



วิทยานิพนธ์

ผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อ
เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส

THE EFFECTS OF A PLYOMETRIC TRAINING PROGRAM AND A
RESPONSE TRAINING PROGRAM ON THE EYE-FOOT RESPONSE TIME
OF TABLE TENNIS PLAYERS

นายอนันต์ สืบพิมพ์วงศ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๑



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของโปรแกรมการฝึกพลาสมาโอเมตริกและ โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อ
เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส

The Effects of a Plyometric Training Program and a Response Training Program on the
Eye-Foot Response Time of Table Tennis Players

นามผู้วิจัย นายอภิรักษ์ สืบพิมพ์วงศ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(อาจารย์อภัสรา อัครพันธุ์, ปร.ด)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์เจริญ กระบวนรัตน์, ค.ม.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ราตรี เรืองไทย, Ed. D.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิณทลกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อ
เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส

The Effects of a Plyometric Training Program and a Response Training Program on the
Eye-Foot Response Time of Table Tennis Players

โดย

นายอภิรักษ์ สืบพิมพ์วงศ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการกีฬา)

พ.ศ.2551

อภิสิทธิ์ สืบพิมพ์วงศ์ 2551: ผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึก
ปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา
โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ประชานกรรมการที่ปรึกษา: อาจารย์อภัสรา อัครพันธุ์,
ปร.ค. 122 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและ
โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการ
เคลื่อนไหวในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเทเบิลเทนนิส ของโรงเรียน
กีฬาจังหวัดอุบลราชธานี อายุ 13-17 ปี จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random
sampling) และทำการสุ่มเพื่อจัดเข้ากลุ่ม 3 กลุ่มๆ ละ 8 คน โดยกลุ่มควบคุมฝึกตาม โปรแกรมการฝึก
เทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว กลุ่มพลัยโอเมตริก ฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับโปรแกรมการ
ฝึกเทเบิลเทนนิส และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับโปรแกรม
การฝึกเทเบิลเทนนิส ทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลของ
เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความ
แปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัด
ซ้ำและเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Tukey กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัยพบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว
ของกลุ่มพลัยโอเมตริก พัฒนาเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดช่วง 8 สัปดาห์ของการฝึก ในขณะที่กลุ่ม
ปฏิกิริยาตอบสนอง มีพัฒนาการที่ดีขึ้นเฉพาะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าและเวลาปฏิกิริยา ส่วนกลุ่ม
ควบคุมมีพัฒนาการที่ดีขึ้นเฉพาะเวลาปฏิกิริยาและพบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา
ตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มพลัยโอเมตริก เร็วกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ไม่พบความ
แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว ส่วนภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8
พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มพลัยโอเมตริก เร็วกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่ม
ปฏิกิริยาตอบสนอง และเวลาการเคลื่อนไหวของกลุ่มพลัยโอเมตริก เร็วกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ และไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเวลาปฏิกิริยา

Apinan Suebpimpawong 2008: The Effects of a Plyometric Training Program and a Response Training Program on the Eye-Foot Response Time of Table Tennis Players. Master of Science (Sports Science), Major Field: Sports Science, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Miss Apasara Arkarapanthu, Ph.D. 122 pages.

The objectives of this research were to study and compare the effects of a plyometric training program and a response training program on the eye-foot response time, reaction time and movement time of table tennis players. A simple random sample of 24 subjects was selected from table tennis players aged from 13 to 17 years in the Ubonratchatanee sports school. They were randomly assigned into 3 groups: a control group; a plyometric group; and a response group. The control group practised using only a table tennis training program. The plyometric group practised using a plyometric training program and the table tennis training program. The response group practised using a response training program and the table tennis training program. The training programs were undertaken three days per week for eight weeks. Data on response time, reaction time and movement time were analysed using ANOVA and 2-way and 1-way ANOVA with repeated measures. Multiple comparisons were conducted using Tukey's method. The statistical significance level was set at $p < 0.05$.

The major findings were: 1) There was a significant improvement in the eye-foot response time, reaction time and movement time in the plyometric group throughout the 8-week training period. While the response group improved their eye-foot response time and reaction time, the control group only improved their reaction time. 2) After four weeks of training, the plyometric group had a faster response time than the control group, whereas there was no significant difference in the reaction time and movement time. 3) After eight weeks of training, the plyometric group had a faster response time than the control group and the response group. The plyometric group had a faster movement time than the control group, but there was no significant difference in the reaction times.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ดร.อาทิตย์ อัครพันธุ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษารองศาสตราจารย์เจริญ กระบวนรัตน์ กรรมการที่ปรึกษาสาขาวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย กรรมการที่ปรึกษาสาขาวิชาเอก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ฝึกสอนกีฬาเทเบิลเทนนิสโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี และอาจารย์ พร้อมทั้งนักกีฬาเทเบิลเทนนิสโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานีทุกคน ที่กรุณาเข้าร่วมในงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และจัดหากลุ่มตัวอย่างและสถานที่ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้พร้อมทั้งให้การอบรมและส่งเสริมทางการศึกษาด้วยดี อีกทั้งขอขอบคุณพี่และเพื่อนนิสิตปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือด้วยดี จนทำให้การทำวิทยานิพนธ์ประสบความสำเร็จ

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัว นายสันติ สืบพิมพ์วงศ์ บิดา นางสาว อาภาศิริ สารทรัพย์ มารดา นายทศพล สืบพิมพ์วงศ์ พี่ชาย นางวิไลลักษณ์ ขวัญยืนพี่สาว นางวชิราภรณ์ สงวนตระกูล พี่สาว นายชนินทร์ สืบพิมพ์วงศ์ พี่ชาย ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นที่กำลังใจสูงสุดตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์แก่ข้าพเจ้า

อภิรักษ์ สืบพิมพ์วงศ์

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	27
ผลการวิจัย	31
วิจารณ์ผล	52
สรุปและข้อเสนอแนะ	64
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	67
ภาคผนวก	72
ภาคผนวก ก โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก	73
ภาคผนวก ข โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนอง	81
ภาคผนวก ค การอบอุ่นร่างกาย	87
ภาคผนวก ง การคลายอุ่น	89
ภาคผนวก จ ทำทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	91
ภาคผนวก ฉ การทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า	100
ภาคผนวก ช ค่าสถิติของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและ เวลาการเคลื่อนไหว	104
ภาคผนวก ซ รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก และโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนอง	115
ภาคผนวก ฎ เอกสารชี้แจงข้อมูล	117
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	122

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของอายุ น้ำหนัก และ ส่วนสูง ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	32
2	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของเวลาปฏิกิริยา ตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวของกลุ่ม ตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก	33
3	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของเวลาปฏิกิริยา ตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลัง การฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	34
4	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ของตากับเท้า ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	36
5	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ของตากับเท้าระหว่างกลุ่มตัวอย่างก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	38
6	การเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก	39
7	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของเวลาปฏิกิริยา ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	40
8	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาภายในกลุ่ม ตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลัง การฝึกสัปดาห์ที่ 8	43
9	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา ระหว่าง กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	การเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก	45
11	ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของเวลาการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	46
12	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	48
13	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างกลุ่มตัวอย่างก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	50
14	การเปลี่ยนแปลงของเวลาการเคลื่อนไหวเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก	50
ตารางผนวกที่		
ก1	โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก	75
ข2	ตารางแสดงทิศทางการปล่อยลูก	83
ข3	ตารางแสดงชุดทิศทางการปล่อยลูก	84
ข4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ก่อนการฝึก ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	105
ข5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	106
ข6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	107

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของ ตากับเท้า ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่ม	108
ข8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของเวลาปฏิกิริยา ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	109
ข9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของเวลาปฏิกิริยา ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม	110
ข10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเวลาปฏิกิริยา ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่ม	111
ข11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของเวลาการเคลื่อนไหว ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	112
ข12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของเวลาการเคลื่อนไหว ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	113
ข13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเวลาการเคลื่อนไหว ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่ม	114

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	35
2	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ระหว่างก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	39
3	เวลาปฏิกิริยาของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการ ฝึก ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	41
4	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาระหว่างก่อนการฝึกกับภายหลังการ ฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม	45
5	เวลาการเคลื่อนไหว ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	47
6	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	51
 ภาพผนวกที่		
ก1	กระโดดขาคู่สลับหน้า-หลัง (double-legs front and back jump crossover)	76
ก2	กระโดดขาคู่สลับซ้าย-ขวา (double-legs lateral jump crossover)	77
ก3	กระโดดขาเดี่ยวสลับข้างซ้ายและขวา ไปด้านหน้า-หลัง (alternate single-leg front and back jump)	78
ก4	กระโดดขาเดี่ยวสลับข้างซ้ายและขวา ไปด้านข้าง (alternate single-leg lateral jump)	79
ก5	กระโดดขาเดี่ยวสลับข้างซ้ายและขวาช้ามกล่อง (box single-leg jump crossover)	80

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข6	ภาพการฝึกโปรแกรมปฏิกิริยาตอบสนอง	85
ข7	ภาพอุปกรณ์การฝึกโปรแกรมปฏิกิริยาตอบสนอง	86
ฉ8	ชุดเครื่องมือวัดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าแบบมีตัวเลือก	102
ฉ9	แสดงการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า	103

**ผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อ
เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส**

**The Effects of a Plyometric Training Program and a Response Training Program
on the Eye-Foot Response Time of Table Tennis Players**

คำนำ

ในการเล่นหรือการแข่งขันกีฬาเทเบิลเทนนิสเวลาที่ลูกเคลื่อนที่จากนักกีฬาคนหนึ่งไปยังอีกคนหนึ่งบนแดนตรงข้ามจะใช้เวลาประมาณ 0.4 วินาที (Stenburg, 2538) และลูกเทเบิลเทนนิสที่ถูกตีมาจากฝั่งตรงข้ามจะมีโอกาสมาตกที่บริเวณใดใดของพื้นที่โต๊ะขนาดยาว 274 เซนติเมตร กว้าง 152.5 เซนติเมตร (สมาคมเทเบิลเทนนิสแห่งประเทศไทย, 2545) ดังนั้นนักกีฬาเทเบิลเทนนิสจึงจะต้องเปลี่ยนจังหวะและทิศทางการเคลื่อนที่ทุกครั้งที่ถูกลูกเทเบิลเทนนิสตีมาจากฝั่งตรงข้ามเพื่อให้ร่างกายเคลื่อนไปอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่จะสามารถตีได้ลูกออกไปได้อย่างสมบูรณ์ที่สุด ด้วยเหตุนี้นักกีฬาเทเบิลเทนนิสจึงจะต้องทำการฝึกฝนทั้งด้าน สมรรถภาพทางกาย ทักษะกีฬา รวมทั้งด้านจิตใจเพื่อพัฒนาความสามารถในการเล่นและเพื่อโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการแข่งขันต่อไป ดังที่ สุพิตร (2538) ได้กล่าวไว้ว่า การที่นักกีฬาจะก้าวไปสู่ความเป็นเลิศในทางการกีฬาได้นั้น นักกีฬาจะต้องเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดี มีทักษะทางการกีฬาที่ถูกต้อง และมีสมรรถภาพทางจิตที่สมบูรณ์ โดยในส่วนของสมรรถภาพนั้นนอกจากสมรรถภาพทางกายทั่วไปที่นักกีฬาพึงมีอันได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscular strength) ความทนทานของกล้ามเนื้อ (muscular endurance) ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิต (cardiovascular endurance) กำลังกล้ามเนื้อ (muscular power) ความอ่อนตัว (flexibility) ความเร็ว (speed) การทรงตัว (balance) และความว่องไว (agility) (กรมพลศึกษา, 2545) แล้วนักกีฬาเทเบิลเทนนิสยังต้องได้รับการฝึกฝนเพิ่มเติมในส่วนของความสัมพันธ์ของประสาทกับกล้ามเนื้อ และปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือและตากับเท้าด้วย ซึ่งทั้งปฏิกิริยาตอบสนองที่รวดเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไวที่ดี ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มาก และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อมัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเป้าหมายต่างๆ เพื่อที่จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่เหมาะสมได้อย่างรวดเร็วและสามารถตีได้ลูกเทเบิลเทนนิสที่มาจากฝั่งตรงข้ามได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการกีฬาได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างมากมีการคิดค้นรูปแบบการฝึกซ้อมต่างๆ สำหรับนักกีฬาเทเบิลเทนนิสขึ้นมากมายเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพด้านร่างกาย และปรับปรุงเทคนิคทักษะการเล่นต่างๆ เพื่อให้ นักกีฬาสามารถเล่นและแข่งขันได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้นและมีประสิทธิภาพการเล่นที่ดีขึ้น การฝึกซ้อมใดที่ทำให้ นักกีฬามีปฏิกิริยาตอบสนองและมีความเร็วในการเคลื่อนที่ได้มากย่อมส่งผลให้ในเกมส์การแข่งขันนักกีฬาสามารถเข้ารับลูกได้เร็วแล้วยังสามารถวางลูกหรือตีลูกไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำด้วยทักษะที่ถูกต้องและด้วยความแรงที่เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์ได้ไม่ยาก จึงทำให้มีโอกาสที่จะเป็นฝ่ายชนะได้สูงกว่าคนที่มีการเคลื่อนที่ได้ช้ากว่า การฝึกพลัยโอเมตริกหรือการฝึกที่จะทำให้กล้ามเนื้อมีการยืดตัวก่อนการหดตัวอย่างเต็มที่เป็นรูปแบบการฝึกหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับนักกีฬาที่ต้องใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง จัปปลัน การฝึกจะเป็นผลดีสำหรับนักกีฬาที่ต้องเคลื่อนไหวเปลี่ยนจังหวะและทิศทางอยู่เสมอ (เจริญ, 2538) ส่วนการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองเพื่อให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองสั้นลงนั้น ชูศักดิ์และ กันยา (2536) ได้กล่าวว่า ไม่มีหลักฐานว่าเวลาปฏิกิริยาขึ้นพื้นฐานสามารถทำให้สั้นเข้าโดยวิธีอื่นนอกเหนือจากการกระทำซ้ำๆ กัน โดยเน้นให้กระทำอย่างรวดเร็วเป็นสำคัญ สอดคล้องกับ ชูศักดิ์และกันยา (2536ก) ที่ได้กล่าวไว้ว่า เมื่อต้องการลดเวลาปฏิกิริยาหรือเวลาการเคลื่อนไหวในกิจกรรมใดก็ตาม ก็ย่อมจะต้องฝึกการเคลื่อนไหวที่ส่วนของร่างกายนั้นๆ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการศึกษาว่าการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสปกติเปรียบเทียบกับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นควบคู่กับโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสตามปกติ และการฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นควบคู่กับการฝึกเทเบิลเทนนิสตามปกติ จะส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตัวกับเท้าเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวแตกต่างกันหรือไม่และเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวที่เป็นผลมาจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสตามปกติ การฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส

2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวที่เป็นผลมาจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสตามปกติ การฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส

สมมติฐานของการวิจัย

1. การฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสตามปกติ การฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองมีผลต่อเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของตา กับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวของนักกีฬาเทเบิลเทนนิสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสตามปกติ การฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวของนักกีฬาเทเบิลเทนนิส เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเทเบิลเทนนิส ระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี เพศชายและเพศหญิง อายุระหว่าง 13-17 ปี จำนวน 32 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้จากวิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลาก ซึ่งเป็น นักกีฬาเทเบิลเทนนิส ของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี ระดับมัธยมศึกษา เพศชายและเพศหญิง อายุระหว่าง 13-17 ปี เป็นจำนวน 24 คน ซึ่งประกอบด้วย

กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสปกติ
 กลุ่มพลัยโอเมตริก คือ กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิส
 กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง คือ กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับการฝึกโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิส

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

3.1. ตัวแปรอิสระ (independent variables) คือ โปรแกรมการฝึกได้แก่

3.1.1. โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

3.1.2. โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนอง

3.2. ตัวแปรตาม (dependent variable) คือ

เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่าง ประกอบกิจวัตรประจำวันตามปกติ ได้แก่ เรียน รับประทานอาหารและพักผ่อนตามที่โรงเรียนกำหนด

2. กลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้เป็นนักกีฬาเทเบิลเทนนิสของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

3. ช่วงเวลาในการทำงานวิจัยใช้เวลาเดียวกันคือ 15.00 – 18.00 น. ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

4. ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นิยามคำศัพท์

1. โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก หมายถึง โปรแกรมการฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยจัดให้ใช้ทำการฝึกท่าต่างๆ ที่มีการยืดออกของกล้ามเนื้อก่อนการหดสั้นเข้าอย่างรวดเร็วตามจำนวนครั้ง จำนวนเซตและระยะเวลาการฝึกตามที่ผู้วิจัยกำหนดและผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วและฝึกควบคู่กับโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสตามปกติของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

2. โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนอง หมายถึง โปรแกรมการฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เครื่องยิงลูกเทเบิลเทนนิสไปยังทิศทางต่างๆ ได้แก่ ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหน้าของผู้ถูกทดสอบสลับกันไปและให้ผู้ถูกทดสอบเคลื่อนที่ไปในทิศทางนั้นๆ อย่างเร็วที่สุดตามจำนวนครั้ง จำนวนเซตและระยะเวลาการฝึกตามที่ผู้วิจัยกำหนดและผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วและฝึกควบคู่กับโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสตามปกติของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

3. เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า หมายถึง เวลาตั้งแต่มีสิ่งเร้า คือหลอดไฟหนึ่งในสามดวงสว่างขึ้นไปกระตุ้นตัวรับรู้แล้วส่งสัญญาณไปยังสมองให้มีการตัดสินใจแล้วสั่งการไปยังเท้าให้เกิดการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในทิศทางที่สอดคล้องกับสิ่งเร้าในระยะเวลาที่สั้นที่สุดมีหน่วยเป็นวินาทีโดยปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าสามารถแยกออกเป็นเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว

4. เวลาปฏิกิริยา หมายถึง เวลาตั้งแต่มีสิ่งเร้า คือหลอดไฟหนึ่งใน 3 ดวงสว่างขึ้นไปกระตุ้นตัวรับรู้แล้วส่งสัญญาณไปยังสมองให้มีการตัดสินใจแล้วสั่งการไปยังเท้าให้เริ่มเคลื่อนไหวในระยะเวลาที่สั้นที่สุดมีหน่วยเป็นวินาที

5. เวลาการเคลื่อนไหว หมายถึง เวลาตั้งแต่เริ่มเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในทิศทางที่สอดคล้องกับสิ่งเร้าในระยะเวลาที่สั้นที่สุดมีหน่วยเป็นวินาที

6. นักกีฬาเทเบิลเทนนิส หมายถึง นักกีฬาเทเบิลเทนนิสของโรงเรียนกีฬา
จังหวัดอุบลราชธานี เพศชายและเพศหญิงอายุ 13-17 ปี

การตรวจเอกสาร

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าความรู้พื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวกับการวิจัยนี้ รวมทั้งงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งหัวข้อต่างๆ ดังนี้

เวลาปฏิกิริยา เวลาการเคลื่อนไหว และเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง

เวลาปฏิกิริยาตอบสนองในกีฬาเทเบิลเทนนิส

ความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

ทฤษฎีและหลักการฝึกพลัยโอเมตริก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เวลาปฏิกิริยา เวลาการเคลื่อนไหว และเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง

เมื่อกล่าวถึงกีฬาแล้ว ในกีฬาหลายประเภทล้วนแล้วต้องมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นตลอดเวลาจะช้าหรือเร็วก็ขึ้นอยู่กับตัวบุคคลนั้นและวิธีการฝึกซ้อม โดยในกีฬาหลายประเภทต้องมีปฏิกิริยาตอบสนองที่ดีเพื่อที่จะให้เกิดการเคลื่อนไหวตามที่ต้องการได้ หรือแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างถูกต้องและตอบโต้ได้อย่างแม่นยำ เช่น กีฬาเทเบิลเทนนิสจำเป็นต้องมีปฏิกิริยาตอบสนองที่เร็ว เพื่อสามารถเข้าไปตีลูกได้ทันและตีได้ลูกให้ตกในตำแหน่งที่เหมาะสม และได้เปรียบ โดยปฏิกิริยาตอบสนองยังสามารถแยกออกไปอีก ได้แก่ เวลาปฏิกิริยา (reaction time) กับ เวลาการเคลื่อนไหว (movement time) ซึ่งเมื่อนำเวลาทั้งสองเข้ามารวมกันแล้วก็จะเป็นเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (response time) (ชูศักดิ์ และ กันยา, 2536) โดยความหมายของแต่ละตัวก็แตกต่างกันออกไปดังนี้คือ

เวลาปฏิกิริยา

เวลาปฏิกิริยา (reaction time) หมายถึง เวลาตั้งแต่มีสิ่งเร้ามากระตุ้น จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว โดย ชูศักดิ์ และกันยา (2536) ได้กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาต้องอาศัยทางเดินที่นำพลังประสาทจาก รีเซปเตอร์ (receptor) ขึ้นไปสู่สมองส่วนที่อยู่ได้อ่านาจิตใจ โดยการผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวแล้วจึงส่งลงมายังกล้ามเนื้อ โดย ชูศักดิ์ และ กันยา (2536) ได้แบ่งเวลาปฏิกิริยาเป็น 3 ระยะ คือ 1) เวลารับรู้ความรู้สึก (sense time receiving of the stimulus) 2) เวลาตัดสินใจ (decision, thought time) และ 3) เวลาการเคลื่อนไหว (movement time, initiation of movement) สอดคล้องกับ Margaret (1972) ได้แบ่งเวลาปฏิกิริยาเป็น 3 ระยะ คือ 1) เวลารับรู้ความรู้สึก (sense time, receiving of time) คือ เวลาตั้งแต่ปลายประสาทรับรู้ความรู้สึก 2) เวลาตัดสินใจ (decision, thought time) เป็นเวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะตอบสนอง 3) เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว (initial of movement time) คือ เวลาตั้งแต่ปลายประสาทส่วนกลางสั่งงานจนกระทั่งประสาทมาถึงกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้อเริ่มหดตัว และ De Vries (1980) ยังกล่าวเกี่ยวกับเวลาปฏิกิริยาว่าเป็น ช่วงระยะเวลาตั้งแต่ได้รับการกระตุ้นจนเกิดปฏิกิริยารั้งแรกที่มีต่อการกระตุ้น ซึ่งปฏิกิริยานี้อยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ ความเร็วของเวลาปฏิกิริยาเป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะนำไปสู่ชัยชนะในการแข่งขันกีฬา ซึ่งเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ประกอบด้วย 1) sense organ time คือ เวลาที่จำเป็นต่ออวัยวะส่งความรู้สึกต่อตัวกระตุ้น 2) nerve conduction time คือ เวลาที่จำเป็นสำหรับนำกระแสประสาทเข้าและออกจากเส้นประสาทไขสันหลัง 3) brain time คือ เวลาที่ใช้สำหรับ รับ-ส่ง และแปลความหมาย 4) muscle development time คือ เวลาที่จำเป็นสำหรับกล้ามเนื้อในการก่อให้เกิดแรงและการเคลื่อนไหว สำหรับการเคลื่อนไหวของพลังประสาททั้งส่งและรับรู้ความรู้สึก จะไม่แตกต่างกันนัก คือ ใช้เวลาประมาณ 90-120 เมตรต่อวินาที ดังนั้นในการที่จะลดปฏิกิริยาจึงเป็นการลดเวลาของการตัดสินใจเป็นส่วนใหญ่ โดยการฝึกบ่อยๆ จนเป็นรีเฟล็กซ์ (reflex) โดย ชูศักดิ์ และกันยา (2536) กล่าวว่า การทำงานและการออกกำลังกายต้องอาศัยการทำงานในรูปของรีเฟล็กซ์ และรีแอคชั่น (reaction) เมื่อได้รับการฝึกให้ทำซ้ำๆ กันอยู่เป็นเวลานาน รีแอคชั่นซึ่งถือว่าเป็นปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่อยู่ได้อ่านาจิตใจจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นรีเฟล็กซ์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นการตอบสนองของร่างกายที่อยู่นอกอ่านาจิตใจได้ เรียกรีเฟล็กซ์นี้ว่า รีเฟล็กซ์ฝึก (conditioned reflex)

