารับการทดสอบตัวแปรด้านเวลาปฏิกิริยา เวลาเคลื่อนไหว เวลาตอบสนอง แรงปฏิกิริยาของเท้า ความเร็วและความเร่งของข้อเท้า ข้อเข่า ข้อสะโพก จำนวน 3 ครั้ง คือก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

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

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

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

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

**ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยกรุณาเลือกรูปแบบการฝึก**

☐ กลุ่มควบคุม

☐ กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยา

☐ กลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

☐ กลุ่มฝึกเวลาปฏิกิริยาคงบคู่กับกลุ่มฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ

.....

ลงชื่อ.....

(นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต)

ผู้วิจัยหลัก

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

**เลขที่โครงการวิจัย** 192.1/55

**วันที่รับรอง** - 2 มิ.ย. 2556

**วันหมดอายุ** - 1 มิ.ย. 2557

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกัญจน์ จันทร์ศรีสุคต เกิดวันที 26 กุมภาพันธ์ 2526 สถานที่เกิด จังหวัดสุรินทร์ ที่อยู่ปัจจุบัน คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2550 เข้าศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต วิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2552

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University