ดังนั้นการที่จะทำให้เวลาปฏิกิริยาลงลงนั้นต้องทำการฝึกโดยการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนไหวเฉพาะอย่าง โดยการฝึกซ้อมการเคลื่อนไหวหรือการเคลื่อนที่นั้นบ่อยๆ หรือซ้ำๆ กันก็จะ

สามารถทำให้เวลาปฏิริยาสั้นลงได้ ซึ่ง ชุคคี่ และกันยา (2536) ได้กล่าวว่า ไม่มีหลักฐานว่าเวลาปฏิริยาขึ้นพื้นฐานสามารถทำให้สั้นเข้าโดยวิธีอื่นๆ นอกเหนือจากกระทำซ้ำๆ กัน โดยเน้นให้กระทำอย่างรวดเร็วเป็นสำคัญ เวลาที่เร็วขึ้นนั้นจะพัฒนาในปฏิริยาเฉพาะอย่าง ไม่ได้เกิดทั่วไป คือเกี่ยวข้องกับเวลาปฏิริยาของการกระทำอย่างหนึ่ง ซึ่งถ้าการกระทำอย่างอื่นเวลาปฏิริยาอาจไม่ดีขึ้นอีก วิธีการวัดเวลาปฏิริยาจะเริ่มตั้งแต่มีการแสดงสิ่งกระตุ้นไม่ว่าจะเป็น การมองเห็น การได้ยินหรือการสัมผัส แล้วเริ่มต้นการเคลื่อนไหวนั้น (Shaver, 1982)

ดังนั้นในการพัฒนาเวลาปฏิริยาจะสามารถทำได้โดยผู้ฝึกสอนและผู้ฝึกต้องทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อเวลาปฏิริยา ว่าปัจจัยใดบ้างที่จะเป็นขีดจำกัดของการพัฒนาในเรื่องของเวลาปฏิริยา โดย ชุคคี่ และกันยา (2536) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อเวลาปฏิริยาดังนี้

1. อายุและเพศ

ความสำคัญของอายุที่มีต่อเวลาปฏิริยา ได้รับความสนใจกันมาก โดย ชุคคี่ และกันยา (2536ก) ได้กล่าวไว้ว่า เวลาปฏิริยาจะช้าในเด็ก โดยเวลาที่ใช้จะน้อยลงเรื่อยๆ เมื่อมีอายุเพิ่มขึ้น เวลานั้นที่น้อยพบได้ในนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย ชุคคี่ และกันยา (2536ง) พบว่า เวลาปฏิริยาสามารถทำให้ลดลงได้จนถึงอายุ 30 ปี หลังจากนั้นจะค่อยๆ ยาวขึ้น เมื่ออายุ 60 ปี เวลาปฏิริยาเร็วกว่าเมื่ออายุ 10 ปี คำกล่าวนี้สนับสนุนโดย ชุคคี่ และกันยา (2536ข) พบว่า ก่อนถึงอายุ 60 ปีนั้น เวลาปฏิริยาช้าลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเพศ ชุคคี่ และกันยา (2536ข และ 2536ง) ได้ลงความเห็นว่าคุณชายใช้เวลาสั้นกว่าผู้หญิง ในการศึกษาวัดเวลาปฏิริยาของการเคลื่อนไหวแขนและขา พบว่า ผู้ชายใช้เวลาสั้นกว่าผู้หญิงเล็กน้อย ความแตกต่างนี้อาจเนื่องจาก ในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2. ความพร้อมที่จะตอบสนอง

มีหลักฐานที่ทำให้เชื่อว่า เวลาปฏิริยาได้รับอิทธิพลมาจากความพร้อมที่จะตอบโต้ โดยจากการศึกษาการวิ่งระยะสั้น โดย ชุคคี่ และกันยา (2536จ) ได้พบว่าการนึกคิดให้กล้ามเนื้อได้ทำงานก่อนการกระตุ้นจริง จะเป็นการช่วยเร่งการตอบสนอง ในการศึกษาเกี่ยวกับผลของการยืดกล้ามเนื้อ การดึงตัว และการคลายตัวต่อเวลาปฏิริยา โดย ชุคคี่ และกันยา (2536ฉ) พบว่า ถ้าให้

กล้ามเนื้อมีความตึงตัวก่อนการกระตุ้นจะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง 7% เมื่อเปรียบเทียบกับทำให้กล้ามเนื้ออยู่ในสภาพคลายตัวก่อน

3. อิทธิพลของสัญญาณเตือน

จากการศึกษาของ โดย ชุคคี่ และกันยา (2536) พบว่า จะมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงเมื่อให้สัญญาณเตือนก่อนการกระตุ้นจริง โดยสัญญาณเตือนดังกล่าวจะทำให้ผู้ถูกวัดเพ่งความสนใจเพื่อรอตัวกระตุ้นมากขึ้น และเตรียมกล้ามเนื้อไว้ให้พร้อมต่อการตอบสนองด้วย

4. อิทธิพลของความแรงของการกระตุ้น

การเพิ่มความแรงของการกระตุ้นทั้งการเห็น การได้ยิน อุณหภูมิ และความเจ็บปวด จะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง โดย ชุคคี่ และกันยา (2536) พบว่า การเพิ่มความแรงของการกระตุ้นก็มีข้อจำกัด เนื่องจากเมื่อความแรงของตัวกระตุ้นเพิ่มมากเกินไปจะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง แต่อาจทำให้ยาวขึ้นได้

5. อิทธิพลของจำนวนรีเซปเตอร์ (receptor) ที่กระตุ้น

เมื่อจำนวนรีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้นเพิ่มขึ้น เป็นจำนวนมาก จะช่วยทำให้ระยะเวลาแฝงสั้นลง และเวลาปฏิกิริยาก็สั้นลงด้วย โดย ชุคคี่ และกันยา (2536) กล่าวว่าเมื่อกระตุ้นด้วยตัวกระตุ้นต่าง ๆ หลายชนิดพร้อมกัน เช่น แสง เสียง และการกระแทก จะเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาลดลง

6. อาหาร

ผู้ที่รับประทานอาหารเช้าก่อนที่จะมาทดสอบจะมีเวลาปฏิกิริยาเร็วกว่าผู้ที่ไม่ได้รับประทานอาหารเช้าก่อนมาทดสอบ ยังขาดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลของอาหารต่อเวลาปฏิกิริยา กาแฟและสารเบนซิดรีน (benzedrine) มีผลทำให้ผู้ที่ตื่นตัวอยู่แล้วมีเวลาปฏิกิริยาออกไป แอลกอฮอล์มีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นในทุกกรณี ส่วนการสูบบุหรี่จะทำให้เวลาปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นเมื่อตัวกระตุ้นที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นทางสายตา

7. ผลของความเมื่อยล้า (fatigue) ต่อเวลาปฏิกิริยา

ภาวะเมื่อยล้าจะทำให้เวลาปฏิกิริยายาวออกไป อย่างไรก็ตาม ชูศักดิ์ และกันยา (2536) พบว่า จะต้องมีการเมื่อยล้ามากพอสมควรจึงทำให้เวลายาวออกไป การวิจัยหลายแห่งได้ แสดงว่า การอดนอนมีผลน้อยต่อเวลาปฏิกิริยา ตรงกันข้ามที่ผู้ทดสอบสามารถเพ่งความสนใจอยู่ที่ตัวกระตุ้น

8. ผลของการฝึกน้ำหนัก

ได้มีการศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายต่อเวลาปฏิกิริยา พบว่า การฝึกแบบไอโซโทนิค (isotonic) ที่ใช้ความต้านทานอย่างมาก จะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงถึง 13% แต่ถ้าให้ออกกำลังกายที่มีความต้านทานน้อยๆ จะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง อย่างไรก็ตามยังไม่มีหลักฐานช่วยเสริมหรือคัดค้านงานดังกล่าว

9. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยากับการเคลื่อนไหว

โดย Margaret (1972) กล่าวว่าเวลาปฏิกิริยาจะแปรผันไปตามองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการ คือ การเรียนรู้และการคาดคะเน ถ้าได้รับการฝึกหัดมาก่อนจะทำให้เวลาปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงได้ หรือถ้ามีการคาดคะเนไว้ล่วงหน้าก่อนที่สิ่งเร้าจะปรากฏ จะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดกว่าปกติ 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 และกันยา (2536) กล่าวว่า เวลาการเคลื่อนไหวคือช่วงเวลาทั้งหมดในการกระทำตอบสนอง ได้แก่ช่วงเวลาการทำงานของกล้ามเนื้อ หลังจากได้รับคำสั่งจากกระแสประสาทจนกระทั่งกล้ามเนื้อสิ้นสุดการทำงาน Shaver (1982) กล่าวว่า เวลาการเคลื่อนไหวจะเริ่มตั้งแต่ผู้ถูกทดสอบมีการเคลื่อนไหวร่างกายครั้งแรก อาจจะเป็นบางส่วนของร่างกาย เช่น ขาหรือแขน การเคลื่อนไหวนั้นจะต้องมีการกำหนดระยะทางและจะต้องมีการสัมผัสเป้าหมายหรือผ่านทางเดินสัญญาณของแสง หรือ อุปกรณ์ลักษณะอื่นที่ยอมให้มีการเคลื่อนไหวผ่านได้ตลอด สอดคล้องกับ Sage (1984) กล่าวว่า เวลาเคลื่อนไหว คือ เวลาที่เริ่มเคลื่อนไหวจนกระทั่งร่างกายเคลื่อนไหวเสร็จสิ้น การสิ้นสุดการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นเมื่อ แขน ขา หรือมือ ของผู้ถูกทดสอบผ่านสัญญาณหรือตาไฟฟ้า (photoelectric cell)

เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง

เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (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 หรือแม้กระทั่งกีฬาประเภท แร็กเกต เช่น เทเบิลเทนนิส เทนนิส แบดมินตัน ซึ่งถ้ามีเวลาปฏิกิริยาดีกว่าย่อมสามารถเข้าไปหาลูกได้เร็วและสามารถตีได้อย่างแม่นยำ เป็นต้น (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536) สอดคล้องกับ เจริญ (2538) ได้กล่าวไว้ว่า ระยะเวลาของการสะท้อนกลับ (reflex time) หมายถึงระยะเวลาที่ระบบประสาทรับรู้การกระตุ้น

จากสิ่งเร้าจนถึงกระแสประสาทสั่งงาน ไปถึงอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับกลไกการเคลื่อนไหว (effectors)

ดังนั้นการปฏิบัติกิจกรรมใดที่ต้องอาศัยความเร็วเป็นปัจจัยสำคัญ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของเวลาปฏิกิริยา ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องเวลาปฏิกิริยาจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและมีประโยชน์มาก ซึ่งจะทำให้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลและองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลต่อความเร็วได้โดย ชูศักดิ์ และกันยา (2536) พบว่า การฝึกไอโซโทนิคที่ใช้ความต้านทานอย่างมากจะทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง 13% แต่ถ้าให้ออกกำลังที่ต่อต้านความต้านทานน้อยๆ จะไม่ทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง และการที่จะสามารถพัฒนาเวลาปฏิกิริยานั้นยังสามารถเพิ่มได้จากการเพิ่มความแข็งแรงของร่างกายและใช้การฝึกเวลาปฏิกิริยาต่างๆ ด้วยการกระตุ้นด้วยแสง เสียง หรือการเคลื่อนไหว (Colfer, 1977)

เวลาปฏิกิริยาตอบสนองในกีฬาเทเบิลเทนนิส

เมื่อกล่าวถึงกีฬาเทเบิลเทนนิสแล้ว ทุกคนต้องนึกถึงลูกเทเบิลเทนนิสที่เล็ก และขนาดความกว้างยาวของโต๊ะเทเบิลเทนนิสที่มีไม่มาก จึงทำให้กีฬาเทเบิลเทนนิสเป็นกีฬาที่ยากที่จะเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อเล่นลูกที่มาด้วยความเร็ววนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเป็นกีฬาที่มีเรื่องของความเร็วลูกที่เป็นปัจจัยสำคัญจึงยากที่จะตีตอบโต้คู่แข่งกันได้ ดังนั้นนักกีฬาเทเบิลเทนนิสจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเวลาปฏิกิริยาตอบสนองที่ดีเยี่ยม ดังที่ Stenburek (2538) ได้กล่าวว่า ปฏิกิริยาตอบสนองและการเคลื่อนไหวในการโต้ลูกแต่ละครั้งสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนการตีลูกป้องกันของนักกีฬา จะเกิดขึ้นจาก

1. การคำนวณ เมื่อคู่ต่อสู้ตีลูกมาจะต้องคิดว่าคู่ต่อสู้ตีลูกแบบใด ความหมุนมากน้อยเพียงใด ทิศทางของลูกไปทางไหน และจะได้ตอบกลับไปอย่างไร

2. การตอบสนอง การโต้ตอบกลับโดยสัญชาตญาณ ซึ่งจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับการศึกษาฝึกอาทิ เช่น การบล็อกเมื่อถูกบุกด้วยท็อปสปิน ถ้าเป็นนักกีฬาที่ได้รับการฝึกมาอย่างดี ก็ไม่เพียงแต่บล็อกกลับไปเท่านั้น แต่จะบังคับทิศทางและการหมุนของลูกในลักษณะต่างๆ ได้โดยไม่ตั้งใจได้

3. การกระทำ การโต้ตอบกลับโดยการเคลื่อนไหวเพื่อที่จะเล่นในแบบที่ต้องการ เช่น การท้อปสปินหรือตบลูกแทนการบล็อก เมื่อคู่ต่อสู้ท้อปสปินมาหรือการรับลูกเลิฟยาวที่มาทางด้านแบ็คแฮนด์ด้วยการท้อปสปินแทนการตัดลูกกลับไป ซึ่งนักกีฬาจะต้องเคลื่อนที่เพื่อที่จะเล่นลูกในแบบที่ตนต้องการ

จากเหตุผลทั้ง 3 ประการข้างต้นนี้ จะฝึกอย่างไรให้ดีขึ้น ในด้านการกระทำ (action) เป็นรูปแบบของการฝึกการตีลูกต่างๆ (technique) ซึ่งมีลักษณะที่เป็นรูปธรรมมองเห็นได้ถึงข้อบกพร่องว่าลูกต้องหรือไม่ต้องแก้ไขทำอย่างไร ส่วนในด้านของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองจะต้องเรียนรู้ถึงระยะเวลาของการสั่งงานระบบประสาทส่วนต่างๆ ของร่างกาย เมื่อรับรู้และสั่งการตอบสนองออกมา เช่น

- การรับรู้จากการมองเห็น (ตา) ใช้เวลา	0.15-0.2 วินาที
- การรับรู้จากการได้ยิน (หู) ใช้เวลา	0.12-0.18 วินาที
- การรับรู้จากการสัมผัส ใช้เวลา	0.09-0.18 วินาที

จากการเล่นในปัจจุบัน การตีลูกจากนักกีฬาคนหนึ่งไปยังอีกคนหนึ่งจะใช้เวลาประมาณ 0.4 วินาที เพราะฉะนั้นเมื่อผู้เล่นมองเห็นลูกออกจากไม้ของคู่ต่อสู้เขาจะมีเวลาเพียง 0.4 วินาที ที่จะคิดคำนวณลูกที่มา และตัดสินใจที่จะตีลูกกลับไปด้วยท่าทาง และรูปแบบใดในเวลา 0.4 วินาที ซึ่งจะถูกหักออกไปประมาณ 0.2 วินาที จากการรับรู้และสั่งงาน ถ้านักกีฬานั้นมีเวลาปฏิกิริยา (reaction time) ที่ดี ก็จะใช้เวลาในการคิดคำนวณน้อยลงและมีเวลาที่จะสร้างรูปแบบการเล่นจัดทำทาง (action) มีเวลาขยับตัว เคลื่อนไหวร่างกาย (movement) ได้นานขึ้น

การฝึกนักกีฬาใหม่ๆ เมื่อหัดตีลูก forehand drive หรือที่เรียกกันว่า ตีลูกเบสิคโฟร์แฮนด์ หลังจากที่ผู้ฝึกสอนจัดทำทางและอธิบายการตีลูกให้นักกีฬาแล้วเขาก็ยังไม่สามารถบังคับให้ไม้ปิงปองกระทบลูกได้ถูกจุด ทิศทางของลูกที่วิ่งไป หรือจังหวะการตีเข้าไป เร็วไป นั้นเป็นเพราะว่าในเวลาทีลูกปิงปองเดินทางมาหาเขานั้น สายตาที่รับรู้เป็นปกติธรรมดา แต่การสั่งงานของสมอง ท่าทางที่จะตีลูกนั้นยังช้าอันเนื่องมาจากสิ่งที่จะต้องจดจำเพื่อจะตีลูกกลับไปให้ถูกต้องมีมากมายและเป็นสิ่งใหม่สำหรับเขา ช่วงเวลาของการจัดทำทาง action จึงเหลือน้อย

ต่อมาเมื่อได้รับการฝึกปฏิบัติตอบสนองและทักษะซ้ำๆ เป็นเวลานานสมองของเขาก็จะจดจำในทิศทาง ความเร็ว ความหมุนของลูก และท่าทางการตีที่เขาจะตีกลับไปได้ ซึ่งเปรียบเสมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการบรรจุโปรแกรมแบบนี้ไว้และเรียกใช้งานได้ทันที เขาก็เช่นเดียวกันที่สามารถวางเท้า เขวี้ยงไม้บัตลำตัว ตีลูกจังหวะและบังคับทิศทางของลูกได้และเมื่อมีความชำนาญมากขึ้น นักกีฬาผู้นั้นก็จะสามารถเคลื่อนไหวเพื่อตีลูก forehand drive ทั้งซิดโต้ะ และไกลโต้ะ หรือควบคุมการใช้กำลังตีลูกให้แรงหรือค่อยได้ เพราะปฏิกิริยาตอบสนองเร็วขึ้น มีการสะสมประสบการณ์ในการตีลูกระยะต่างๆ มากขึ้น เกิดทักษะในการเคลื่อนไหวจึงสามารถเลือกใช้โปรแกรมต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อใช้เวลาในการตอบสนองและตีลูกกลับไปได้ถูกต้องรวดเร็วแล้ว นักกีฬาผู้นั้นก็จะมีเวลาในการเตรียมตัวเพื่อที่จะเล่นลูกต่อไปได้อีกด้วยการที่เราจะพัฒนาหรือฝึกปฏิบัติตอบสนองนั้นก็คือ การฝึกให้มีความชำนาญแบบนั้นซ้ำๆ และเพิ่มความเร็ว ความแรงมากขึ้น โดยจะต้องดูความสามารถว่านักกีฬานั้นสามารถทำได้หรือไม่ เกินความสามารถที่เขาจะมีอยู่หรือไม่ โดยเฉพาะการฝึก action นั้น จำเป็นที่จะต้องมีความสมรรถภาพร่างกายที่แข็งแรงสมบูรณ์ทั้งในด้านความเร็ว และอดทน เพราะต้องใช้กำลังเพื่อการเคลื่อนไหวและตีลูกรุนแรงรวดเร็ว ต่อเนื่องได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะต้องเริ่มจากรูปแบบการฝึกจากง่ายไปหายาก จนกระทั่งเล่นได้อย่างอิสระ คือสามารถที่จะใช้รูปแบบการตีแบบใดก็ได้ในการเล่นลูกที่ผู้ฝึกสอนกำหนดคล้ายๆ กับการเล่นในเกมการแข่งขันจริงๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ได้รับการฝึกด้วยว่าสมรรถภาพร่างกายเป็นอย่างไร มีการเจ็บป่วยไม่สบายหรือไม่ มีความกังวลหรือเครียดหรือไม่ ถ้าทุกอย่างพร้อมสมบูรณ์แบบและฝึกจนชำนาญแล้วนักกีฬาผู้นั้นจะสามารถเล่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะการคิดคำนวณและปฏิกิริยาตอบสนองเป็นไปโดยอัตโนมัติใช้เวลาน้อยมาก และเล่นได้ตามที่เขาต้องการจะเล่น ไม่ว่าจะเป็นการเสิร์ฟและรับลูกเสิร์ฟที่ใช้เวลา 1.0 – 1.2 วินาที การบุกอย่างรวดเร็วรุนแรง ครั้งแรกใช้เวลา 0.2 – 0.4 วินาที และการบล็อกหรือรูกกลับใช้เวลา 0.4 วินาที ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นการใช้ปฏิกิริยาตอบสนองแบบครบวงจร (complex reaction)

ความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

ในการเคลื่อนไหวของร่างกาย กล้ามเนื้อเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวอยู่ในการควบคุมของระบบประสาทที่ทำหน้าที่สั่งงาน เพื่อให้กล้ามเนื้อทำงานตามภาวะต่างๆ การเคลื่อนไหวของร่างกายจึงเกิดจากการที่กล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้น โดยได้รับคำสั่งจากสมอง ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในส่วนต่างๆ ของร่างกายทำให้กล้ามเนื้อทำงานกันตามหน้าที่ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อจึงทำงานประสานกันอย่างต่อเนื่อง การเคลื่อนไหวของ

ร่างกายนั้น เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ได้รับการกระตุ้น โดยไขสันหลังจะได้รับคำสั่งจากสมองและไขสันหลังที่ศูนย์สั่งการไปยังกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าที่มากระทบร่างกาย แล้วส่งกระแสความรู้สึกนั้นไปยังไขสันหลังบริเวณด้านหลัง การเคลื่อนไหวในการออกกำลังกายในระยะต้นอยู่ได้อ่านาจิตใจ ซึ่งมาจากสมองที่อยู่ใต้สมองใหญ่ คือสมองน้อย (cerebellum) เป็นบริเวณสมองที่ทำหน้าที่นึกคิดเพื่อออกกำลังกายแล้วส่งไปยังส่วนบน (upper motor neurone) เป็นตัวส่งพลังประสาทผ่านตรงมายังเซลล์ประสาทส่วนล่าง (lower motor neurone) ซึ่งอยู่ที่ไขสันหลังด้วย ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม ระบบประสาทส่วนกลางจะรับแรงกระตุ้นตลอดเวลา เพื่อตอบสนองแรงกระตุ้นจากประสาทรับความรู้สึกของกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ สมองน้อยกับศูนย์ประสาทจะรับรู้สภาพของกล้ามเนื้อ และข้อต่อเพื่อลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องโดยอัตโนมัติ ซึ่งแรงกระตุ้นจากภายนอก จะผ่านไปยังประสาทรับความรู้สึก (afferent nerve) ไปยังศูนย์ประสาทแล้วประสาทสั่งการ (efferent nerve) จะนำความรู้สึกหรือคำสั่งจากส่วนกลางไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย หรือกล้ามเนื้อ โดยซีรีเบลลัมจะส่งสัญญาณให้กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกัน (agonist) ทำงาน และกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้าม (antagonist) ถูกยับยั้งให้ทำงานช้าลง และหยุดการเคลื่อนไหว ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์และการทรงตัวที่เกิดจากการทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดของรีเซปเตอร์และซีรีเบลลัม ในขณะที่ฝึกปฏิบัติกิจกรรม สมองนอกจากจะควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ ยังทำหน้าที่เตรียมร่างกายให้พร้อมเพื่อปฏิบัติงาน โดยการกระตุ้นระบบหายใจและไหลเวียนเลือดเพื่อการปฏิบัติงานด้วย ดังนั้น ในการฝึกกิจกรรมเพื่อให้ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กันดีในการทำงาน จึงควรให้มีการฝึกปฏิบัติซ้ำๆ กันของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ เพราะจะทำให้ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ มีความเคยชิน เกิดการเรียนรู้ปฏิบัติได้อย่างอัตโนมัติคล่องแคล่วว่องไว เช่น การเลี้ยงบอลเอี้ยวตัวหลบหลีกฝ่ายตรงข้ามโดยไม่ต้องจับตามองบอลเพื่อที่จะใช้สายตาสำหรับการหลอกหลอฝ่ายตรงข้าม และถ้าการเคลื่อนไหวที่มีความยากที่นักกีฬายังไม่สามารถปฏิบัติได้อย่างอัตโนมัติ จะถูกจำกัดโดยปัจจัยทางด้านระบบประสาท โดยเฉพาะการขาดความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ซึ่งอาจจะมีผลต่ออัตราส่วนการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ (agonists) และกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (antagonists) ที่เกี่ยวข้อง จึงเป็นผลทำให้การเคลื่อนไหวขาดการควบคุม และขาดความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม นักกีฬาสามารถเพิ่มความสามารถในการควบคุมของระบบประสาทสั่งการได้ด้วยการฝึกปฏิบัติอย่างหลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้การตอบสนองต่อการกระตุ้นมีความแม่นยำสูงและเป็นไปอย่างรวดเร็ว ผลของการฝึกปฏิบัติทักษะเทคนิคจำนวนหลายเที่ยว กระบวนการพื้นฐานของระบบประสาทในการกระตุ้น (excitation) และการยับยั้ง (inhibition) จะมีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นผลทำให้การ

เคลื่อนไหวมีความมั่นคง มีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพ และก่อให้เกิดการปรับปรุงของทักษะกลไกตามมา (ชูศักดิ์ และกันยา, 2536 และสนธยา, 2547)

ทฤษฎีและหลักการฝึกพลัยโอเมตริก

ในการปฏิบัติทักษะกีฬา จำเป็นจะต้องมีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ที่รวดเร็ว ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวแบบเอกเซนตริก (eccentric) และตามด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซนตริก (concentric) อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้เกิดการผสมผสานกันของความเร็วและความแข็งแรงที่ทำให้เกิดพลัง โดยการฝึกที่สามารถทำให้เกิดพลังได้นั้นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การกระโดด เข่ง ซึ่งเป็นการฝึกพลังหรือพลังระเบิดที่เรียกว่า “พลัยโอเมตริก” (สนธยา, 2547) ซึ่ง พลัยโอเมตริก เป็นคำที่มาจากภาษากรีกว่า plethyein ที่มีความหมายว่า เพิ่มขึ้น ซึ่งมีรากศัพท์มาจากคำว่า plio มีความหมายว่า เพิ่มขึ้นอีก และเมื่อนำมารวมกับคำว่า metric ซึ่งหมายถึงการออกกำลังกายหรือการฝึกบริหารร่างกายที่รวมไว้ซึ่งกำลังความแข็งแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (เจริญ, 2538)

Chu (1992) ได้กล่าวถึงพลัยโอเมตริกไว้ดังนี้ การฝึกพลัยโอเมตริกเกิดขึ้นเป็นครั้งแรกในราวปี ค.ศ. 1975 Fred Wilt โค้ชกรีฑาประเภทลู่อูและลาน หัวก้าวหน้าชาวอเมริกา ซึ่งคำว่า “พลัยโอเมตริก” มาจากคำในภาษาละตินสองคำคือ พลัยโอ (plio) กับเมตริก (metric) หมายถึงการเพิ่มขึ้นที่สามารถวัดได้ ซึ่งเป็นการออกกำลังกายสำหรับนักกีฬาที่ต้องใช้ความเร็วในการแข่งขัน โดยการฝึกประเภทนี้เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในประเทศแถบยุโรปตะวันออก ดังนั้น “พลัยโอเมตริก” จึงหมายถึง การออกกำลังกายหรือการฝึกบริหารร่างกายที่รวมไว้ซึ่งกำลัง ความแข็งแรง และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน การฝึกพลัยโอเมตริกสามารถกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น กระโดด เข่ง และการกระโดดแยกเท้า รูปแบบต่างๆ เพื่อพัฒนาส่วนล่างของร่างกาย (lower extremities) และการฝึกด้วยเมดิซีนบอล (medicine ball) เพื่อพัฒนาร่างกายส่วนบน (upper extremities) (เจริญ, 2538)

Chu and Plummer (1984) ได้กล่าวถึงพลัยโอเมตริกไว้ว่า เป็นการออกกำลังกายที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมโยงความแข็งแรงและความเร็วในการเคลื่อนไหว เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวแบบรวดเร็วและรุนแรง ใช้การฝึกกระโดดหรือการออกกำลังกายแบบใดก็ได้ ที่ใช้ปฏิกิริยาสะท้อนแบบยืดเหยียด (stretching reflex) เพื่อสร้างแรงปฏิกิริยาหรือแรงกระดอนอย่างรวดเร็ว

สอดคล้องกับ Allerheigen (1994) ที่กล่าวไว้ว่า การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการออกกำลังกายที่ได้ใช้ประโยชน์จากแรงโน้มถ่วงของโลก โดยการเก็บพลังงานศักย์ (potential energy) ไว้ในกล้ามเนื้อ และพลังงานเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ทันทีเมื่อเกิดปฏิกิริยาในทิศทางตรงกันข้าม เช่น การกระโดดจากพื้นและลงสู่พื้นอย่างทันทีทันใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับกีฬาที่ต้องการความเร็วและความแข็งแรงร่วมกัน (speed-strength)

การฝึกพลัยโอเมตริกมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความตื่นตัว (excitability) ของตัวรับรู้ความรู้สึกทางระบบประสาท (receptor) เพื่อให้เกิดการตอบสนองของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ซึ่งนักกีฬาหลายประเภทต้องการการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นเข้าอย่างรุนแรงและรวดเร็ว เช่น การทุ่มน้ำหนัก การวิ่งระยะสั้น การตบลูกของนักกีฬาเทเบิลเทนนิสและการเคลื่อนไหวของกีฬาที่ต้องการกำลังในการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วที่ต้องอาศัยวงจรของการยืดและหดตัวที่เรียกว่า stretch-shortening cycle (ssc) การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่มีรูปแบบของการฝึกมาจากการยืดออกและหดสั้นเข้า หรือรีเฟล็กซ์ยืด ก็คือการที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบ eccentric (ยืดยาวออก) และตามด้วยการหดตัวแบบ concentric (หดตัวแบบสั้นเข้า) อย่างฉับพลัน เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว (สนธยา, 2547)

การกระตุ้นตัวรับรู้บริเวณกล้ามเนื้อและข้อต่อ (proprioceptors) เพื่อเร่งระดมการทำงานของกล้ามเนื้อในเวลาสั้นที่สุด ซึ่งได้แก่ muscle spindle และ golgi tendon organ (GTO) หากมีการกระตุ้นตัวรับรู้เหล่านี้ จะทำให้การเร่งเร็ว การยับยั้งและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน (agonists) และกลุ่มตรงกันข้าม (antagonists) กล่าวได้ว่า muscle spindle เป็นตัวรับรู้การยืดซึ่งมีความไวต่อระดับและขนาดของการยืดเป็นอย่างมาก ส่วน GTO มีความไวต่อแรงดึงที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างเอ็นกล้ามเนื้อทั้งที่จุดเกาะต้น และจุดเกาะปลายซึ่งเรียงตัวใน extrafusar อาจกล่าวได้ว่า GTO เป็น กลไกที่ต่อต้านการหดตัวหรือยืดออกของกล้ามเนื้อที่แรงเกินไป (Dudley and Harris, 1994)

การที่กล้ามเนื้อยืดมากขึ้นทำให้ส่วนประกอบที่มีความยืดหยุ่นเกิดการสะสมของพลังงานจากความยืดหยุ่น ซึ่งนำมาใช้สำหรับการหดตัวแบบสั้นเข้า ดังที่ เจริญ (2538) ได้กล่าวไว้ว่า ในการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อให้ได้มาซึ่งกำลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ ควรให้กล้ามเนื้อยืดตัวออกเล็กน้อย (pre-stretch) ก่อนที่จะหดตัวอย่างเต็มที่เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวนั้น การนำเอาหลักการยืดกล้ามเนื้อก่อนการหดตัว (the pre-stretch principles) มาใช้ในการฝึกแข่งและกระโดด

จะเป็นผลดีสำหรับนักกีฬาที่ต้องเคลื่อนไหวเปลี่ยนจังหวะและทิศทางอยู่เสมอๆ (counter attack movement)

การฝึกพลัยโอเมตริก เป็นการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic exercise) และมีการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างสูงสุด รวมทั้งมีแรงพยายามอย่างเต็มที่ที่เกิดขึ้นทุกครั้ง ดังนั้นในการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อที่จะให้ได้ผลลัพธ์มากที่สุด ผู้ฝึกสอนจะต้องมั่นใจว่านักกีฬามีการพัฒนาความแข็งแรงมาเป็นอย่างดี เพราะจะช่วยให้ นักกีฬาสามารถออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นปัจจัยสำคัญในการป้องกันการบาดเจ็บได้ และผู้ฝึกสอนต้องออกโปรแกรมให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติ และมีความเหมือนหรือใกล้เคียงกับการเคลื่อนไหวของกีฬานั้นๆ มากที่สุด (สนธยา, 2547) ทั้งนี้ เพียรชัย (2537) ยังได้กล่าวถึงหลักการในการจัดโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกไว้ว่าควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความหนัก (intensity) หมายถึงรูปแบบการออกกำลังกาย เช่น การกระโดดสองขาจะมีความหนักน้อยกว่าการกระโดดขาเดียว
2. ปริมาณ (volume) เช่น การกระโดดจะนับจำนวนครั้งที่เท้าแตะพื้น
3. ความถี่ (frequency) คือความบ่อยครั้งของการฝึก เช่น ฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์
4. ระยะเวลาในการฟื้นตัว (recovery) คือ ระยะเวลาที่ร่างกายใช้ในการฟื้นตัวกลับคืนสู่สภาพปกติ ซึ่งความเหมาะสมของเวลาในการพักจะขึ้นอยู่กับความหนักและปริมาณของงานที่ทำ โดยทั่วไปจะใช้เวลาพักประมาณ 45-60 วินาที

Roundtable (1986) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของการฝึกพลัยโอเมตริกไว้ว่า เป็นการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด และมีแรงพยายามเกิดขึ้นทุกครั้งการฝึกควรใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที ในแต่ละชุด และการที่จะเกิดผลจากการฝึกได้จะต้องทำ 2-4 ชุด ทำซ้ำแต่ละชุด 5-10 ครั้ง ควรพักระหว่างชุด 1-3 นาที สอดคล้องกับ Chu (1992) ที่ได้กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปการฝึกพลัยโอเมตริกควรฝึก 2-3 วันต่อสัปดาห์ ใช้เวลาฝึกในแต่ละครั้งไม่เกิน 30 นาที ควรฝึกวันละ 2-4 ชุดๆ ละ 8-12 ครั้ง และพักระหว่างชุด 2-5 นาที

ถนนวงศ์ (2534) ได้ให้คำแนะนำในการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกดังต่อไปนี้

1. การอบอุ่นร่างกายก่อนและหลังการฝึกโดยใช้เวลาในการอบอุ่นร่างกายที่เหมาะสมและเพียงพอ เช่น การวิ่งเหยาะ การเหยียดยืดกล้ามเนื้อ การบริหารร่างกายแบบง่ายๆ เพื่อให้กล้ามเนื้อมีความพร้อมในการทำงานและช่วยลดการบาดเจ็บได้ และเมื่อทำการฝึกเสร็จแล้วจะต้องมีการคลายกล้ามเนื้อ โดยการเหยียดกล้ามเนื้อเช่นกัน เพื่อป้องกันการปวดเมื่อยและทำให้กล้ามเนื้อกลับคืนสภาพเดิมก่อนการกระทำกิจกรรมอื่นๆ ต่อไป

2. ความหนักของงาน จะต้องมีความหนักมากกว่าการทำงานปกติ การกระทำต้องรวดเร็ว การกระทำด้วยความพยายามที่เต็มที่ ซึ่งจะมีความสำคัญมากต่อการฝึกกล้ามเนื้อยืดเหยียด (muscle stretch) เนื่องจากการตอบสนองต่อรีเฟล็กซ์จะได้ผลเมื่อกล้ามเนื้อต้องรับน้ำหนักเพิ่มอย่างรวดเร็ว

3. โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกต้องมีแรงต้านทานเวลาทำการฝึกใช้น้ำหนักถ่วงมากกว่าปกติ (over load) การกำหนดน้ำหนักถ่วงมากกว่าปกติ จะบังคับให้กล้ามเนื้อทำงานด้วยความหนักของงานเพิ่มขึ้น การใช้น้ำหนักถ่วงมากกว่าปกติอย่างเหมาะสม สำหรับการฝึกพลัยโอเมตริกจะควบคุมโดยการจัดระดับความสูงของการกระโดดลงจากกล่องการใช้น้ำหนักและระยะทาง และความสูงจะต้องเหมาะสมกับนักกีฬาเพื่อป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ และการใช้วัตถุเสริมเป็นน้ำหนักถ่วงควรใช้น้ำหนักเบา เช่น เมดิซีนบอล หรือถุงทราย เป็นต้น

4. การใช้แรงให้มากที่สุดและเวลาให้น้อยที่สุด ทั้งแรงและความเร็วของการเคลื่อนไหวเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการฝึกพลัยโอเมตริก สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ ความเร็วในการกระทำตัวอย่างเช่น กีฬาทุ่มน้ำหนัก วัตถุประสงค์เบื้องต้นคือเพื่อออกแรงสูงสุดตลอดการเคลื่อนไหวทุ่มน้ำหนัก การกระทำยิ่งเร็วเท่าไรก็ยังมีแรงออกมามาก และได้ระยะทุ่มที่ไกลออกไป

5. ทำการฝึกในจำนวนที่เหมาะสม ปกติจำนวนการทำซ้ำอยู่ระหว่าง 8-10 ครั้ง ถ้าทำน้อยเกินไปหรือมากเกินไป จะได้ผลน้อย จำนวนชุด ต้องแปรเปลี่ยนไปด้วย จากการศึกษามากมายในประเทศเยอรมันตะวันออก แนะนำว่า ควรทำ 6-10 ชุด และในขณะทำงานวิจัยของรัสเซีย แนะนำว่า 3-6 ชุด เหมาะสมที่สุด

6. เวลาพักที่เหมาะสมควรเป็น 1-2 นาที ซึ่งเพียงพอสำหรับระบบประสาทกล้ามเนื้อที่เครียดจะได้ฟื้นตัวจากการฝึก เวลาพักที่เพียงพอระหว่างวันของการฝึกบ็อกซ์จัม ก็มีความสำคัญสำหรับการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อ และเอ็น การฝึก 2-3 วันต่อสัปดาห์จะให้ผลดีที่สุด และเวลาในการฝึกแต่ละครั้งควรใช้ประมาณ 20-30 นาที และสิ่งที่สำคัญคือจะต้องทำการฝึกบ็อกซ์จัม ก่อนการฝึกทักษะหรือการฝึกอย่างอื่นต่อไป

7. การสร้างสมรรถภาพพื้นฐานที่เหมาะสม ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสำคัญช่วยให้การฝึกพลัยโอเมตริกได้เปรียบมากขึ้น ผู้เริ่มฝึกควรเริ่มด้วยการฝึกที่หนักปานกลาง โดยเริ่มจากการกระโดดจากระดับพื้น การกระโดดเขย่ง การกระดอน และการกระโจนด้วยเท้าทั้งสอง แล้วค่อยเพิ่มความสูงขึ้นตามความสามารถหรือตามโปรแกรมที่วางไว้

8. โปรแกรมการฝึกที่ให้ผลดีที่สุด โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกต้องเป็นการฝึกแบบรายบุคคล ผู้ฝึกสอนต้องทราบความสามารถของนักกีฬาว่าทำได้มากน้อยเท่าใด และวัตถุประสงค์ของการฝึก จึงจะทำให้การฝึกได้ผลตามต้องการ

บ็อกซ์จัม เป็นประเภทหนึ่งของการฝึกพลัยโอเมตริก เป็นการสร้างพลังของกล้ามเนื้อขา โดยเฉพาะ เป็นที่ยอมรับว่าเป็นการฝึกเพื่อสร้างพลังของกล้ามเนื้อขาได้เป็นอย่างดีอีกวิธีหนึ่ง ที่นิยมในกีฬาที่ต้องการพลังของกล้ามเนื้อขา เช่น ฟุตบอล กรีฑา วอลเลย์บอล เป็นต้น หลักพื้นฐานในการฝึกก็เช่นเดียวกับการฝึกพลัยโอเมตริก คือ เป็นการฝึกโดยการใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านในการฝึก และหลักทางสรีระของกล้ามเนื้อก็เป็นการทำให้กล้ามเนื้อเหยียดตัวก่อน แล้วเกิดปฏิกิริยาสะท้อนแบบยืดเหยียด (stretch reflex) หรือสะท้อนแบบหดตัว (myotic reflex) ขั้นตอนการทำงานของกล้ามเนื้อก็มี 3 ขั้นตอน เหมือนกันกับการฝึกพลัยโอเมตริกแบบอื่นๆ คือ ระยะที่หนึ่ง ระยะที่กล้ามเนื้อยืดเหยียดตัวออก เพื่อสะสมพลังงานศักย์หรือแรงไว้ก่อนที่จะหดตัวเพื่อการเคลื่อนไหว ที่เรียกว่าระยะ amortization หรือการดูดซึมแรง ต่อมาระยะที่สอง คือระยะที่กล้ามเนื้อหดตัวกลับเข้าสู่สภาพเดิมซึ่งก่อให้เกิดแรงและความเร็ว ในการหดตัว เพื่อกระโดดขึ้นในแนวตั้งหรือไปในทิศทางที่ต้องการ เรียกว่า ระยะ reactive recovery ต่อมา ระยะที่สาม เป็นระยะที่กล้ามเนื้อรับน้ำหนักตัวขณะลงสู่พื้น เพื่อทำการกระโดดต่อไป เรียกว่า ระยะ active take-off การฝึกบ็อกซ์จัมเป็นการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด และมีแรงพยายามเกิดขึ้นทุกครั้ง (ธนอมวงศ์, 2534)

บ็อกซ์จัม เป็นการฝึกเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยการ กระโดดขึ้น-ลง ก่อ่งหรือแท่นความสูง การปฏิบัติโดยการให้นักกีฬากระโดดสองขาขึ้น-ลง ก่อ่งที่มีความสูงระหว่าง 15-60 เซนติเมตร และความสูงที่ไม่เกิน 105 เซนติเมตร ยกเว้นนักกีฬาที่ผ่านการฝึกมาเป็นอย่างดีแล้ว โดยในแต่ละครั้งให้นักกีฬาใช้ความพยายามในการกระโดดสูงสุด ส่วนความสูงของก่อก่อ่งกระโดดที่นำมาใช้ในการฝึกควรมีความสูง ที่เหมาะสมกับรูปร่างและความสามารถของนักกีฬาและจุดมุ่งหมายในการฝึกด้วยก่อก่อ่งกระโดดที่ใช้ในฝึกใช้หนึ่งก่อก่อ่งหรือหลายก่อก่อ่งก็ได้ (เจริญ, 2538)

ในการฝึกช่วงกระโดดขึ้น-ลง ก่อก่อ่งกระโดด ที่มีความสูงมากๆ เท้าทั้งสองข้างที่รองรับน้ำหนักตัวจะต้องมีความมั่นคงและพร้อมที่จะกระโดดเคลื่อน ไหวติดต่อกันไปโดยไม่มีการเสียจังหวะ และควรทำการฝึกบนพื้นสนามที่มีความอ่อนนุ่ม ไม่ลื่น หรือใช้เบาะรองรับในการกระโดด เพื่อป้องกันอันตรายและการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นกับข้อเท้า หัวเข่า และสันเท้า ตลอดจนกล้ามเนื้อส่วนที่รับแรงกระแทกโดยตรงจากการกระโดด (เจริญ, 2538)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ราตรี และคณะ(2535) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาตอบสนองของมือและเท้า ความเร็ว และความอดทนของกล้ามเนื้อ กับผลของการแข่งขันของนักมวยสากล ในการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2534 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น 9 รุ่น จำนวน 59 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและเท้าอยู่ในระดับดี
2. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเปอร์เซ็นต์ความอดทนของกล้ามเนื้อมีค่าสูงแสดงว่าผู้ที่มีค่าคะแนนสูงสามารถออกหมัดติดต่อกันได้นานโดยไม่เมื่อยล้า
3. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับความเร็วของกล้ามเนื้อมีค่าสูง แสดงว่าผู้ที่ได้คะแนนสูงจะสามารถถูกรุกและรับได้อย่างรวดเร็ว

4. เวลาปฏิบัติยาตอบสนองของตากับเท้าของนักมวยที่ชนะเลิศ เปรียบเทียบกับนักมวยที่ได้ที่ 2 ของทุกรุ่นน้ำหนัก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วรราช (2545) ได้ทำการวิจัยผลของการฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกผ่อนคลายกล้ามเนื้อและการฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการฝึกผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ที่มีต่อเวลาปฏิบัติยาของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและหาความแตกต่างของการฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ และการฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการฝึกการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ที่มีต่อเวลาปฏิบัติยาของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาเพศชายจากวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่มีอายุระหว่าง 19-20 ปี จำนวน 4 กลุ่มๆ ละ 12 คน ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีเวลาปฏิบัติยาของมือและเท้าภายในกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีเวลาปฏิบัติยาของมือและเท้าระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพบว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มที่ 4 ฝึกซ้อมกีฬามวยสากลควบคู่กับการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกผ่อนคลายกล้ามเนื้อ มีค่าเวลาปฏิบัติยาลดลงมากกว่ากลุ่มที่ 1 ฝึกซ้อมกีฬามวยสากลเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 ฝึกซ้อมกีฬามวยสากลควบคู่กับการฝึกพลัยโอเมตริก และกลุ่มที่ 3 ฝึกซ้อมกีฬามวยสากลควบคู่กับการฝึกผ่อนคลายกล้ามเนื้อตามลำดับ สรุปได้ว่า การฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการฝึกผ่อนคลายกล้ามเนื้อ มีประสิทธิภาพในการลดเวลาปฏิบัติยาของมือและเท้าของนักกีฬามวยสากลสมัครเล่น ได้ดีกว่าการฝึกพลัยโอเมตริก หรือการผ่อนคลายกล้ามเนื้อเพียงอย่างเดียว

ศิริกาญจน์ (2549) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับนวดแบบไทยประยุกต์ ที่มีต่อความสามารถในการกระโดดของนักวอลเลย์บอลหญิง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการนวดแบบไทยประยุกต์ ที่มีต่อความสามารถในการกระโดดของนักวอลเลย์บอลหญิง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จากนักวอลเลย์บอลหญิง โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) มีอายุระหว่าง 14-18 ปี จำนวน 33 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 11 คน ด้วยวิธีการสุ่มเข้ากลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ให้ทำการฝึกโปรแกรมวอลเลย์บอลเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกโปรแกรมวอลเลย์บอล และกลุ่มที่ 3 ให้ฝึกพลัยโอเมตริก ร่วมกับการนวดแบบไทยประยุกต์ ควบคู่กับการฝึกโปรแกรมวอลเลย์บอล ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ วันอื่นฝึกตามโปรแกรม

วอลเลย์บอลตามปกติผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงของการกระโดดลอยตัว กำลังของกล้ามเนื้อขา และองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ท่าองเข่าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม สูงขึ้นกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของเวลาการลอยตัว กำลังกล้ามเนื้อขาทำเหยียดเข่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกและระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ทั้งนี้ ผลกระทบที่เกิดจาก โปรแกรมการฝึกกับระยะเวลาการฝึกที่มีต่อค่าเฉลี่ยความสูงของการกระโดดเวลาของการลอยตัว กำลังกล้ามเนื้อขา และองศาการเคลื่อนไหวของข้อเข่า พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน

อุทัย (2543) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อความเร็วในการออกตัวแบบจับแท่นของนักว่ายน้ำ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ โปรแกรมการฝึกฝึกว่ายน้ำ โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาว่ายน้ำของวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ อายุระหว่าง 18-20 ปี จำนวน 24 คน ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 8 คนกลุ่มที่ 1 ฝึกว่ายน้ำเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 ฝึกว่ายน้ำควบคู่กับการฝึกพลัยโอเมตริก และกลุ่มที่ 3 ฝึกว่ายน้ำควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ความเร็วในการออกตัวแบบจับแท่นของนักกีฬาว่ายน้ำทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้พบความแตกต่างเฉพาะระหว่างกลุ่มที่ฝึกว่ายน้ำเพียงอย่างเดียว กับกลุ่มที่ฝึกว่ายน้ำควบคู่กับการฝึกพลัยโอเมตริก ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8

งานวิจัยต่างประเทศ

Bonetto (1997) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในการพัฒนาความเร็วและการขึ้นกระโดดสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเพศชายของวิทยาลัย จำนวน 25 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบก้าวหน้า กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบดั้งเดิม และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มที่ 1 และ 2 ทำการฝึกด้วยแรงต้าน 3 วันต่อสัปดาห์ และทำการฝึกพลัยโอเมตริก 2 วันต่อสัปดาห์ ให้กลุ่มที่ 1 เพิ่มความหนักของงานแบบความสูงขึ้นบันได กลุ่มที่ 2 เพิ่มความหนักของงานแบบความสูงปกติเท่ากัน ระยะเวลาในการฝึก 10 สัปดาห์ ทดสอบความสามารถในการวิ่ง 30 เมตร และการขึ้นกระโดดสูง ก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 และ 10 ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบก้าวหน้า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 มีความเร็วและความสามารถในการขึ้นกระโดดสูงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
2. กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบก้าวหน้า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 และ 10 มีความเร็วดีขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบดั้งเดิม ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ความสามารถในการขึ้นกระโดดสูงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Lauber (1993) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกด้วยน้ำหนักรวมกับการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงของพลาสมาเนื้อขา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิงของมหาวิทยาลัยมิชิแกน จำนวน 39 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริก กลุ่มที่ 4 ฝึกพลัยโอเมตริก รวมกับการฝึกด้วยน้ำหนัก ใช้ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในการฝึกผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการขึ้นกระโดดในแนวดิ่ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่พบว่า กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกรวมกับการฝึกด้วยน้ำหนัก มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนัก
2. ภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มมีความแข็งแรงและพลาสมาเนื้อก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เป็นผลให้ผู้วิจัยเกิดแนวความคิดที่จะพัฒนาในเรื่องของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้าคือการเคลื่อนที่เข้าไปหาตำแหน่งเป้าหมายให้เร็วซึ่งจะสามารถทำให้นักกีฬามีเวลาตัดสินใจและเลือกใช้ทักษะที่เหมาะสมได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสริมโปรแกรมการฝึกขึ้นมาสองโปรแกรมเพื่อดูว่าโปรแกรมไหนจะมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้าเร็วขึ้นตลอดช่วงการฝึก 8 สัปดาห์และแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เครื่องมือทดสอบ เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้าแบบมีตัวเลือก (Choice Eye-foot response time) ผลิตในประเทศไทย
2. เครื่องยิงลูกเทเบิลเทนนิส ยี่ห้อ Newgy รุ่น Robo-Pong 2000 ผลิตในประเทศจีน
3. กล้องไม้ครอบเครื่องยิงลูกเทเบิลเทนนิส ยาว 100 เซนติเมตร กว้าง 50 เซนติเมตร สูง 150 เซนติเมตร สำหรับฝึกปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า
4. กล้องไม้ ยาว 40 เซนติเมตร กว้าง 40 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร สำหรับการฝึกพลัซโอเมตริก
5. รั้วท่อ PVC สูง 20 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร สำหรับการฝึกพลัซโอเมตริก
6. ลูกเทเบิลเทนนิส ยี่ห้อ Butterfly

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยโปรแกรมฝึก 3 โปรแกรมดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสที่สร้างโดยผู้ฝึกสอนกีฬาเทเบิลเทนนิสของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี
2. โปรแกรมการฝึกพลัซโอเมตริกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ภาคผนวก ก)
3. โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ภาคผนวก ข)

วิธีการ

กลุ่มประชากร

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเทเบิลเทนนิส ระดับมัธยมศึกษา ของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี เพศชาย-หญิง อายุ 13-17 ปี จำนวน 32 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเทเบิลเทนนิส ระดับมัธยมศึกษา ของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี เพศชาย-หญิง จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) จากกลุ่มประชากรจำนวน 32 คน ต่อจากนั้นกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม โดยวิธีการสุ่มเลือกเข้ากลุ่ม (randomly assignment) ได้แก่

กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว

กลุ่มพลัยโอเมตริก คือ กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและฝึกโปรแกรม

การฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส

กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง คือ กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองและฝึกโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา ข้อมูลและ อุปกรณ์ สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำการวิจัยในครั้งนี้

2. สร้างแผนหุคเวลาเพื่อใช้ประกอบกับเครื่องมือทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของ ตากับเท้าแบบมีตัวเลือก

3. นำโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่ผู้วิจัยสร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4. ทำหนังสือขอความร่วมมือจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ถึงอาจารย์ใหญ่โรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

5. ชี้แจงวัตถุประสงค์และรายละเอียดของการวิจัยแก่นักกีฬาเทเบิลเทนนิส ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 32 คน และให้กลุ่มประชากรลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

6. ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) จากกลุ่มประชากร นักกีฬาเทเบิลเทนนิส ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 32 คน ให้เหลือกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน

7. นำกลุ่มตัวอย่างมาทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า โดยเครื่องมือทดสอบ Choice eyes-feet response time

8. นำค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าที่ได้ มาใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 8 คน โดยวิธีการ randomly assignment

8.1. กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว

8.2. กลุ่มพลัยโอเมตริก คือ กลุ่มที่ฝึก โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและฝึกโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส

8.3. กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง คือ กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองและฝึกโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส

9. ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกของแต่ละกลุ่ม เป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และ วันศุกร์ เวลา 15.00-18.00 น. ดังลำดับการฝึกซ้อมดังนี้

9.1. ออบอุ่นร่างกาย (ภาคผนวก ค)

9.2. ฝึกตามโปรแกรมการฝึกของแต่ละกลุ่มดังนี้

9.2.1. กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิสโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

9.2.2. กลุ่มพลัยโอเมตริก คือ กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส ของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

9.2.3. กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง คือ กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิสของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

9.3. คลายอุ่น (ภาคผนวก ง)

10. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

11. วิจัยและสรุปผลการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (two-way analysis of variance with repeated measures) เพื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ของผลกระทบจากโปรแกรมการฝึก และระยะเวลาการฝึกที่ต่างกัน ที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

4. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way analysis of variance with repeated measures) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับ

เท่า เวลาปฏิบัติและเวลาการเคลื่อนไหว ภายในกลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

5. ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

6. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สถานที่และระยะเวลาการวิจัย

สถานที่ทำวิจัย

โรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี (จังหวัดอุบลราชธานี)

ระยะเวลาการวิจัย

เดือนกันยายน พ.ศ.2549 ถึง เมษายน พ.ศ.2550

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบแนวทางการฝึกที่จะทำให้ให้นักกีฬาเทเบิลเทนนิสมีเวลาปฏิบัติตอบสนองของตา กับเท้าดีขึ้นและทราบถึงองค์ประกอบที่ส่งผลให้เวลาปฏิบัติตอบสนองเปลี่ยนแปลงภายหลังการ ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกทั้งสอง
2. ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬาที่จะพิจารณานำโปรแกรม การฝึกไปประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาเวลาปฏิบัติตอบสนองของตากับเท้า ในนักกีฬาเทเบิลเทนนิสอย่างเหมาะสมต่อไป
3. เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจในการศึกษาค้นคว้าวิจัยและทดลองเกี่ยวกับการฝึก พลัยโอเมตริกและการฝึกเวลาปฏิบัติตอบสนองเพื่อพัฒนาความสามารถของนักกีฬาเทเบิลเทนนิส ต่อไป

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 8 คน และได้จัดโปรแกรมการฝึกให้แก่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม ใช้โปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว กลุ่มพลัยโอเมตริก ใช้โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิส และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ใช้โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับการฝึกโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิส โดยทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ผลการวิจัยจะนำเสนอเป็น 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวก่อนการฝึกของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

ตอนที่ 2 เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า (response time) ของตากับเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตอนที่ 3 เวลาปฏิกิริยา (reaction time) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตอนที่ 4 เวลาการเคลื่อนไหว (movement time) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว ก่อนการฝึกของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 8 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง จากข้อมูลพื้นฐาน พบว่า ทุกกลุ่มมีอายุ น้ำหนักและส่วนสูงที่ใกล้เคียงกันคือ 14.50 ปี ถึง 15.25 ปี น้ำหนัก 43.88 กก. ถึง 48.00 กก. และส่วนสูง 154.50 ซม. ถึง 160.75 ซม. ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแล้วไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม ($p=0.521$ $p=0.343$ และ $p=0.496$ ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ๔

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

กลุ่ม	กลุ่มควบคุม	กลุ่มพลัยโอเมตริก	กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง
อายุ (ปี)	14.50 ± 0.50^1	15.13 ± 0.44^1	15.25 ± 0.52^1
น้ำหนัก (กก)	43.88 ± 2.26^1	47.88 ± 2.34^1	48.00 ± 2.00^1
ส่วนสูง(ซม)	154.50 ± 3.65^1	159.13 ± 3.26^1	160.75 ± 4.43^1

หมายเหตุ ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ก่อนเริ่มทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกที่กำหนดให้สำหรับแต่ละกลุ่มตัวอย่างได้ทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวสังเกตพบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้ามีค่าที่ใกล้เคียงกันในช่วง 0.709 - 0.750 วินาที ทั้งนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาถึงเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวซึ่งพบว่า เวลาปฏิกิริยามีค่าอยู่ในช่วง 0.430 - 0.443 วินาที และเวลาการเคลื่อนไหวมีค่าอยู่ในช่วง 0.263 – 0.299 วินาที และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p= 0.621$ 0.885 และ 0.590 ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ ๖ ๗ และ ๙ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว ก่อนการฝึกของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

(หน่วย:วินาที)

กลุ่ม	เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง	เวลาปฏิกิริยา	เวลาการเคลื่อนไหว
กลุ่มควบคุม	0.750 ± 0.029^1	0.443 ± 0.022^1	0.299 ± 0.024^1
กลุ่มพลัยโอเมตริก	0.709 ± 0.033^1	0.436 ± 0.021^1	0.263 ± 0.025^1
กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง	0.725 ± 0.025^1	0.430 ± 0.016^1	0.287 ± 0.026^1

หมายเหตุ: ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

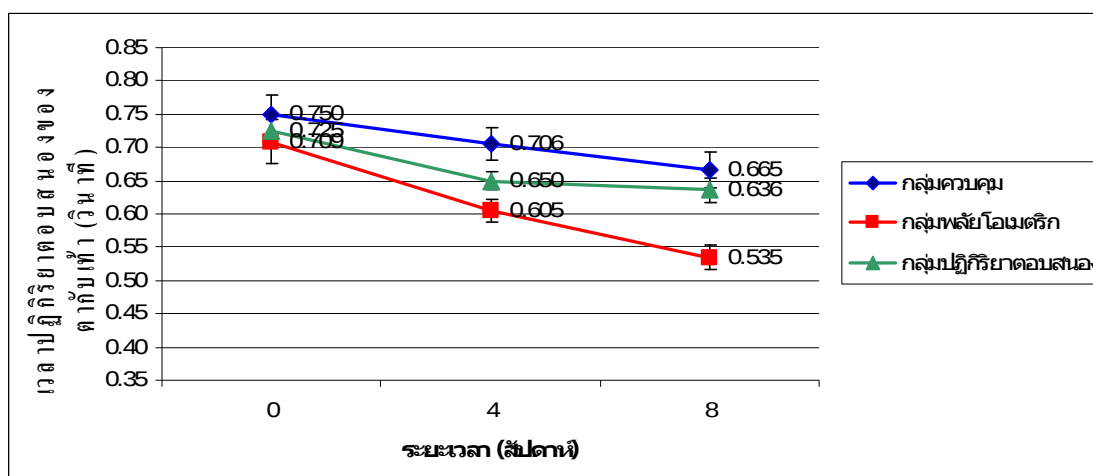
ตอนที่ 2 เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า (response time) ของตากับเท้า ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ผลการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการฝึกตามโปรแกรมที่แต่ละกลุ่มได้รับไปได้เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์และ 8 สัปดาห์ ได้ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3 และภาพที่ 1 และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ ไม่พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กัน ($p=0.156$) ระหว่างการฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกและระยะเวลาการฝึกที่แตกต่างกันที่ส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ถึงแม้จะไม่พบปฏิสัมพันธ์กันระหว่างวิธีการฝึกและระยะเวลาการฝึกแต่ก็พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.005$) ต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าคือปัจจัยด้านวิธีการฝึก และยังพบว่าปัจจัยด้านระยะเวลาการฝึกก็ส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย ($p<0.01$) ดังแสดงในตารางผนวกที่ ๗5 แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อตอบสนองมติฐานผู้วิจัยจึงดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำต่อไป

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

(หน่วย:วินาที)			
กลุ่ม	ก่อนการฝึก	หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4	หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8
กลุ่มควบคุม	$0.750 \pm 0.029^{a,1}$	$0.706 \pm 0.025^{a,1,3}$	$0.665 \pm 0.027^{a,2}$
กลุ่มพลัยโอเมตริก	$0.709 \pm 0.033^{a,1}$	$0.605 \pm 0.018^{b,2,4}$	$0.535 \pm 0.019^{c,1}$
กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง	$0.725 \pm 0.025^{a,1}$	$0.650 \pm 0.014^{b,3,4}$	$0.636 \pm 0.018^{b,2}$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาพที่ 1 เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก
 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าที่เกิดขึ้นหลังจากการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเป็นระยะเวลาต่างกันในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ และเปรียบเทียบเป็นรายคู่ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า

1. ภายในกลุ่มควบคุมที่ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสปกติ เมื่อทำการฝึกด้วยระยะเวลาที่ต่างกัน จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าหลังการฝึกมีแนวโน้มเร็วขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.067$) โดยในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วขึ้น 0.044 วินาที เมื่อเทียบกับก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เมื่อเทียบกับสัปดาห์ที่ 4 เร็วขึ้น 0.041 วินาที และการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยตลอดช่วงการฝึก 8 สัปดาห์ ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วขึ้นรวม 0.085 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 3 ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ ข6

2. ภายในกลุ่มพลาซีโอเมตริก ภายหลังจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลาซีโอเมตริกควบคู่กับฝึกเทเบิลเทนนิสปกติ พบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยที่เมื่อทำการฝึกผ่านไป 4 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วขึ้น 0.104 วินาที เมื่อเทียบกับก่อนการฝึก และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เร็วขึ้น

0.070 วินาที เมื่อเทียบกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 โดยค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้าเร็วขึ้นทั้งสิ้น 0.174 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 3 ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ ๖6

3. ภายในกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ภายหลังจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับฝึกเทเบิลเทนนิสปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้าเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.007$) โดยที่เมื่อทำการฝึกผ่านไป 4 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้าเร็วขึ้น 0.075 วินาที เมื่อเทียบกับก่อนการฝึก และเร็วขึ้นทั้งสิ้น 0.089 วินาที ตลอดช่วง 8 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 3 ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ ๖6

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 8

กลุ่มตัวอย่าง	ช่วงเวลา	(หน่วย:วินาที)	
		ภายหลังการฝึก (สัปดาห์ที่)	
		4	8
กลุ่มควบคุม	ก่อนการฝึก	-0.044	-0.085
	ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4		-0.041
กลุ่มพลัยโอเมตริก	ก่อนการฝึก	-0.104*	-0.174*
	ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4		-0.070*
กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง	ก่อนการฝึก	-0.075*	-0.089*
	ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4		-0.014

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้ Tukey

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว จากข้อมูลของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าที่แสดงในตารางที่ 3 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายคู่ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า

1. เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ที่ทำการทดสอบก่อนเริ่มทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.621$) ตารางที่ 5 และตารางผนวกที่ 7

2. เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ที่ทำการทดสอบเมื่อผ่านการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p<0.01$) (ตารางผนวกที่ 7) และเมื่อได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่า กลุ่มพลัยโอเมตริก มีค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วกว่ากลุ่มควบคุมอยู่ 0.101 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ที่ทำการทดสอบเมื่อผ่านการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน 8 สัปดาห์ พบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p<0.01$) (ตารางผนวกที่ 7) โดยพบว่ากลุ่มพลัยโอเมตริก มีค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง อยู่ 0.130 และ 0.101 วินาทีตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า
ระหว่างกลุ่มตัวอย่างก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

(หน่วย:วินาที)

ภายหลังการฝึก	กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มพลัซโฮเมตริก	กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง
ก่อนการฝึก	กลุ่มควบคุม	-0.041	-0.025
	กลุ่มพลัซโฮเมตริก		+0.016
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มควบคุม	-0.101*	-0.056
	กลุ่มพลัซโฮเมตริก		+0.045
สัปดาห์ที่ 8	กลุ่มควบคุม	-0.130*	-0.029
	กลุ่มพลัซโฮเมตริก		+0.101*

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

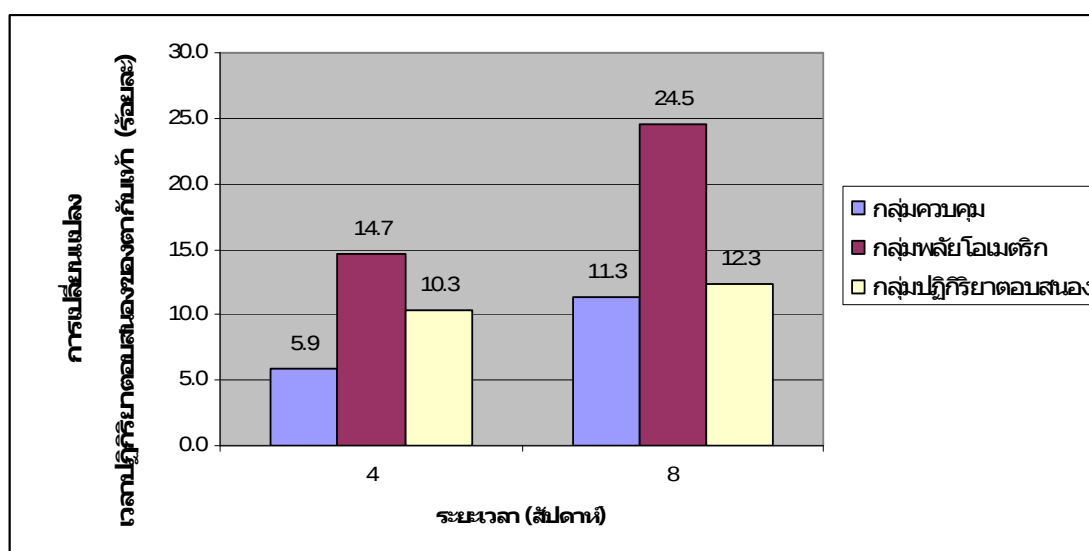
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

(หน่วย: ร้อยละ)

กลุ่ม	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
	4	8
กลุ่มควบคุม	5.9	11.3
กลุ่มพลัยโอเมตริก	14.7	24.5
กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง	10.3	12.3

จากตารางที่ 6 และภาพที่ 2 แสดงร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากที่สุด ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยพบว่า กลุ่มพลัยโอเมตริก กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง และกลุ่มควบคุมมีร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเพิ่มขึ้นกว่าเมื่อเรียงตามลำดับ กล่าวคือกลุ่มพลัยโอเมตริก มีค่าเร็วขึ้นสูงสุด ร้อยละ 24.5 รองลงมาคือกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ร้อยละ 12.3 และกลุ่มควบคุม ร้อยละ 11.3



ภาพที่ 2 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ระหว่างก่อนการฝึกกับ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม

ตอนที่ 3 เวลาปฏิกิริยา (reaction time) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ผลการทดลองต่อไปนี้เป็นารแสดงเวลาปฏิกิริยาก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่ 3

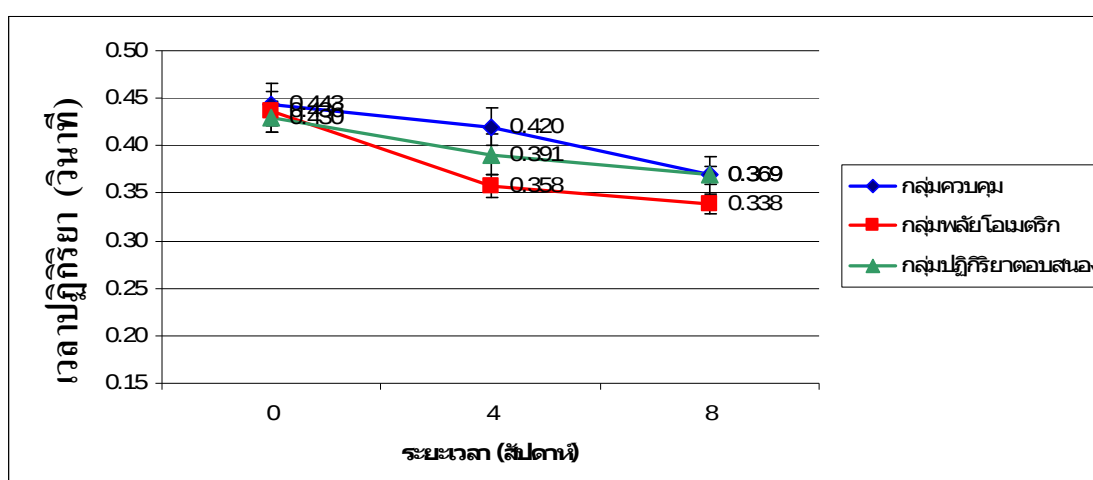
ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของเวลาปฏิกิริยาของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

(หน่วย:วินาที)			
กลุ่ม	ก่อนการฝึก	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
กลุ่มควบคุม	$0.443 \pm 0.022^{a,1}$	$0.420 \pm 0.020^{a,1}$	$0.369 \pm 0.010^{b,1}$
กลุ่มพลัยโอเมตริก	$0.436 \pm 0.021^{a,1}$	$0.368 \pm 0.012^{b,1}$	$0.338 \pm 0.010^{b,1}$
กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง	$0.430 \pm 0.016^{a,c,1}$	$0.391 \pm 0.022^{c,d,1}$	$0.369 \pm 0.020^{b,d,1}$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากข้อมูลค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่ 3 สังเกตเห็นว่าค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา ของทุกกลุ่มตัวอย่าง มีค่าที่เร็วขึ้นในทุกกลุ่มเมื่อระยะเวลาการฝึกครบ 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มควบคุม มีค่าเวลาปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นจาก 0.443 ± 0.022 วินาที ในช่วงก่อนการฝึกเป็น 0.369 ± 0.010 วินาที ในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ส่วนกลุ่มพลัยโอเมตริก มีค่าเวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นอย่างเห็นได้ชัดจาก 0.436 ± 0.021 วินาที ในช่วงก่อนการฝึกเป็น 0.338 ± 0.010 วินาที ในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีค่าเวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นเช่นกันจาก 0.430 ± 0.016 วินาที ช่วงก่อนการฝึกเป็น 0.369 ± 0.020 วินาที ในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกตามโปรแกรมการฝึกกับระยะเวลาในการฝึก ($p=0.305$) (ตารางผนวกที่ ข8) และพบว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเวลาปฏิบัติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือปัจจัยด้านระยะเวลาการฝึกเพียงอย่างเดียว ($p<0.01$) โดยที่วิธีในการฝึกทั้ง 3 โปรแกรมไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของเวลาปฏิบัติระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.375$) แต่อย่างไรก็ตามเพื่อที่จะตอบสนองมติฐานว่าในแต่ละกลุ่มและแต่ละช่วงเวลาจะมีความแตกต่างของเวลาปฏิบัติหรือไม่นั้น ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำด้วย



ภาพที่ 3 เวลาปฏิบัติของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิบัติที่เกิดขึ้นหลังจากการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเป็นระยะเวลาต่างกัน 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิบัติภายในกลุ่มควบคุม กลุ่มพัยโสมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางผนวกที่ ข9) ดังนี้

1. ภายในกลุ่มควบคุม ที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว เมื่อทำการฝึกด้วยระยะเวลาที่ต่างกัน จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิบัติเร็วขึ้นเป็นลำดับตลอดช่วง 8 สัปดาห์ของการฝึก โดยเวลาที่เร็วขึ้นภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เมื่อเทียบกับสัปดาห์ที่ 4 คือ 0.051

วินาที โดยที่ตลอดช่วงการฝึก 8 สัปดาห์ ทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นเป็นระยะเวลารวม 0.073 วินาที (ตารางที่ 8)

2. ภายในกลุ่มพลัยโอเมตริก จากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส พบว่า เมื่อทำการฝึกด้วยระยะเวลาที่ต่างกันในช่วง 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยามีค่าเฉลี่ยเร็วขึ้นจาก 0.436 วินาที ก่อนการฝึกเป็น 0.368 วินาที และ 0.338 วินาที ตามลำดับ โดยเวลาที่เร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เมื่อเทียบกับก่อนการฝึก คือ 0.068 วินาที และตลอดช่วงการฝึก 8 สัปดาห์ ทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นระยะเวลารวม 0.090 วินาที (ตารางที่ 8)

3. ภายในกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ภายหลังจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส โดยในช่วง 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ ของการฝึกจะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาหลังการฝึกเร็วขึ้นจาก 0.430 วินาที ก่อนการฝึกเป็น 0.391 วินาที และ 0.369 วินาที ตามลำดับ และพบว่าระยะเวลาการฝึก 8 สัปดาห์ ทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นระยะเวลารวม 0.061 วินาที (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาภายในกลุ่มตัวอย่าง
แต่ละกลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

		(หน่วย:วินาที)	
กลุ่มตัวอย่าง	ช่วงเวลา	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์ที่)	
		4	8
กลุ่มควบคุม	ก่อนการฝึก	-0.023	-0.073*
	ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4		-0.051*
กลุ่มพลัยโอเมตริก	ก่อนการฝึก	-0.068*	-0.090*
	ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4		-0.030
กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง	ก่อนการฝึก	-0.039	-0.061*
	ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4		-0.022

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้ Tukey

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว จากข้อมูลของเวลาปฏิกิริยาที่แสดงในตารางที่ 7 พบว่าไม่มีช่วงเวลาใดที่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1. เวลาปฏิกิริยา ที่ทำการทดสอบก่อนเริ่มทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.885$) (ตารางผนวกที่ ข10) โดยมีเวลาปฏิกิริยาต่างกัน เพียง -0.013 วินาที ถึง -0.006 วินาที

2. เวลาปฏิบัติ ที่ทำการทดสอบภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.170$) (ตารางผนวกที่ ข10) ระหว่างกลุ่มทั้ง 3 คือ กลุ่มควบคุม เท่ากับ 0.420 วินาที กลุ่มพลัยโอเมตริก เท่ากับ 0.368 วินาที และกลุ่มปฏิบัติการตอบสนอง เท่ากับ 0.391 วินาที ซึ่งกลุ่มพลัยโอเมตริกต่างกับกลุ่มปฏิบัติการตอบสนองเท่ากับ 0.023 วินาที และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.051 วินาที โดยเวลาปฏิบัติต่างกันเพียง -0.051 วินาที ถึง +0.023 วินาที

3. ภายหลังการฝึกตามโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกันเป็นเวลา 8 เมื่อนำเวลาปฏิบัติของทั้ง 3 กลุ่มมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.242$) (ตารางผนวกที่ ข10) โดยมีเวลาปฏิบัติต่างกันเพียง -0.031 วินาที ถึง +0.031

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิบัติ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (หน่วย:วินาที)

ภายหลังการฝึก	กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มพลัยโอเมตริก	กลุ่มปฏิบัติการตอบสนอง
ก่อนการฝึก	กลุ่มควบคุม	-0.009	-0.013
	กลุ่มพลัยโอเมตริก		-0.006
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มควบคุม	-0.051	-0.029
	กลุ่มพลัยโอเมตริก		+0.023
สัปดาห์ที่ 8	กลุ่มควบคุม	-0.031	0.000
	กลุ่มพลัยโอเมตริก		+0.031

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

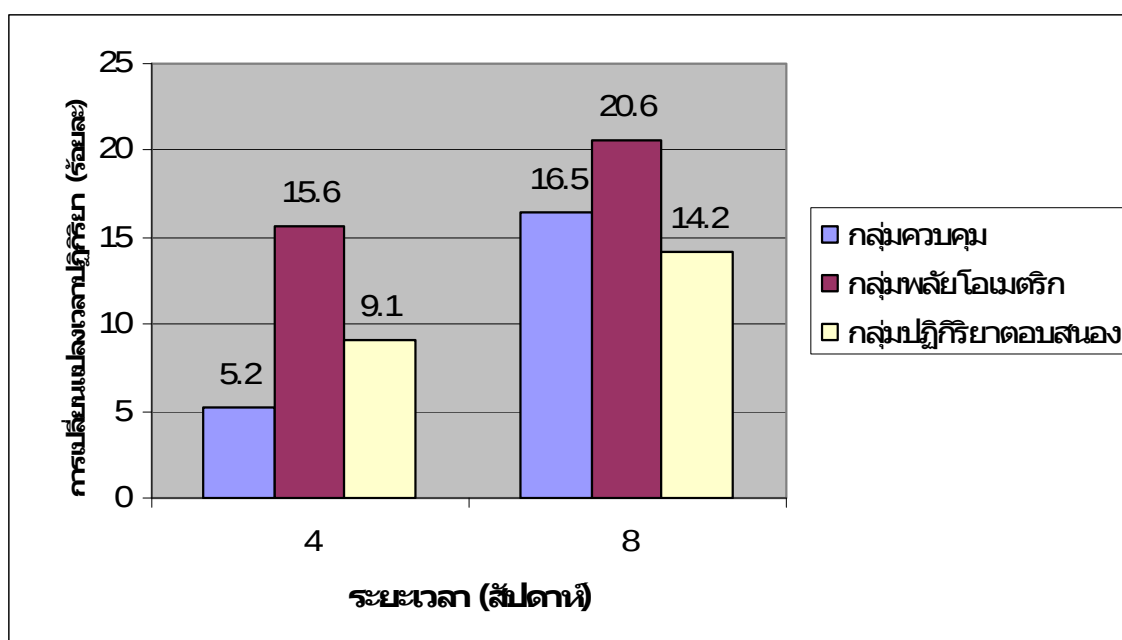
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิบัติกริยาเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

(หน่วย: ร้อยละ)

กลุ่ม	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
	4	8
กลุ่มควบคุม	5.2	16.5
กลุ่มพลัยโอเมตริก	15.6	20.6
กลุ่มปฏิบัติกริยาตอบสนอง	9.1	14.2

จากตารางที่ 10 และภาพที่ 4 แสดงร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิบัติกริยาเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก พบว่า เวลาปฏิบัติกริยาของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยพบว่า กลุ่มพลัยโอเมตริก มีเวลาปฏิบัติกริยาเร็วขึ้นสูงสุด ร้อยละ 20.6 รองลงมาคือกลุ่มควบคุม ร้อยละ 16.5 และกลุ่มปฏิบัติกริยาตอบสนอง ร้อยละ 14.2



ภาพที่ 4 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติกริยา ระหว่างก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม

ตอนที่ 4 เวลาการเคลื่อนไหว (movement time) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ผลการทดลองต่อไปนี้เป็น การแสดงเวลาการเคลื่อนไหวก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม โดยเวลาการเคลื่อนไหวคำนวณโดยการหักลบเวลาปฏิบัติกรออกจากเวลาปฏิบัติกรตอบสนองของคาบกับเท้า ดังแสดงในตารางที่ 11 และภาพที่ 5

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.E.$) ของเวลาการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

(หน่วย:วินาที)			
กลุ่ม	ก่อนการฝึก	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
กลุ่มควบคุม	$0.299 \pm 0.024^{a,1}$	$0.287 \pm 0.031^{a,1}$	$0.290 \pm 0.020^{a,1,3}$
กลุ่มพลัยโอเมตริก	$0.263 \pm 0.025^{a,c,1}$	$0.232 \pm 0.012^{c,d,1}$	$0.199 \pm 0.013^{b,d,2,4}$
กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง	$0.287 \pm 0.026^{a,1}$	$0.255 \pm 0.012^{a,1}$	$0.252 \pm 0.015^{a,3,4}$

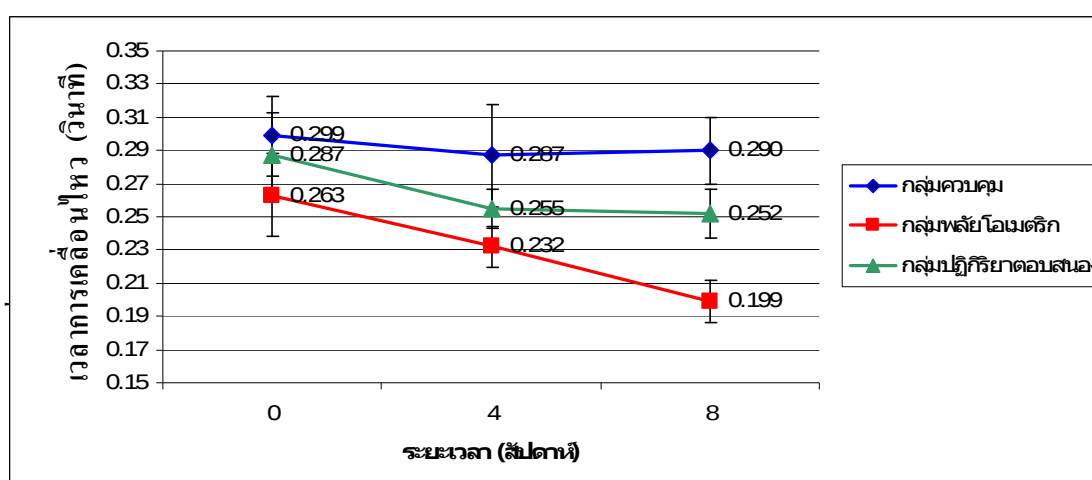
หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตัวเลขที่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงความไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากข้อมูลค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวดังแสดงในตารางที่ 11 และภาพที่ 5 สามารถสังเกตเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวของทุกกลุ่มตัวอย่าง พบแนวโน้มของเวลาการเคลื่อนไหวเร็วขึ้นเมื่อระยะเวลาการฝึกครบ 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มควบคุมมีเวลาการเคลื่อนไหวเร็วขึ้นจาก 0.299 ± 0.024 วินาที ในช่วงก่อนการฝึกเป็น 0.290 ± 0.020 วินาที ในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ส่วนกลุ่มพลัยโอเมตริก มีเวลาการเคลื่อนไหวเร็วขึ้นจาก 0.263 ± 0.025 วินาที ในช่วงก่อนการฝึกเป็น 0.199 ± 0.013 วินาที ในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีเวลาการ

เคลื่อนไหวเร็วขึ้นเช่นกันจาก 0.287 ± 0.026 วินาที ในช่วงก่อนการฝึกเป็น 0.252 ± 0.015 วินาที ในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (ตารางผนวกที่ ข11) ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกกับระยะเวลาในการฝึก ($p=0.663$) แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อที่จะตอบสนองมติฐานว่าในแต่ละกลุ่มและแต่ละช่วงเวลาจะมีความแตกต่างของเวลาการเคลื่อนไหวหรือไม่ นั้น ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำด้วย



ภาพที่ 5 เวลาการเคลื่อนไหว ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

จากการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น หลังจากการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่มีระยะเวลาต่างกันในช่วงก่อนการฝึก ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า

1. ภายในกลุ่มควบคุม ที่ทำการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว เมื่อทำการฝึกด้วย ระยะเวลาที่ต่างกันในช่วงก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวมีค่าที่ต่างกัน เพียงเล็กน้อยซึ่งไม่พบความเปลี่ยนแปลง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.927$) ตารางที่ 12 และตารางผนวกที่ ข12

2. ภายในกลุ่มพลัยโอเมตริก ภายหลังจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส เมื่อทำการฝึกด้วยระยะเวลาที่ต่างกันในช่วงก่อนการฝึก และภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 8 จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวมีค่าที่เร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.032$) จาก 0.263 วินาที เป็น 0.199 วินาที ตามลำดับ รวมระยะเวลาที่เร็วขึ้นเท่ากับ 0.064 วินาที ตารางที่ 12 และตารางผนวกที่ ข12

3. ภายในกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ภายหลังจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส โดยทำการฝึกด้วยระยะเวลาที่ต่างกัน จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวมีการเปลี่ยนแปลงไปไม่มากนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.240$) ในระหว่างช่วงก่อนการฝึก ภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยที่ตลอดช่วงการฝึก 8 สัปดาห์ ทำให้เวลาการเคลื่อนไหวลดลงเป็นระยะเวลารวม 0.035 วินาที ตารางที่ 12 และตารางผนวกที่ ข12

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังจากการฝึก สัปดาห์ที่ 8

กลุ่มตัวอย่าง	ช่วงเวลา	(หน่วย:วินาที)	
		ภายหลังจากการฝึก (สัปดาห์ที่)	
		4	8
กลุ่มควบคุม	ก่อนการฝึก	-0.012	-0.009
	ภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4		+0.003
กลุ่มพลัยโอเมตริก	ก่อนการฝึก	-0.031	-0.064*
	ภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4		-0.033
กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง	ก่อนการฝึก	-0.032	-0.035
	ภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4		-0.003

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้ Tukey

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว จากข้อมูลของเวลาการเคลื่อนไหวที่แสดงในตารางที่ 11 พบว่า

1. เวลาการเคลื่อนไหว ที่ทำการทดสอบก่อนเริ่มทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.590$) ตารางที่ 13 และตารางผนวกที่ 13

2. ภายหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวของแต่ละกลุ่มมีค่าไม่เท่ากัน คือ กลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.287 วินาที กลุ่มพลัยโอเมตริกเท่ากับ 0.232 วินาทีและกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนองเท่ากับ 0.255 วินาที ซึ่งจะเห็นได้ว่ากลุ่มพลัยโอเมตริกมีเวลาการเคลื่อนไหวเร็วกว่า กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ แต่เมื่อนำค่าเฉลี่ยต่างๆ มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.197$) ตารางที่ 13 และตารางผนวกที่ 13

3. ภายหลังการฝึกตามโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาการเคลื่อนไหวมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p=0.003$) (ตารางผนวกที่ 13) โดยกลุ่มพลัยโอเมตริก จะมีค่าเฉลี่ยที่เร็วที่สุดเท่ากับ 0.199 วินาที ตามด้วยกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนองเท่ากับ 0.252 วินาทีและกลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.290 วินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบภายหลังพบว่า กลุ่มพลัยโอเมตริก มีเวลาการเคลื่อนไหวเร็วกว่ากลุ่มควบคุมอยู่ 0.091 วินาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตารางที่ 13 และตารางผนวกที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างกลุ่ม
ตัวอย่างก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

(หน่วย:วินาที)

ภายหลังการฝึก	กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มพลัซโอมेटริก	กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง
ก่อนการฝึก			
	กลุ่มควบคุม	-0.036	-0.012
	กลุ่มพลัซโอมेटริก		+0.024
สัปดาห์ที่ 4			
	กลุ่มควบคุม	-0.055	-0.032
	กลุ่มพลัซโอมेटริก		+0.023
สัปดาห์ที่ 8			
	กลุ่มควบคุม	-0.091*	-0.038
	กลุ่มพลัซโอมेटริก		+0.054

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

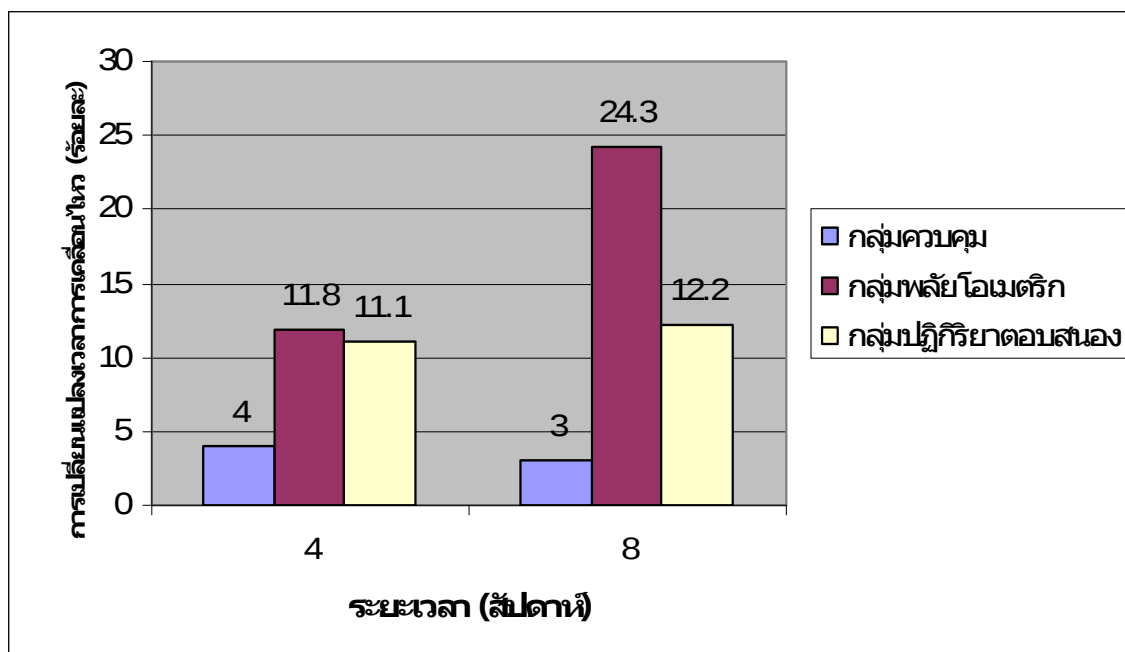
ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงของเวลาการเคลื่อนไหวเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

(หน่วย: ร้อยละ)

กลุ่ม	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
	4	8
กลุ่มควบคุม	4.0	3.0
กลุ่มพลัซโอมेटริก	11.8	24.3
กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง	11.1	12.2

จากตารางที่ 14 และภาพที่ 6 แสดงร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาการเคลื่อนไหว
เปรียบเทียบกับก่อนการฝึก พบว่า เวลาการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เพิ่มขึ้น การ

เปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากที่สุด ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยพบว่า กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาการเคลื่อนไหวเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และพบว่ากลุ่มพลัยโอเมตริก มีค่าเร็วขึ้นสูงสุด ร้อยละ 24.3 รองลงมาคือกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ร้อยละ 12.2 และกลุ่มควบคุม ร้อยละ 3.0



ภาพที่ 6 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของการฝึกโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส โดยทำการฝึก 8 สัปดาห์ และทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าหรือเวลารวมทั้งหมดตั้งแต่เริ่มมีการกระตุ้นหรือสิ่งเร้าเริ่มปรากฏขึ้นจนถึงร่างกายมีการเคลื่อนไหวจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ (Sage, 1984) มีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นทุกกลุ่มตลอดช่วงการฝึก 8 สัปดาห์ อันเป็นผลเนื่องมาจากองค์ประกอบย่อยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าที่ประกอบไปด้วยเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวรวมกัน ดังนั้นการที่เราจะทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วขึ้นได้นั้น จำเป็นต้องฝึกทั้งเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว จึงจะทำให้ได้ผลมากที่สุด โดยผู้วิจัยขอวิจารณ์ผลการทดลองดังนี้

จากผลการวิจัยเมื่อพิจารณาข้อมูลทั่วไป พบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีอายุ น้ำหนักและส่วนสูงใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นเหตุให้ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีโอกาสน้อยที่จะส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นการสนับสนุนว่า ผลที่เกิดจากการทดลองเป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น คือ โปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกันเป็นหลัก

1. กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่ทำการฝึกโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว มีค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เท่ากับ 0.750 , 0.706 และ 0.665 วินาที ในช่วงก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติดูความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 และเมื่อแยกดูในค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา เท่ากับ 0.443 , 0.420 และ 0.369 วินาที ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติดูความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 7 และตารางที่ 8 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายคู่ พบว่า เวลาปฏิกิริยาลดลงในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เทียบกับก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เทียบกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ทั้งนี้ก็อาจเนื่องมาจากการ

ฝึกตามโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิสของกลุ่มควบคุมนั้นเป็นการฝึกที่ต้องมีการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่เกิดจากการมองเห็นของลูกเทเบิลเทนนิสในทิศทางต่างๆ ของกีฬาเทเบิลเทนนิสและการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายคือลูกเทเบิลเทนนิสอย่างรวดเร็วโดยที่นักกีฬาจะต้องจ้องมองที่ลูกเทเบิลเทนนิสและใช้ความพยายามตอบสนองอย่างรวดเร็วที่สุดเพื่อที่จะเข้าไปหาเป้าหมายและใช้ทักษะการตีได้อย่างถูกต้องและสามารถควบคุมลูกให้ลงตามจุดที่ต้องการเพื่อพยายามทำให้ฝ่ายตรงข้ามไม่สามารถที่จะตีได้กลับมาได้ ดังนั้นเมื่อตามองเห็นเป้าหมายประสาทจะมีการสั่งการให้ร่างกายเริ่มเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งที่เหมาะสมให้เร็วที่สุด ซึ่งการฝึกทักษะเทเบิลเทนนิสเป็นประจำเป็นการฝึกที่เหมือนกับสภาพจริงของกีฬาชนิดนั้นๆ และได้ทำการฝึกอย่างต่อเนื่องบ่อยๆ ซ้ำๆ กัน ซึ่งจะมีส่วนทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงได้ ดังที่ Colfer (1977) ได้กล่าวถึงแนวทางในการฝึกเพื่อลดเวลาปฏิกิริยาไว้ว่า นักกีฬาสามารถลดเวลาปฏิกิริยาลงได้ด้วยการเพิ่มความแข็งแรงของร่างกายและใช้การฝึกเวลาปฏิกิริยาต่างๆ ด้วยการกระตุ้นด้วยแสง เสียง หรือการเคลื่อนไหว และใช้การกระตุ้นที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสภาพที่เป็นจริงของชนิดกีฬานั้นๆ สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ และกันยา (2536) ได้กล่าวว่าไม่มีหลักฐานว่าเวลาปฏิกิริยาขึ้นพื้นฐานสามารถทำให้สั้นเข้าโดยวิธีอื่นๆ นอกเหนือจากการทำซ้ำๆ กัน โดยเน้นให้กระทำอย่างรวดเร็วเป็นสำคัญ และในการฝึกตามโปรแกรมการฝึกในกลุ่มควบคุมก็ยังเป็นการฝึกในสภาพจริงอีกด้วย ซึ่งมีส่วนทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงได้ นอกจากนั้น ประทุม (2527) ยังได้กล่าวไว้ว่า เวลาปฏิกิริยานั้นสามารถฝึกฝนให้ดีขึ้นได้ บุคคลที่มีเวลาปฏิกิริยาดียิ่งทำให้ได้เปรียบในการแข่งขัน ดังนั้น ถ้านักกีฬาได้ทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรมการฝึกกีฬาที่ได้สร้างขึ้นตามหลักการและทฤษฎีของการฝึกและมีกิจกรรมการฝึกที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในสนามแข่งขันแล้ว ก็จะทำให้เวลาปฏิกิริยาของนักกีฬาพัฒนาขึ้นได้ สอดคล้องกับเจริญ (2538) ได้กล่าวไว้ว่า เวลาปฏิกิริยานี้สามารถฝึกให้ดีขึ้นได้ด้วยการจัดระบบขั้นตอนของการฝึกให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในการเคลื่อนไหวในชนิดกีฬานั้น นักกีฬาที่มีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองดีจะช่วยให้การเคลื่อนไหวเสียเวลาน้อยแต่ได้ระยะทางเพิ่มขึ้น และเวลาปฏิกิริยานี้ยังสามารถฝึกให้สั้นลงได้ด้วยการฝึกซ้อมการเคลื่อนไหวชนิดนั้นบ่อยๆ ซึ่งถ้าเวลาปฏิกิริยาดีขึ้นก็เป็นส่วนที่ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองดีขึ้นตามไปด้วย และอาจเนื่องมาจากการฝึกในกลุ่มควบคุมเป็นการฝึกที่ต้องกระตุ้นระบบประสาทจากสิ่งเร้าคือลูกเทเบิลเทนนิสและมีการติดัดสนใจในการเลือกใช้ทักษะเพื่อที่จะตอบสนองกับลูกที่ถูกตีมาจากแดนตรงข้ามอยู่ตลอดเวลาจึงอาจเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาลดลงได้ และสังเกตพบว่าเวลาปฏิกิริยาลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (ภาพที่ 3) ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงการฝึก 4 สัปดาห์แรกของการฝึกจะมีผลทำให้ระบบประสาทปรับตัวก่อนระบบกล้ามเนื้อ (Kraemer, 1994) จึงอาจเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้

เวลาปฏิกิริยาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ ส่วนเวลาการเคลื่อนไหวมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.299, 0.287 และ 0.290 วินาที ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติดูความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 11 และตารางที่ 12 นั้นอาจเป็นผล มาจากกลุ่มควบคุมได้รับการฝึกทักษะกีฬาเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว ซึ่งการฝึกทักษะเพียงอย่าง เดียว มีความหนักของการฝึกไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านสมรรถภาพทางกายใน เรื่องของกำลัง ความแข็งแรง และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อที่จะทำให้เวลาการ เคลื่อนไหวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ ดังที่ เจริญ (2545) กล่าวว่า ในการพัฒนาไปสู่ ความเป็นเลิศสำหรับการแข่งขันกีฬาแต่ละประเภท ไม่มีสิ่งใดสำคัญเท่ากับการมุ่งฝึกสมรรถภาพ และทักษะเฉพาะด้านซึ่งกลุ่มควบคุมทำการฝึกทักษะเพียงอย่างเดียวจึงอาจไม่เพียงพอต่อการที่จะทำ ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้ ดังนั้นค่าเฉลี่ยที่ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าในกลุ่มควบคุมเร็วขึ้นอย่างเห็น ได้ชัด คือ ค่าเวลาปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเวลาการ เคลื่อนไหวไม่มีการเปลี่ยนแปลงในทางดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. กลุ่มพลัยโอเมตริก เป็นกลุ่มที่ทำการฝึกโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับโปรแกรมการ ฝึกเทเบิลเทนนิส จากการทดลองพบว่าในช่วงก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลัง การฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองตากับเท้า เท่ากับ 0.709 , 0.605 และ 0.535 วินาที ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติดูความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่ม พบว่า มีการ เปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 และพบว่ามีค่าแตกต่างในช่วงก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ทั้งนี้ความแตกต่างที่ เกิดขึ้นนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากองค์ประกอบย่อยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า คือ ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยา พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.436, 0.368 และ 0.338 วินาที ตามลำดับ เมื่อทำการ วิเคราะห์ทางสถิติดูความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่ม พบว่า เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.05 ด้วยดังแสดงในตารางที่ 7 และตารางที่ 8 และยังพบว่าเวลาปฏิกิริยามีความ แตกต่างกันในช่วง ก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกลุ่มพลัยโอเมตริกเป็นกลุ่มที่ฝึกตาม โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับโปรแกรม การฝึกเทเบิลเทนนิส ซึ่งเป็นการฝึกด้วยแรงต้านอย่างหนึ่งเหมือนกับการฝึกด้วยน้ำหนักที่น่าจะ ส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาให้ลดลงได้ ดังที่ ชูศักดิ์และกันยา (2536) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักจะ

ทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลง 13 % สอดคล้องกับ เจริญ (2536) ที่กล่าวว่า เวลาปฏิกิริยาในการตอบสนอง (reaction time) สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นด้วยการฝึกยกน้ำหนัก ซึ่งการฝึกพลัยโอเมตริกจัดเป็นการฝึกด้วยแรงต้านชนิดหนึ่งจึงน่าจะส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาเช่นเดียวกับการฝึกด้วยน้ำหนัก กล่าวคือ สามารถทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงได้และการฝึกพลัยโอเมตริกยังเป็นการฝึกที่มุ่งเน้นการพัฒนาในด้านการประสานงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ซึ่งผลของการฝึกที่มีต่อระบบประสาทนั้นจะทำให้ระบบประสาทมีการสั่งงานเป็นไปด้วยความรวดเร็วและแรงขึ้น เวลาปฏิกิริยาลดลง ทำให้การประสานงาน (coordination) ระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อดีขึ้น ทำให้ระบบประสาทใช้พลังงานได้น้อยลง การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (อนันต์, 2527) ซึ่งอาจเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาของกลุ่มทดลองนี้เร็วขึ้นด้วยและในการฝึกของกลุ่มทดลองนี้จะต้องใช้สายตามองที่เร็วตลอดช่วงของการกระโดดจึงต้องทำให้สมองคิดและตัดสินใจอย่างรวดเร็วด้วย โดยเป็นการสั่งการจากการมองเห็นพร้อมกับการกระโดดด้วยความรวดเร็วเต็มที่ ซึ่งร่างกายจะต้องตอบสนองอย่างรวดเร็วและซ้ำกันหลายครั้ง จึงอาจมีผลทำให้เวลาการตัดสินใจซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของเวลาปฏิกิริยาลดลงด้วย ดังที่ Margaret (1972) ได้แบ่งเวลาปฏิกิริยาเป็น 3 ระยะ คือ 1) เวลารับรู้ความรู้สึก (sense time, receiving of time) คือเวลาดังแต่ปลายประสาทรับรู้ความรู้สึก 2) เวลาตัดสินใจ (decision, thought time) เป็นเวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะตอบสนอง 3) เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว (initial of movement time) คือเวลาดังแต่ประสาทส่วนกลางสั่งงานจนกระทั่งประสาทมาถึงกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อเริ่มมีการหดตัวและยังเป็นการฝึกที่มีทิศทางเคลื่อนที่ที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของกีฬาเทเบิลเทนนิสและการฝึกนั้นปฏิบัติเป็นประจำซึ่งมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นได้ จึงอาจเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้กลุ่มพลัยโอเมตริก ที่ทำการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิสมีเวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ ส่วนค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.263 , 0.232 และ 0.199 วินาทีตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติดูความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่ม พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นกันดังแสดงในตารางที่ 11 และตารางที่ 12 และพบว่าการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินี้เกิดขึ้นในช่วงก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงหลังการฝึก 8 สัปดาห์แล้วเท่านั้น ซึ่งอาจเนื่องมาจากในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการฝึกจะเป็นการฝึกที่มีการปรับตัวในส่วน of ระบบประสาทมากกว่าระบบกล้ามเนื้อ (Kraemer, 1994) และภายหลังจากการฝึกในสัปดาห์ที่ 6 เป็นต้นไป การฝึกจะมีผลต่อระบบกล้ามเนื้อซึ่งทำให้เกิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น ดังที่ Penny (1971) ได้รายงานว่าการฝึกด้วยน้ำหนักระยะเวลาตั้งแต่ 6 สัปดาห์ขึ้นไปจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นจึง

อาจเป็นผลทำให้เวลาการเคลื่อนไหวมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงการฝึกสัปดาห์ที่ 8 นอกจากนี้การฝึกพลัยโอเมตริกยังเป็นการฝึกที่มีผลทำให้กำลัง ความแข็งแรง และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีรูปแบบการฝึกที่ทำให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบยืดยาวออก (eccentric) และตามด้วยการหดตัวแบบหดสั้นเข้า (concentric) ทันที (สนธยา, 2547) โดยช่วงการหดตัวแบบยืดยาวออกจะเป็นการเก็บพลังงานศักย์ (potential energy) ไว้ในกล้ามเนื้อแล้วจะนำมาใช้ทันทีทันใดทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาหรือแรงกระดอนอย่างรวดเร็วหรือมีการหดตัวแบบหดสั้นเข้าทันที ซึ่งการทำงานแบบนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับกีฬาที่ต้องการความเร็วและความแข็งแรงร่วมกัน ดังนั้นการฝึกพลัยโอเมตริกจึงเป็นการฝึกที่ทำให้มีการเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วฉับพลันเป็นเหตุให้เวลาการเคลื่อนไหวสั้นลงได้ภายหลังจากการฝึกและการฝึกนั้นต้องได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่องและเหมาะสมจึงจะทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น มีการประสานงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่ดียิ่งขึ้น ทำให้กระบวนการในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทำได้อย่างรวดเร็วขึ้น สามารถที่จะเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับ Chu and Plummer (1984) ได้กล่าวถึงพลัยโอเมตริกไว้ว่า เป็นการออกกำลังกายที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมโยงความแข็งแรงและความเร็วในการเคลื่อนไหว เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวแบบรวดเร็วและรุนแรง สอดคล้องกับ เจริญ (2538) ได้กล่าวไว้ว่า ในการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อให้ได้มาซึ่งกำลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ ควรให้กล้ามเนื้อยืดตัวออกเล็กน้อย (pre-stretch) ก่อนที่จะหดตัวอย่างเต็มที่เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวนั้นและเจริญ (2538) ยังกล่าวว่าการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่รวมไว้ซึ่งกำลังความแข็งแรง และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน การนำเอาหลักการยืดกล้ามเนื้อก่อนการหดตัว (the pre-stretch principles) มาใช้ในการฝึกเข่งและกระโดด จะเป็นผลดีสำหรับนักกีฬาที่ต้องเคลื่อนไหวเปลี่ยนจังหวะและทิศทางอยู่เสมอๆ (counter attack movement) นอกจากนี้ Thomas (1994) ได้กล่าวไว้ว่าการฝึกพลัยโอเมตริกจะทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น (hypertrophy) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Kraemer, 1994) สอดคล้องกับ Gary และ Robert (1994) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ผลของการฝึกด้วยแรงต้านจะทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงและมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (fast twitch) จะเพิ่มขนาดของเส้นใยได้มากกว่าเส้นใยชนิดหดตัวช้า (slow twitch) จึงเป็นผลให้การหดตัวของกล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้นจึงอาจเป็นเหตุที่ทำให้เวลาการเคลื่อนไหวลดลงตามไปด้วยเช่นกัน นอกจากนี้การฝึกพลัยโอเมตริกยังเป็นการฝึกที่ไปกระตุ้นระบบประสาทภายในกล้ามเนื้อให้มีการทำงานในเวลาสั้นที่สุด โดยไปกระตุ้น muscle spindle กับ golgi tendon organ ให้มีการเร่งเร็ว การยับยั้ง และเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน (agonist) และกลุ่มกล้ามเนื้อตรงข้าม (antagonist) ในเวลาที่สั้นที่สุด ซึ่งการฝึก พลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่ต้อง

ปฏิบัติด้วยความรวดเร็วต่อเนื่องทุกครั้ง จึงอาจเป็นผลให้ไปกระตุ้นระบบประสาทมากยิ่งขึ้น จึงเป็นผลให้การตอบสนองของระบบประสาทกล้ามเนื้อดีขึ้น และยังทำให้แรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อเร็วขึ้นด้วย (Allerheiligen, 1994) สอดคล้องกับ อนันต์ (2527) ได้กล่าวไว้ว่า ผลที่เกิดจากการฝึกที่มีต่อระบบประสาธน์จะทำให้ระบบประสาทมีการสั่งงานเป็นไปด้วยความรวดเร็วและแรงขึ้น จึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้เวลาการเคลื่อนไหวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ในช่วงสัปดาห์การฝึกที่ 8 ดังนั้นจากค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยากับเวลาการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองค่าส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้ามีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย

3. กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง เป็นกลุ่มที่ทำการฝึกโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิส จากผลการทดลองในช่วงก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองตากับเท้า เท่ากับ 0.725 , 0.650 และ 0.636 วินาที ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติดูความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่ม พบว่า มีพัฒนาการเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 และเมื่อแยกดูองค์ประกอบย่อยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าพบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาเท่ากับ 0.430 , 0.391 และ 0.369 วินาที เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติดูความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 7 และตารางที่ 8 โดยพบความแตกต่างในช่วงก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีรูปแบบการฝึกที่ผู้ฝึกจะถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าคือลูกเทเบิลเทนนิสที่ถูกยิงออกมาในทิศทางที่สอดคล้องกับทิศทางของกีฬาเทเบิลเทนนิสแล้วให้ผู้ฝึกพยายามเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ถูกเทเบิลเทนนิสถูกยิงออกไปบ่อยๆ ซ้ำๆ กัน โดยการยิงลูกไปในทิศทางต่างๆ นั้นผู้ฝึกจะถูกกระตุ้นด้วยการมองเห็น และปฏิบัติซ้ำๆ กันหลายครั้ง จึงอาจมีผลทำให้เวลาปฏิกิริยาลดลงได้ ดังที่ Colfer (1977) ได้กล่าวถึงแนวทางในการฝึกเพื่อลดเวลาปฏิกิริยาไว้ว่า นักกีฬาสามารถลดเวลาปฏิกิริยาลงได้ด้วยการเพิ่มความแข็งแรงของร่างกายและใช้การฝึกเวลาปฏิกิริยาต่างๆ ด้วยการกระตุ้นด้วยแสง เสียง หรือการเคลื่อนไหว และใช้การกระตุ้นที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสภาพที่เป็นจริงของชนิดกีฬานั้นๆ สอดคล้องกับ ชุศักดิ์ และกันยา (2536) ได้กล่าวว่าไม่มีหลักฐานว่าเวลาปฏิกิริยาขั้นพื้นฐานสามารถทำให้สั้นเข้าโดยวิธีอื่นๆ นอกเหนือจากการทำซ้ำๆ กัน โดยเน้นให้กระทำอย่างรวดเร็วเป็นสำคัญจึงอาจเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงค่าเดียว ส่วนค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวพบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.287 , 0.255 และ 0.252 วินาที เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติดูความเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่ม

พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 11 และตารางที่ 12 อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สังเกตพบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวมีแนวโน้มพัฒนาในทางที่ดีขึ้นเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน 4 สัปดาห์แรก ทั้งนี้เนื่องจากการที่ผู้ฝึกต้องพยายามเคลื่อนไหวไปในทิศทางที่ถูกถูกยิงไปจะต้องมีการกระโดดเข้ามาร่วมด้วยเพื่อพยายามไปในทิศทางที่ถูกไปให้เร็วที่สุด ดังนั้นจึงทำให้กล้ามเนื้อต้องยืดออกก่อนแล้วหดสั้นเข้าอย่างรวดเร็วเพื่อเคลื่อนไหวไปหาเป้าหมายให้เร็วที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการฝึกพลัยโอเมตริกที่ต้องมีการยืดตัวของกล้ามเนื้อก่อนการหดตัวซึ่งจะมีผลทำให้กำลัง ความแข็งแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเคลื่อนไหวอย่างฉับพลันและมีผลดีสำหรับ นักกีฬาที่ต้องเคลื่อนไหวเปลี่ยนจังหวะและทิศทางอยู่เสมอๆ (เจริญ, 2538) จากเหตุผลดังกล่าวจึงอาจมีผลทำให้แนวโน้มค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นได้ ดังนั้นในเมื่อเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวที่เป็นองค์ประกอบย่อยหนึ่งของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้ามีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นจึงทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้ามีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นเช่นกันและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ด้วย

4. ก่อนการฝึก จากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้ามีค่าเท่ากับ 0.750 วินาที 0.709 วินาที และ 0.725 วินาที ตามลำดับ ส่วนเวลาปฏิกิริยามีค่าเท่ากับ 0.443 วินาที 0.436 วินาที และ 0.430 วินาที ตามลำดับ และเวลาการเคลื่อนไหวมีค่าเท่ากับ 0.299 วินาที 0.263 วินาที และ 0.287 วินาที ตามลำดับ และเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงเป็นส่วนสนับสนุนที่ทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่า ผลการทดลองที่เกิดขึ้นภายหลังการฝึกตลอด 8 สัปดาห์ เกิดจากโปรแกรมการฝึกที่ต่างกันที่ให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มเป็นหลัก

5. ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 จากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้ามีค่าเท่ากับ 0.706 วินาที 0.605 วินาที และ 0.650 วินาที ตามลำดับ ซึ่งพบว่ากลุ่มพลัยโอเมตริก เร็วกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีแนวโน้มว่ากลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง จะมีค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามการที่เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าระหว่างกลุ่มควบคุมกลุ่มพลัยโอเมตริกและกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนองมีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็เป็นผลเนื่องมาจากองค์ประกอบย่อยทั้งเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวที่เร็วกว่า โดยเวลาปฏิกิริยามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.420 วินาที 0.368 วินาที และ 0.391 วินาที ตามลำดับ และเวลาการเคลื่อนไหวมีค่าเท่ากับ 0.287 วินาที 0.232 วินาที และ 0.255 วินาที ตามลำดับ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวจะไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ก็พบว่า ค่าเฉลี่ยของทั้งสองตัวแปรมีแนวโน้มว่ากลุ่มพลัยโอเมตริกจะมีค่าเร็วที่สุดและกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีค่ารองลงมา ทั้งนี้ น่าจะเป็นเพราะกลุ่มพลัยโอเมตริก เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกพลัยโอเมตริกซึ่งเป็นการฝึกด้วยแรงต้านที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระตุ้นการประสานงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ซึ่งผลของการฝึกช่วง 4 สัปดาห์แรกของการฝึกด้วยแรงต้าน ร่างกายจะมีการปรับตัวของระบบประสาทมากกว่าระบบกล้ามเนื้อ (Kraemer, 1994) จึงเป็นผลทำให้เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม Steven (1997) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกด้วยแรงต้านระบบประสาทจะมีการปรับตัว โดยการเพิ่มการระดมการทำงานของหน่วยยนต์ (motor unit recruitment) ชนิตความถี่สูง (high threshold) และยังเพิ่มความถี่ของการส่งสัญญาณกระแสประสาท (nerve impulse) จากระบบประสาทส่วนกลางมาสู่หน่วยยนต์ในกล้ามเนื้อ ซึ่งจากการปรับตัวดังกล่าวทำให้การเดินทางของกระแสประสาทจากตัวรับความรู้สึก (receptor) ไปสู่สมองส่วนที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ และการเดินทางผ่านเซลล์ประสาทมายังกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวสามารถทำได้ดีขึ้น ซึ่งก็หมายถึงมีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตัวรับที่ดีขึ้นและรวมไปถึงองค์ประกอบย่อยคือเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวที่ดีขึ้นแต่ไม่ได้ขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสที่มีรูปแบบการฝึกที่ผู้ปฏิบัติจะต้องเคลื่อนไหวด้วยความพยายามสูงสุดจึงเป็นผลให้ร่างกายเกิดการยืดออกของกล้ามเนื้อและหดสั้นเข้าอย่างรวดเร็ว ซึ่งคล้ายกับวิธีการปฏิบัติของกลุ่มพลัยโอเมตริก ดังนั้นจึงอาจเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตัวรับที่มีค่าเฉลี่ยที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมถึงแม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง กับกลุ่มควบคุม ในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม และยังพบว่าเวลาการเคลื่อนไหวของกลุ่มพลัยโอเมตริก กับกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากการฝึกที่ใกล้เคียงกัน คือ 0.031 วินาที และ 0.032 วินาที ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากวิธีการฝึกของทั้ง 2 กลุ่มมีลักษณะที่คล้ายกันคือต้องมีการกระโดดไปตามทิศทางที่กำหนดร่วมด้วย ซึ่งเป็นผลให้ร่างกายเกิดการยืดออกของกล้ามเนื้อและหดสั้นเข้าอย่างรวดเร็ว และเป็นกลุ่มที่มีการเสริมโปรแกรมการฝึกเข้าไปนอกเหนือจากกลุ่มควบคุมที่ทำการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับ เจริญ (2545) กล่าวไว้ว่า ในการพัฒนาไปสู่ความเป็นเลิศสำหรับการแข่งขันกีฬาแต่ละประเภท ไม่มีสิ่งใดสำคัญเท่ากับการมุ่งฝึก

สมรรถภาพและทักษะเฉพาะด้าน จากเหตุผลดังกล่าวอาจมีผลทำให้เวลาการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นได้ ถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม

6. ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 จากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้าของกลุ่มพลัยโอเมตริกเร็วกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง และเวลาการเคลื่อนไหวของกลุ่มพลัยโอเมตริกเร็วกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 0.091 วินาที (ตารางที่ 13) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากระบบกล้ามเนื้อจะมีการปรับตัวเพิ่มมากขึ้นในช่วงภายหลังการฝึกไปแล้ว 6 สัปดาห์ (Penny, 1971) ซึ่งกลุ่มพลัยโอเมตริกมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเวลาปฏิกิริยาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่ากลุ่มพลัยโอเมตริกมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้าลดลงมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เท่ากับ 0.103 วินาที และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง เท่ากับ 0.101 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ น่าจะเป็นเพราะค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบย่อยที่มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยอาจเนื่องมาจากกลุ่มพลัยโอเมตริกมีการปรับเปลี่ยนความหนักของงานอย่างต่อเนื่องตามหลักการฝึกมากกว่าปกติ ในขณะที่กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนองไม่มีการปรับเปลี่ยนความหนักของงานตามหลักการฝึกในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งจำนวนครั้งของการปฏิบัติจากสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ใช้จำนวนครั้งในการปฏิบัติเท่ากับช่วง 4 สัปดาห์แรก ส่วนกลุ่มพลัยโอเมตริก มีการปรับเปลี่ยนจำนวนครั้งของการปฏิบัติเพิ่มมากขึ้นอยู่เสมอทุก 2 สัปดาห์ จนถึงการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดังนั้นถ้าความหนักของงานคงที่ จะไม่เป็นไปตามหลักการฝึกที่หนักมากกว่าปกติ (overload principle) ตามที่ เจริญ (2545) กล่าวไว้ว่า หากทำการฝึกโดยใช้หลักการฝึกที่หนักมากกว่าปกติแล้วจะมีผลช่วยให้การประสานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ อันเป็นระบบกลไกสำคัญในการเคลื่อนไหวให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากเหตุผลดังกล่าวอาจส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้าในกลุ่มพลัยโอเมตริกดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับ Allerheiligen (1994) กล่าวไว้ว่า ในแต่ละช่วงของการฝึกพลัยโอเมตริกควรมีการเพิ่มความหนักของงาน และปริมาณในการฝึก จึงจะทำให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาในด้านความแข็งแรงและความเร็ว ซึ่งเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้าเร็วขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง และยังพบว่าเวลาการเคลื่อนไหวของกลุ่มควบคุมช้ากว่ากลุ่มพลัยโอเมตริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ก็เป็นผลเนื่องมาจากกลุ่มพลัยโอเมตริก ได้ทำการฝึกตามโปรแกรมการ

ฝึกพลัยโอเมตริกที่มีรูปแบบและวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้องและมีความหนักที่เหมาะสม ในขณะที่กลุ่มควบคุมฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสที่เคยฝึกเป็นประจำเพียงอย่างเดียว จึงเป็นผลให้กลุ่มพลัยโอเมตริก มีค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวพัฒนาในทางที่ดีขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด ส่วนสาเหตุที่ทำให้กลุ่มควบคุมกับกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในแต่ละรูปแบบการฝึกของกลุ่มควบคุมและกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ต่างก็มีรูปแบบการเคลื่อนไหวที่เน้นความรวดเร็วเช่นเดียวกับกลุ่มพลัยโอเมตริก แต่มีความหนักไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการพัฒนาในเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวได้เหมือนกับกลุ่มพลัยโอเมตริกที่มีการพัฒนาทั้งเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นผลทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย ส่วนเวลาปฏิกิริยา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องมาจากในแต่ละกลุ่มการทดลองมีรูปแบบการฝึกที่ช่วยให้มีพัฒนาการของเวลาปฏิกิริยาทุกกลุ่ม คือกลุ่มควบคุมที่ทำการฝึกโปรแกรมกีฬาเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีลูกเทเบิลเทนนิสเป็นสิ่งที่เร้าในการมองเห็นและมีการเคลื่อนไหวตอบสนองเข้าหาลูกในทิศทางต่างๆ โดยปฏิบัติด้วยความรวดเร็วและปฏิบัติบ่อยๆ ซ้ำๆ กันเป็นประจำพร้อมกับการตีลูกไปในทิศทางต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาในเรื่องของเวลาปฏิกิริยาได้ ส่วนกลุ่มพลัยโอเมตริก มีการฝึกพลัยโอเมตริกเพิ่มเติมซึ่งต้องปฏิบัติด้วยความพยายามสูงสุดและปฏิบัติด้วยความรวดเร็ว และยังต้องใช้สายตาจ้องมองที่เร็วตลอดการปฏิบัติในครั้งนั้น เพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดในการกระโดด ดังนั้นอาจบอกได้ว่าการฝึกนี้เป็นการฝึกที่มีการกระตุ้นโดยผ่านทางสายตา แล้วส่งข้อมูลว่ามีเร็วอยู่เข้าสู่สมองส่วนกลาง แล้วสมองส่วนกลางทำหน้าที่ในการตัดสินใจเพื่อให้กระโดดได้อย่างแม่นยำแล้วจึงสั่งการลงมาถึงกล้ามเนื้อให้ทำหน้าที่เคลื่อนไหวต่อไป เป็นผลให้ประสาทต้องรับรู้ตัดสินใจและสั่งการอย่างรวดเร็ว ในทิศทางที่กำหนดให้ และมีการปฏิบัติที่ซ้ำๆ กันอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับชูศักดิ์ และกันยา (2536) ได้กล่าวไว้ว่า การลดเวลาปฏิกิริยาเป็นการลดเวลาของการตัดสินใจเป็นส่วนใหญ่ โดยการฝึกฝนบ่อยๆ จนกลายเป็นรีเฟล็กซ์ ซึ่งเวลาการเคลื่อนไหวของกระแสประสาททั้งรับและส่งความรู้สึกจะไม่ค่อยแตกต่างกันนัก คือ จะใช้เวลาประมาณ 90-120 เมตรต่อวินาที ดังนั้น ในการลดเวลาปฏิกิริยาจึงเป็นการลดช่วงของการตัดสินใจให้สั้นลงเป็นส่วนใหญ่ โดยวิธีการฝึกซ้อมการเคลื่อนไหวชนิดที่คล้ายคลึงกับกีฬานั้นบ่อยๆ ในขณะที่กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองเพิ่มเติมทำให้มีการเคลื่อนไหวในทิศทางที่มีความใกล้เคียงกับการเล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส คือ ให้กระโดดไปทางซ้าย ขวา และตรงกลาง ตามที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับ เจริญ (2538) ได้กล่าวไว้ว่า เวลาปฏิกิริยานี้สามารถฝึกให้ดีขึ้นได้ด้วยการจัดระบบขั้นตอนของการฝึกให้

สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในการเคลื่อนไหวของกีฬานั้น ซึ่งเป็นเหตุให้กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนองมีเวลาปฏิกิริยาดีขึ้น ดังนั้นจากค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวที่ลดลง ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 นั้นมีผลทำให้ กลุ่มพลัยโอเมตริก มีเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ดีกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงใน ตารางที่ 3 ได้เนื่องจากกลุ่มพลัย โอเมตริกเป็นเพียงกลุ่มเดียวที่มีการเปลี่ยนแปลงเวลาการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นทุกกลุ่ม โดยพบว่า กลุ่มที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดีที่สุดคือ กลุ่มพลัยโอเมตริก รองลงมาคือ กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ซึ่งพัฒนาการที่เปลี่ยนแปลงนั้นมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับเวลาปฏิกิริยา (ภาพที่ 3) และเวลาการเคลื่อนไหว (ภาพที่ 5) โดยที่ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่ออย่างชัดเจนทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มพลัยโอเมตริก ดีกว่ากลุ่มอื่นๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 คือพัฒนาการของเวลาการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพียงกลุ่มเดียว ในขณะที่โปรแกรมการฝึกของทั้ง 3 กลุ่มส่งผลต่อพัฒนาการของเวลาปฏิกิริยาได้ดีใกล้เคียงกันแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าในกลุ่มพลัยโอเมตริกดีขึ้นกว่ากลุ่มอื่น ดังนั้นจากผลการวิจัยครั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงแนวทางการนำไปใช้เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนานักกีฬาสามารถสรุปได้ว่า นักกีฬาเทเบิลเทนนิสนั้นสามารถที่จะพัฒนาเวลาปฏิกิริยาได้ด้วยการฝึกซ้อมกับสภาพจริงของกีฬาเทเบิลเทนนิสตามปกติเนื่องจากผลของการฝึกตาม โปรแกรมของทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของเวลาปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าอย่างเห็นได้ชัดกว่ากลุ่มอื่น คือกลุ่มพลัยโอเมตริกที่มีการเปลี่ยนแปลงในเวลาปฏิกิริยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับกลุ่มอื่น และเมื่อฝึกครบทั้ง 8 สัปดาห์ พบว่าเป็นกลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลงและความแตกต่างจากกลุ่มอื่นในเวลาการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงกลุ่มเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลุ่มพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่ทำให้ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเร็วขึ้น ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น มีการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วขึ้น (เจริญ, 2538) และเป็นกลุ่มที่มีการปรับระดับความหนักเพิ่มขึ้นทุก 2 สัปดาห์ ตามหลักการฝึกที่มากกว่าปกติ (สนธยา, 2547) และเป็นช่วงเวลาการฝึกที่ผ่านจากการฝึกไปแล้ว 6 สัปดาห์ซึ่งจะมีผลทำให้ระบบกล้ามเนื้อมีการพัฒนาในเรื่องความแข็งแรงและขนาดมากขึ้น (Penny, 1994) จึงมีส่วนที่ทำให้กลุ่มพลัยโอเมตริกที่ทำการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์มีเวลาการเคลื่อนไหวที่ดีกว่าจากกลุ่มอื่นอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงมีส่วนที่ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้าในกลุ่มพลัยโอเมตริกดีกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้น จากผลการวิจัยที่เกิดขึ้นกับเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้า แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับเทเบิลเทนนิสเป็นวิธีการฝึกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่เร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ในขณะที่โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับเทเบิลเทนนิสสามารถทำให้เกิดพัฒนาการดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน และมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยดีกว่าการฝึกเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียวถึงแม้ว่าจะน้อยกว่ากลุ่มพลัยโอเมตริกก็ตาม จึงเป็นผลให้กลุ่มพลัยโอเมตริกในการวิจัยครั้งนี้เป็นกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดต่อการพัฒนาในเรื่องของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิสมากที่สุด

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดโปรแกรมการฝึกให้แก่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มควบคุม ใช้โปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว กลุ่มพลัยโอเมตริก ใช้โปรแกรมการฝึกพลัย โอเมตริกควบคู่กับโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ใช้โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองควบคู่กับโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส โดยทำการทดสอบค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 จากผลการวิจัยพอสรุปได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
2. ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการฝึก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 2 เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า

1. ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ โปรแกรมการฝึก กับระยะเวลาการฝึก โดยที่วิธีการฝึกตามโปรแกรมการฝึกกับระยะเวลาการฝึกไม่มีปฏิสัมพันธ์ และเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองตลอด 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า พัฒนาการมีแนวโน้มของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วขึ้นอย่างเห็นได้ชัดมากกว่าช่วงก่อนการฝึกและจากแนวโน้มที่เกิดขึ้นจะเห็นได้ว่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของกลุ่ม พลัยโอเมตริก มีแนวโน้มเร็วกว่ากลุ่มอื่นๆ

2. เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า ภายในกลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนกลุ่มควบคุม มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นเช่นกันแต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า ระหว่างกลุ่มพลัยโอเมตริก กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า ระหว่างกลุ่มพลัยโอเมตริกกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มพลัยโอเมตริกกับกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 3 เวลาปฏิกิริยา

1. เวลาปฏิกิริยาภายในกลุ่มควบคุม กลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง มีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการฝึกในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05ทุกกลุ่ม

2. ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05

3. ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05

ตอนที่ 4 เวลาการเคลื่อนไหว

1. เวลาการเคลื่อนไหวภายในกลุ่มพลัยโอเมตริก มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนกลุ่มควบคุมและกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง เปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นแต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05

3. ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหวระหว่างกลุ่มพลัยโอเมตริกกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

1. ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรนำโปรแกรมการฝึกในกลุ่มพลัยโอเมตริก และกลุ่มปฏิกิริยาตอบสนองมารวมกันให้เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 4 กลุ่ม เพื่อให้เกิดความหลากหลายของการฝึก และเป็นแนวทางที่จะทำให้มีโปรแกรมการฝึกที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น
2. ในการทำวิจัยหรือในการนำโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกที่ผู้วิจัยทำขึ้น ควรคำนึงถึงสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา นักกีฬาจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐานและความพร้อมของร่างกายมาก่อน เพื่อป้องกันอาการบาดเจ็บและอันตรายอันอาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการฝึกหรือการทดลอง
3. ควรมีการศึกษาในนักกีฬาเทเบิลเทนนิสระดับอุดมศึกษาหรือในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับนักกีฬาแต่ละระดับต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพลศึกษา. 2545. การศึกษา สมรรถภาพทางกายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. กลุ่มวิจัย ส่วนส่งเสริมพลศึกษา สุขภาพและนันทนาการ, สำนักพัฒนาการพลศึกษา สุขภาพและนันทนาการ.

เจริญ กระบวนรัตน์. 2536. การฝึกยกน้ำหนักเพื่อความสมดุลของนักกีฬา. อ้างโดยฝ่าย วิทยาศาสตร์การกีฬา. การฝึกสมรรถภาพทางกาย. ไทยมิตรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2538. เทคนิคการฝึกความเร็ว. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2545. หลักการและเทคนิคการฝึกกรีฑา. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์. 2536. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4 . ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2536ก. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4 . ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ. อ้างถึง Loockerman and Berger. 1971. ม.ป.ท.

_____. 2536ข. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4 . ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ. อ้างถึง Tripp. 1965. ม.ป.ท.

_____. 2536ค. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4 . ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ. อ้างถึง Karpovich. 1971. ม.ป.ท.

_____. 2536ง. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4 . ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ. อ้างถึง Teichner. 1954. ม.ป.ท.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์. 2536. 2536จ. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4 .
 ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ. อ้างถึง Pireson. 1963. ม.ป.ท.

_____. 2536ฉ. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4 . ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
 อ้างถึง Smith. 1964. ม.ป.ท.

_____. 2536ช. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4 . ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
 อ้างถึง Morehouse and Miller. ม.ป.ป. ม.ป.ท.

_____. 2536ซ. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4 . ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
 อ้างถึง keller. 1969. ม.ป.ท.

ประทุม ม่วงมี. 2527. รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและพลศึกษา. สำนักพิมพ์
 บุรพาสาสน์, กรุงเทพฯ ฯ.

เพียรชัย คำวงษ์. 2537. การฝึกกำลังกล้ามเนื้อด้วยวิธี Stretch-Shortening Exercise. สาร
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา.

ถนอมวงศ์ ฤกษ์เพชร. 2534. การฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังระเบิดของ
 กล้ามเนื้อ . วารสารสมาคมว่ายน้ำ.

ราตรี สินธุนาวา, สุนันท์ พุกษาชีวะ, ชัยสิทธิ์ ลิขนะวานิชพันธ์, ไถ่อ่อน ชินธเนศ, เพิ่มพร ภูธรใจ,
 ถักขมน วงศ์วร และสุรศักดิ์ เกิดจันทา. 2535. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยา
 ตอบสนองของมือและเท้าความเร็ว และความอดทนของกล้ามเนื้อกับผลการแข่งขันของ
 มวยสากล ในกีฬาแห่งชาติ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2534. ไทยมิตรการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

วรายศ หล้าหา. 2545. ผลของการฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกผ่อนคลายกล้ามเนื้อและการฝึกพลัยโอ
 เมตริกร่วมกับการฝึกผ่อนคลายกล้ามเนื้อที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาของนักกีฬามวยสากล
 สมัครเล่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สนธยา สีละมาด. 2547. หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมาคมเทเบิลเทนนิสแห่งประเทศไทย. 2545. กติกาเทเบิลเทนนิส. **ข้อมูลทั่วไป** แหล่งที่มา: <http://www.thaitabletennis.com>, 25 พฤศจิกายน 2548.

สิริกาญจน์ สันติเสวี. 2549. ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกร่วมกับนวดแบบไทยประยุกต์ที่มีต่อความสามารถในการกระโดดของนักวอลเลย์บอลหญิง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุพิตร สมาหิโต. 2538. “จิตวิทยาการกีฬา: กับความวิตกกังวล”. เอกสารประกอบการสอนวิชาจิตวิทยาการกีฬา. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนันต์ อัดชู. 2527. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ. 140 น.

อุทัย แก้วไวยุทธ์ 2543. ผลของการฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อความเร็วในการออกตัวแบบจับแท่นของนักว่ายน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Allerheilgen, W.B. 1994. **Speed development and plyometric training**. In T.R. Baechle(ed) Essentials of strength Training and Conditioning. Human kinetics, New York. United States of America.

Bonetto, M.J. 1997. **A comparison of plyometric program on sprint speed and vertical jump height**. Diss Abstr.

Chu, D.A. 1992. **Jumping into Plyometrics**. Leisure Press, Illinois.

Chu, D.A. and L. Plummer. 1984. **The language of plyometric**. Nat. stre. Cond. Assoc.

- Colfer, G.R. 1977. **Handbook for coaching cross-country and running event**. Park Publish Co., New York.
- De Vries, H.A. 1980. **Physiology of Exercise for Physical Education and Athletes**. Wm. C. Brown Company, New York.
- Dudley, G.A. and T.R. Harris. 1994. **Neuromuscular adaptations to conditioning**, pp.12-18. In T.R. Baechle (ed)Essentials of Strength Training and Conditioning. Human kinetics, New York. United States of America.
- Gary, A.D. and T.H. Robert. 1994. **Neuromuscular adaptation of conditioning**, pp. 12-18. In InT.R Baechle(ed)Essential of Strength Training and Condition. Human Kinetics, New York. United State of America.
- Kraemer, W.J.1994. **Neuro-endocrine responses to resistance exercise**, pp. 86-107. In. T.R Baechle(ed)Essential of Strength Training and Condition. Human Kinetics, New York. United State of America.
- Lauber, C.A. 1993. **The effect of plyometric training on selected measure of leg strength and power when compare to weigh training and plyometric training**. Diss Abstr.In:1465
- Margaret, R. 1972. **The Dynamic of Motor Skill Acquisition**. Prentice Hall, Englewood Cliffs Inc., New Jersey.
- Penny, G.D. 1971. **A study of the effects of resistance running on speed strength power muscle endurance and ability**. Diss. Adstr. Int. 31(8) : 3937-A.
- Roundtable, J. 1986. **Practical Considerations for Utilizing Plyometric**. Nat. stre. Cond. Assoc.

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

Shaver, L.G. 1982. **Essentials of Exercise Physiology**. Brown Company, Minnesota.

Stenburg, T. 2538. การฝึกอบรมผู้ฝึกสอนกีฬาเทเบิลเทนนิส. สมาคมเทเบิลเทนนิสแห่งประเทศไทยร่วมกับโอลิมปิกสากล. กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

Steven, J.F. 1997. **Designing Resistance Training Program**. Human kinetic, Champaign, Illinois.

Thomas, R. 1994. **Essential of Strength Training and Conditioning**. Nat. Stre. Cond. Assoc. Human Kinetic, Illinois.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก 8 สัปดาห์

วัตถุประสงค์

เพื่อลดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า

กลุ่มตัวอย่าง

ใช้กับกลุ่มพลัยโอเมตริก ซึ่งเป็นนักกีฬาเทเบิลเทนนิส โรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี
จำนวน 8 คน

ระยะเวลาในการฝึก

ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

ลำดับกิจกรรมที่ปฏิบัติการฝึกพลัยโอเมตริก

1.อบอุ่นร่างกาย (15 นาที) (ภาพผนวก ก)

1.1. วิ่งเหยาะๆ 5 นาที

1.2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที

2. ฝึกพลัยโอเมตริกตามแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยเริ่มจากลำดับท่า ดังนี้

ท่าที่ 1. กระโดดขาคู่สลับหน้า-หลัง (double-legs front and back jump crossover) ภาพผนวกที่ ก1

ท่าที่ 2. กระโดดขาคู่สลับซ้าย-ขวา (double-legs lateral jump crossover) ภาพผนวกที่ ก2

ท่าที่ 3. กระโดดขาเดียวสลับข้างซ้ายและขวา ไปด้านหน้า-หลัง

(alternate single-leg front and back jump) ภาพผนวกที่ ก3

ท่าที่ 4. กระโดดขาเดียวสลับข้างซ้ายและขวา ไปด้านข้าง

(alternate single-leg lateral jump) ภาพผนวกที่ ก4

ท่าที่ 5. กระโดดขาเดียวสลับข้างซ้ายและขวาข้ามกล่อง

(box single-leg jump crossover) ภาพผนวกที่ ก5

หมายเหตุ ทุกครั้งที่ทำการฝึกจะปฏิบัติตามลำดับท่าตั้งแต่ท่าที่ 1 ถึง ท่าที่ 5 ทั้งหมด

ตารางผนวกที่ ก1 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

สัปดาห์ที่	จำนวนท่า	จำนวนครั้งในการปฏิบัติ/เซต	จำนวนเซต	เวลาพักระหว่างเซต
1-2	5	6	2	3 นาที
3-4	5	7	2	3 นาที
5-6	5	8	2	3 นาที
7-8	5	9	2	3 นาที

3. ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

4. คลายอุ่น (15 นาที) (ภาคผนวก ง)

4.1. วิ่งเหยาะๆ 5 นาที

4.2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที



ภาพผนวกที่ ก1 กระโดดขาคู่สลับหน้า-หลัง (double-legs front and back jump crossover)

อุปกรณ์

1. รั้วทำจากท่อ PVC ยาว 40 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร

วิธีการปฏิบัติ (Drill)

1. ยืนแยก ขาทั้งสองข้างให้กว้างประมาณความกว้างของช่วงไหล่ หันหน้าให้รั้ว (ภาพผนวกที่ 1 รูปที่ 1)
2. ย่อเข้า พร้อมกับกระโดดขาคู่ข้ามรั้วไปด้านหน้า และกระโดดกลับมายังแดนเดิมอย่างต่อเนื่อง (ภาพผนวกที่ 1 รูปที่ 2 3 และ 4)
3. ในการกระโดดให้รักษาลำตัว และสะโพกอยู่บริเวณตรงกลางของรั้ว
4. กระโดดด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง ต่อเนื่องและเร็วที่สุด



ภาพผนวกที่ ก2 กระโดดขาคู่สลับซ้าย-ขวา (double-legs lateral jump crossover)

อุปกรณ์

1. รั้วทำจากท่อ PVC ยาว 40 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร

วิธีการปฏิบัติ (Drill)

1. ยืนแยกขาทั้งสองข้างให้กว้างประมาณความกว้างของช่วงไหล่ หันด้านข้างให้รั้ว (ภาพผนวกที่ 2 รูปที่ 1)
2. ย่อเข้า พร้อมกับกระโดดข้ามรั้วไปอีกด้านหนึ่ง และกระโดดกลับมายังแดนเดิมอย่างต่อเนื่อง (ภาพผนวกที่ 2 รูปที่ 2 3 และ 4)
3. ในการกระโดดให้รักษาลำตัว และสะโพกอยู่บริเวณตรงกลางของรั้ว
4. กระโดดด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง ต่อเนื่องและเร็วที่สุด



1 2 3 4 5

ภาพผนวกที่ 3 กระโดดขาเดียวสลับข้างซ้ายและขวา ไปด้านหน้า-หลัง

(alternate single-leg front and back jump)

อุปกรณ์

1. รั้วทำจากท่อ PVC ยาว 40 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร

วิธีการปฏิบัติ (Drill)

1. ยืนแยกขาทั้งสองข้างให้กว้างประมาณความกว้างของช่วงไหล่ หันหน้าเข้ารั้ว

(ภาพผนวกที่ 3 รูปที่ 1)

2. ย่อเข้า พร้อมกับถ่ายน้ำหนักตัวลงมาขาข้างที่ไม่ถนัด (ภาพผนวกที่ 3 รูปที่ 2)

3. ใช้ขาข้างที่ไม่ถนัดถีบตัวไปด้านหน้า โดยให้ขาข้างที่ถนัดอยู่ด้านหน้า

(ภาพผนวกที่ 3 รูปที่ 3 และ 4)

4. เมื่อถึงพื้น ถ่ายน้ำหนักตัวมายังขาข้างที่ถนัด พร้อมกับย่อเข้าและถีบกลับไปยังที่เดิม

อย่างต่อเนื่อง (ภาพผนวกที่ 3 รูปที่ 5)

5. กระโดดด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง ต่อเนื่องและเร็วที่สุด



1

2

3

4

ภาพผนวกที่ ก4 กระโดดขาเดียวสลับข้างซ้ายและขวา ไปด้านข้าง

(alternate single-leg lateral jump)

วิธีการปฏิบัติ

- 1.ยืนแยกขาทั้งสองข้างให้กว้างประมาณความกว้างของช่วงไหล่ (ภาพผนวกที่ 4 รูปที่ 1)
- 2.ย่อเข่าพร้อมกับถ่ายเทน้ำหนักตัวมาขาข้างหนึ่ง (ภาพผนวกที่ 4 รูปที่ 2)
- 3.กระโดดด้วยขาข้างเดียวไปด้านข้าง (ภาพผนวกที่ 4 รูปที่ 3)
- 4.เมื่อถึงพื้น ถ่ายเทน้ำหนักตัวมาอีกขาข้างหนึ่ง พร้อมกับย่อเข่าและกระโดดกลับอย่าง

ต่อเนื่อง

- 5.กระโดดด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง ต่อเนื่องและเร็วที่สุด



1

2

3

4

ภาพผนวกที่ ก5 กระโดดขาเดียวสลับข้างซ้ายและขวาข้ามกล่อง
(box single-leg jump crossover)

อุปกรณ์

1. กล่อง ยาว 40 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร และกว้าง 40 เซนติเมตร

วิธีการปฏิบัติ (Drill)

1. ทำเตรียม ยืนขาข้างหนึ่งวางไว้บนกล่องพร้อมกับเข่างอ และขาอีกข้างหนึ่งเหยียดตรง (ภาพผนวกที่ 5 รูปที่ 1)
2. กระโดดโดยใช้แรงจากขาข้างที่วางไว้บนกล่องข้ามไปยังด้านหนึ่งของกล่อง (ภาพผนวกที่ 5 รูปที่ 2 และ 3)
3. เมื่อถึงพื้นให้สลับขาโดยขาข้างเหยียดตรงดัง ข้อ 1 ให้เปลี่ยนมาวางไว้บนกล่องพร้อมงอเข่า และขาข้างที่วางไว้บนกล่องดัง ข้อ 1 ให้เหยียดตรง (ภาพผนวกที่ 5 รูปที่ 4)
4. กระโดดด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง ต่อเนื่องและเร็วที่สุด

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนอง

โปรแกรมการฝึกปฏิบัติการตอบสนอง

วัตถุประสงค์

เพื่อลดเวลาปฏิบัติการตอบสนองของตากับเท้า

กลุ่มตัวอย่าง

ใช้กับกลุ่มปฏิบัติการตอบสนอง ซึ่งเป็นนักกีฬาเทเบิลเทนนิส โรงเรียนกีฬาจังหวัด
อุบลราชธานี จำนวน 8 คน

ระยะเวลาในการฝึก

ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวัน
ศุกร์

ลำดับกิจกรรมที่ปฏิบัติการปฏิบัติการตอบสนอง

1. อบอุ่นร่างกาย (15 นาที) (ภาคผนวก ค)

1.1. วิ่งเหยาะๆ 5 นาที

1.2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที

2. โปรแกรมการฝึกปฏิบัติการตอบสนองตามแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้
วิธีการปฏิบัติ

1. ผู้ปฏิบัติยืนในท่าเตรียมพร้อม ณ จุดเริ่มต้น

2. ผู้ควบคุมบอกให้ผู้ปฏิบัติพร้อม แล้วผู้ปฏิบัติมีสมาธิสายตาจ้องอยู่ที่ช่องปล่อยลูก

เทเบิลเทนนิส

3. ผู้ควบคุมปล่อยลูกเทเบิลเทนนิส ซ้าย 6 ครั้ง ขวา 6 ครั้ง และ ตรงกลางอีก 6 ครั้ง ให้พุ่ง
ออกไปจากเครื่องป้อนลูกไปในทิศทางที่กำหนดสลับกันด้วยความแรงที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

4. เมื่อผู้ปฏิบัติมองเห็นลูกแล้ว ให้ผู้ปฏิบัติเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ลูกไปเพื่อตีลูก
5. เมื่อเคลื่อนที่เสร็จแล้วให้ผู้ปฏิบัติกลับมายังจุดเริ่มต้นทันที
6. ปฏิบัติซ้ำข้อ 1-5 จำนวน 18 ครั้งต่อเซต (ซ้าย 6 ครั้ง ขวา 6 ครั้ง และ ตรงกลางอีก 6 ครั้ง)

จำนวน 4 เซต

7. ปฏิบัติซ้ำข้อ 1-6 จำนวน 3 ชุด
8. พักระหว่างเซต 1 นาที และพักระหว่างชุด 3 นาที

หมายเหตุ ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมทิศทางในการปล่อยลูกให้พุ่งออกไปจากเครื่องยิงลูกเทเบิลเทนนิสไปในทิศทางที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

การกำหนดทิศทางการปล่อยลูกในแต่ละเซต

1. กำหนดทิศทางการปล่อยลูก ซ้าย ขวา และตรง กลาง โดยวิธีการสุ่ม จำนวน 4 เซตๆ ละ 18 ครั้ง (ซ้าย 6 ครั้ง ขวา 6 ครั้ง และตรงกลาง 6 ครั้ง) ดังนี้

กำหนดให้ L = ยิงไปทางซ้าย

M = ยิงไปตรงกลาง

R = ยิงไปทางขวา

ตารางผนวกที่ ข2 ตารางแสดงทิศทางการปล่อยลูก

เซตที่	ครั้งที่																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	L	R	M	L	M	R	R	M	L	M	L	L	R	M	M	R	R	L
2	M	L	R	R	M	L	L	M	R	L	M	M	R	L	M	R	L	R
3	R	R	L	M	L	R	M	M	L	R	M	L	L	M	R	R	L	M
4	L	R	R	M	M	R	L	L	M	L	M	R	R	M	L	M	R	L

2. กำหนดลำดับชุดในการฝึกลำดับแต่ละคน ดังนี้

ตารางผนวกที่ ข3 ตารางแสดงชุดทิศทางการปล่อยลูก

ลำดับที่	ชุดที่											
	1				2				3			
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
3	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
4	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
5	3	1	2	4	3	1	2	4	3	1	2	4
6	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3
7	4	1	3	2	4	1	3	2	4	1	3	2
8	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2

3. สุ่มผู้ปฏิบัติ จำนวน 8 คน เพื่อให้ได้ลำดับที่ในการฝึกของแต่ละคน ดังตัวอย่าง เช่น

3.1. ผู้ปฏิบัติที่สุ่มได้ลำดับที่ 1 ให้ปฏิบัติในชุดที่ 1 ชุดที่ 2 ชุดที่ 3 และชุดที่ 4

ตามลำดับ จำนวน 3 ชุด

3.2. ผู้ปฏิบัติที่สุ่มได้ลำดับที่ 2 ให้ปฏิบัติในชุดที่ 2 ชุดที่ 3 ชุดที่ 4 และชุดที่ 1

ตามลำดับ จำนวน 3 ชุด

4. ผู้ปฏิบัติแต่ละคนปฏิบัติ จำนวน 3 ชุด ดังที่กล่าวไว้ในวิธีการปฏิบัติข้อที่ 7

3. ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสของโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

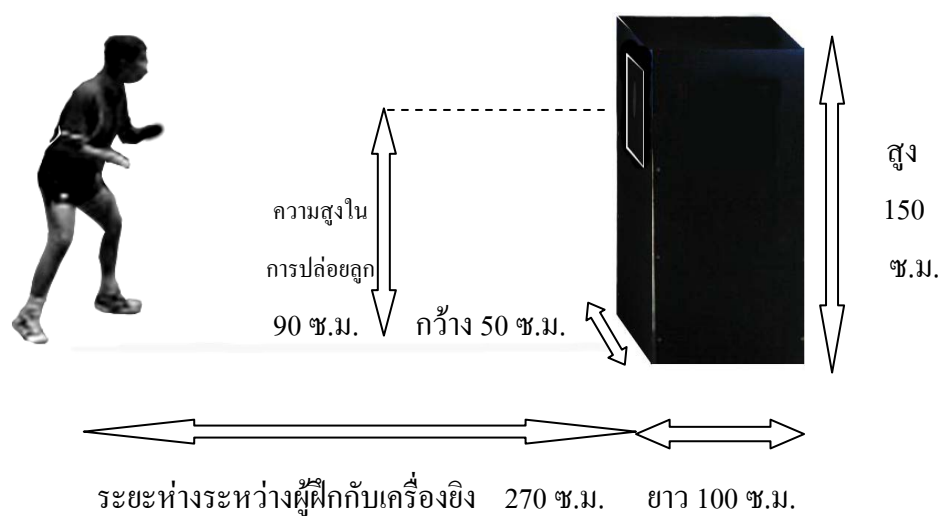
4. คลายอุ่น (15 นาที) (ภาคผนวก ค)

4.1. วิ่งเหยาะ ๆ 5 นาที

4.2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที

อุปกรณ์

1. เครื่องยิงลูกเทเบิลเทนนิส ยี่ห้อ Newgy รุ่น Robo-Pong 2000 ผลิตที่ประเทศจีน
2. กล้องครอบเครื่องยิงลูกเทเบิลเทนนิสยาว 50 เซนติเมตร กว้าง 100 เซนติเมตร สูง 150 เซนติเมตร
3. ลูกเทเบิลเทนนิส (ยี่ห้อ Butterfly)



ภาพผนวกที่ ข6 ภาพการฝึกโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนอง



กล่องครอบเครื่องยิงลูก



เครื่องควบคุมความแรงในการปล่อยลูกเทเบิลเทนนิส



เครื่องยิงลูกเทเบิลเทนนิสและแท่นปรับทิศทางการปล่อยลูก

ภาพผนวกที่ ข7 ภาพอุปกรณ์การฝึกโปรแกรมการฝึกปฏิบัติการตอบสนอง

ภาคผนวก ค
การอบอุ่นร่างกาย

การอบอุ่นร่างกาย (Warm Up)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเพิ่มอุณหภูมิทั่วร่างกาย
2. เพื่อลดความตึงเครียดและโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ
3. เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและลดความหนืดของกล้ามเนื้อ

กิจกรรม

1. วิ่งเหยาะๆ 5 นาที
2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที (ภาคผนวก จ)

วิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

1. พยายามยืดจนกระทั่งรู้สึกตึงหรือเจ็บปวดเล็กน้อย หยุดนิ่งค้างไว้ที่จุดนั้นประมาณ 10 – 15 วินาทีเป็นอย่างน้อย ไม่ควรกระทำการเคลื่อนไหวในลักษณะของการกระตุก การกระชาก หรือการขย่ม เพราะจะทำให้เกิดการฉีกขาดขึ้นได้
2. กระทำซ้ำที่ส่วนนั้น 2 – 3 ครั้ง
3. ทำการยืดเบาๆ และทำซ้ำๆ ด้วยการหายใจช้าๆ หรือตามสบาย โดยไม่มีการกลั้นลมหายใจ
4. เน้นการยืดในส่วนที่มีความตึงมากๆ เพื่อผ่อนคลายแต่ต้องไม่ทำให้เกิดความเจ็บปวดตามมาในภายหลัง
5. พยายามยืดกล้ามเนื้อที่สำคัญ และจำเป็นต้องใช้ในกีฬาประเภทนั้นๆ โดยยืดให้เต็มพิสัย หรือระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

ภาคผนวก ง
การคลายอุ่น (cool down)

การคลายอุ่น (Cool down)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อช่วยให้นักกีฬา กลับคืนสู่สภาพความพร้อมในช่วงระยะเวลาสั้น
2. เพื่อช่วยลดความเจ็บปวดและอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ

กิจกรรม

1. วิ่งเหยาะๆ 5 นาที
2. ยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนั่งค้างไว้ 10 นาที (ภาคผนวก จ)

วิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

1. พยายามยืดจนกระทั่งรู้สึกตึงหรือเจ็บปวดเล็กน้อย หยุดนิ่งค้างไว้ที่จุดนั้นประมาณ 10 – 15 วินาทีเป็นอย่างน้อย ไม่ควรกระทำการเคลื่อนไหวในลักษณะของการกระตุก การกระชาก หรือการข่ม เพราะจะทำให้เกิดการบาดเจ็บขึ้นได้
2. กระทำซ้ำที่ส่วนนั้น 2 – 3 ครั้ง
3. ทำการยืดเบาๆ และทำซ้ำๆ ด้วยการหายใจช้าๆ หรือตามสบาย โดยไม่มีการกลั้นลมหายใจ
4. เน้นการยืดในส่วนที่มีความตึงมากๆ เพื่อผ่อนคลายแต่ต้องไม่ทำให้เกิดความเจ็บปวดตามมาในภายหลัง
5. พยายามยืดกล้ามเนื้อที่สำคัญ และจำเป็นต้องใช้ในกีฬาประเภทนั้นๆ โดยยืดให้เต็มพิสัย หรือระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

ภาคผนวก จ
ทำทางการยึดเหยียดกล้ามเนื้อ

ท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ



ท่าที่ 1 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ ลำตัวด้านข้าง



ท่าที่ 2 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ ในการบิดลำตัว



ท่าที่ 3 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ ต้นขาด้านหลัง



ท่าที่ 4 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า



ท่าที่ 5 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ สะโพก



ท่าที่ 6 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง



ท่าที่ 7 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ ต้นขาด้านหลังและน่อง



ท่าที่ 8 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ งอสะโพก



ท่าที่ 9 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ หลังส่วนล่าง ต้นขาด้านหลัง



ท่าที่ 10 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ หลังส่วนล่าง ต้นขาด้านหลัง น่อง



ท่าที่ 11 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ สะโพก



ท่าที่ 12 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ต้นขาด้านใน



ท่าที่ 13 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า



ท่าที่ 14 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อข้อเท้าด้านนอก



ท่าที่ 15 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อข้อเท้าด้านใน



ท่าที่ 16 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ ลำตัว สะโพก



ท่าที่ 17 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ ด้านหลัง



ท่าที่ 18 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ ลำตัวด้านหน้า งอสะโพก



ท่าที่ 19 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ หน้าอก หัวไหล่ ต้นแขนด้านหน้า



ท่าที่ 20 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ หัวไหล่



ท่าที่ 21 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ ต้นแขนด้านหลัง



ท่าที่ 22 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ คอด้านหลัง



ท่าที่ 23 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ คอด้านหน้า



ท่าที่ 24 ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อ คอด้านข้าง

ภาคผนวก จ

การทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า

การทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า

อุปกรณ์

1. เครื่องมือทดสอบ เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าแบบมีตัวเลือก

Choice Eyes-feet response time ผลิตในประเทศไทย

2. แผ่นหยุดเวลา
3. สัญญาณไฟ

วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืนบนเขตที่กำหนด
2. ผู้ทดสอบฟังเสียงสัญญาณ ซึ่งแทนคำว่า “พร้อม” ตามองคู่มือที่ช่องไฟทั้ง 3 จุด
3. เมื่อเกิดแสงขึ้นที่จุดใด ให้รีบเคลื่อนย้ายเท้าที่วางที่จุดเริ่มต้นไปแตะแผ่นหยุดเวลาที่วางอยู่ในทิศทางเดียวกับที่ไฟสว่างขึ้น แล้วกลับมาที่จุดเริ่มต้น (ลักษณะการเคลื่อนเท้าต้องเคลื่อนแบบเท้าคู่)
4. มองแสงไฟที่จะปรากฏขึ้นครั้งต่อไป ปฏิบัติตามลักษณะเดิมจนครบ 15 ครั้ง

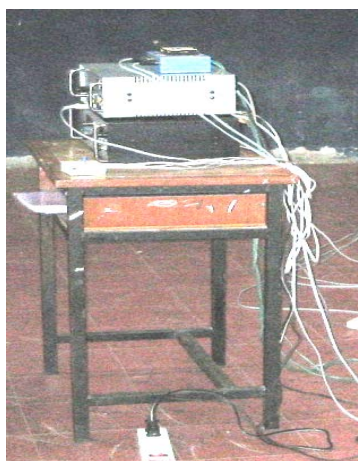
การบันทึก

1. บันทึกเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าและเวลาปฏิกิริยาในการทดสอบแต่ละครั้ง จากเครื่องมือทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเป็นทศนิยม 3 ตำแหน่ง ในหน่วยวินาทีและให้บันทึกผลครบทั้ง 15 ครั้ง แบ่งเป็น ซ้าย 5 ครั้ง ตรงกลาง 5 ครั้ง และขวา 5 ครั้ง ตัดค่าที่เร็วที่สุดออกและค่าที่ช้าที่สุดออกทิศทางละ 1 ค่า จะเหลือ ซ้าย 3 ค่า ตรงกลาง 3 ค่า และขวา 3 ค่า แล้วหาค่าเฉลี่ย

2. คำนวณหาเวลาการเคลื่อนไหวโดยการคำนวณจากผลต่างระหว่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองกับเวลาปฏิกิริยา



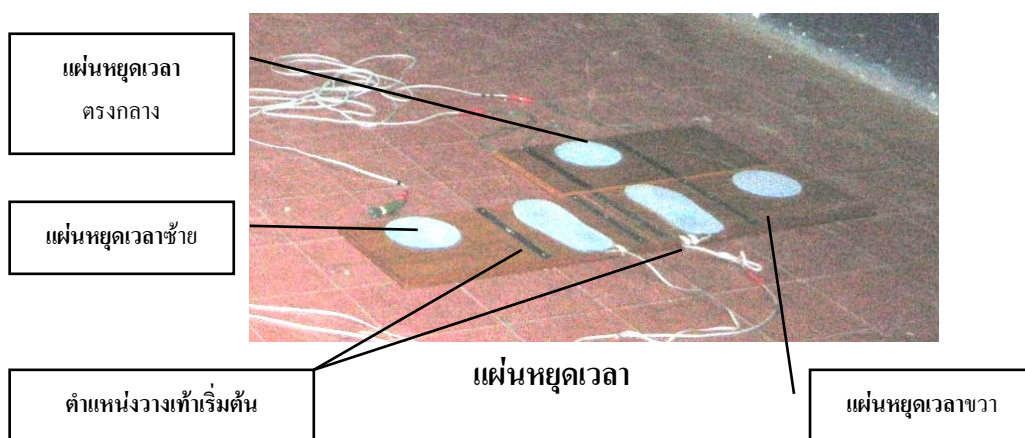
เครื่องวัดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า และเวลาปฏิกิริยา



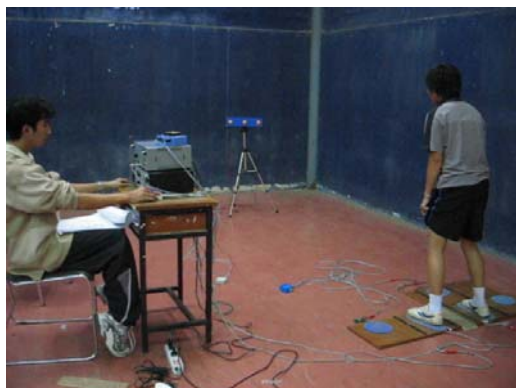
เครื่องจับเวลาและเครื่องควบคุมแบบมีตัวเลือก



สัญญาณไฟ



ภาพผนวกที่ ๓๘ ชุดเครื่องมือวัดเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้าแบบมีตัวเลือก



1



2



3



4

ภาพผนวกที่ ๑๑ แสดงการทดสอบเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า

ภาคผนวก ข

ค่าสถิติของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตัวกับเท้า เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว

ตารางผนวกที่ ข4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก และ ส่วนสูง ก่อนการฝึก ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>อายุ</u>					
ระหว่างกลุ่ม	2.583	2	1.292	0.672	0.521
ภายในกลุ่ม	40.375	21	1.923		
รวม	0.157	23			
<u>น้ำหนัก</u>					
ระหว่างกลุ่ม	88.083	2	44.042	1.125	0.343
ภายในกลุ่ม	821.750	21	39.131		
รวม	0.106	23			
<u>ส่วนสูง</u>					
ระหว่างกลุ่ม	168.250	2	84.125	0.725	0.496
ภายในกลุ่ม	2438.375	21	116.113		
รวม	0.141	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๕ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของเวลาปฏิบัติตอบสนองของคากับเท้า
ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	MS	F	P
เวลาปฏิบัติตอบสนองของคากับเท้า					
ระหว่างสมาชิก	0.250	23	0.057		
วิธีการ	0.100	2	0.050	7.000	0.005*
สมาชิก	0.150	21	0.007		
ภายในสมาชิก	0.299	48	0.092		
ระยะเวลาการฝึก	0.145	2	0.083	26.242	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการฝึก	0.022	4	0.006	1.755	0.156
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการฝึก	0.132	42	0.003		
รวม	0.549	71	0.149		

$P < 0.05$ ($F_{4,42} = 2.61$)

ตารางผนวกที่ ข6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของเวลาปฏิบัติ
 ตอบสนองของตากับเท้า ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลัง
 การฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	MS	F	P
<u>กลุ่มควบคุม</u>					
ระหว่างสมาชิก	0.065	7	0.009		
ภายในสมาชิก	0.091	16	0.019		
ระยะเวลาการฝึก	0.029	2	0.015	3.298	0.067
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการฝึก	0.062	14	0.007		
รวม	0.156	23	0.028		
<u>กลุ่มพลัยโอเมตริก</u>					
ระหว่างสมาชิก	0.056	7	0.008		
ภายในสมาชิก	0.157	16	0.063		
ระยะเวลาการฝึก	0.122	2	0.061	24.477	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการฝึก	0.035	14	0.002		
รวม	0.213	23	0.071		
<u>กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง</u>					
ระหว่างสมาชิก	0.029	7	0.004		
ภายในสมาชิก	0.073	16	0.021		
ระยะเวลาการฝึก	0.037	2	0.018	7.158	0.007*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการฝึก	0.036	14	0.003		
รวม	0.102	23	0.025		

$P < 0.05$ ($F_{2,14} = 3.74$)

ตารางผนวกที่ ข7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง
ของตาจับเท้า ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึก
สัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ก่อนการฝึก</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.007	2	0.003	0.448	0.621
ภายในกลุ่ม	0.150	21	0.007		
รวม	0.157	23			
<u>ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.041	2	0.020	6.624	0.006*
ภายในกลุ่ม	0.065	21	0.003		
รวม	0.106	23			
<u>ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.074	2	0.037	11.555	0.000*
ภายในกลุ่ม	0.067	21	0.003		
รวม	0.141	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ข8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของเวลาปฏิกิริยา
ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	MS	F	P
เวลาปฏิกิริยา					
ระหว่างสมาชิก	0.121	23	0.010		
วิธีการ	0.011	2	0.005	1.029	0.375
สมาชิก	0.110	21	0.005		
ภายในสมาชิก	0.129	48	0.039		
ระยะเวลาการฝึก	0.073	2	0.037	30.765	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการฝึก	0.006	4	0.001	1.250	0.305
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการฝึก	0.050	42	0.001		
รวม	0.250	71	0.049		

$P < 0.05$ ($F_{4,42} = 2.61$)

ตารางผนวกที่ ๒๙ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของเวลาปฏิบัติ
ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่ม
ตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	MS	F	P
<u>กลุ่มควบคุม</u>					
ระหว่างสมาชิก	0.041	7	0.006		
ภายในสมาชิก	0.038	16	0.013		
ระยะเวลาการฝึก	0.023	2	0.012	10.738	0.001*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการฝึก	0.062	14	0.007		
รวม	0.079	23	0.019		
<u>กลุ่มพลัยโอเมตริก</u>					
ระหว่างสมาชิก	0.030	7	0.004		
ภายในสมาชิก	0.050	16	0.021		
ระยะเวลาการฝึก	0.041	2	0.020	31.317	0.000*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการฝึก	0.009	14	0.001		
รวม	0.080	23	0.025		
<u>กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง</u>					
ระหว่างสมาชิก	0.040	7	0.006		
ภายในสมาชิก	0.041	16	0.010		
ระยะเวลาการฝึก	0.015	2	0.008	4.126	0.039*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการฝึก	0.026	14	0.002		
รวม	0.081	23	0.016		

$P < 0.05$ ($F_{2,14} = 3.74$)

ตารางผนวกที่ ข10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเวลาปฏิกิริยา ก่อนการฝึก
 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ก่อนการฝึก</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.001	2	0.000	0.123	0.885
ภายในกลุ่ม	0.066	21	0.003		
รวม	0.067	23			
<u>ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.011	2	0.005	1.931	0.170
ภายในกลุ่ม	0.547	69	0.008		
รวม	0.669	71			
<u>ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.005	2	0.003	1.521	0.242
ภายในกลุ่ม	0.035	21	0.002		
รวม	0.040	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ข11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำของเวลาการเคลื่อนไหว
ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการ
ฝึกสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	MS	F	P
เวลาการเคลื่อนไหว					
ระหว่างสมาชิก	0.149	23	0.027		
วิธีการ	0.044	2	0.022	4.448	0.025*
สมาชิก	0.105	21	0.005		
ภายในสมาชิก	0.141	48	0.013		
ระยะเวลาการฝึก	0.017	2	0.008	3.008	0.060
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการฝึก	0.007	4	0.002	0.602	0.663
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก					
และระยะเวลาการฝึก	0.117	42	0.003		
รวม	0.290	71	0.040		

$P < 0.05$ ($F_{4,42} = 2.61$)

ตารางผนวกที่ ข12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของเวลาการเคลื่อนไหว
ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของ
กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	ss	df	MS	F	P
<u>กลุ่มควบคุม</u>					
ระหว่างสมาชิก	0.046	7	0.007		
ภายในสมาชิก	0.005	16	0.005		
ระยะเวลาการฝึก	0.001	2	0.000	0.076	0.927
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการฝึก	0.064	14	0.005		
รวม	0.051	23	0.012		
<u>กลุ่มพลัยโอเมตริก</u>					
ระหว่างสมาชิก	0.026	7	0.004		
ภายในสมาชิก	0.043	16	0.010		
ระยะเวลาการฝึก	0.017	2	0.008	4.424	0.032*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการฝึก	0.026	14	0.002		
รวม	0.269	23	0.014		
<u>กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง</u>					
ระหว่างสมาชิก	0.033	7	0.005		
ภายในสมาชิก	0.033	16	0.005		
ระยะเวลาการฝึก	0.006	2	0.003	1.582	0.240
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และระยะเวลาการฝึก	0.027	14	0.002		
รวม	0.066	23	0.010		

$P < 0.05$ ($F_{2,14} = 3.74$)

ตารางผนวกที่ ข13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของเวลาการเคลื่อนไหว ก่อนการฝึก
 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
<u>ก่อนการฝึก</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.005	2	0.003	0.541	0.590
ภายในกลุ่ม	0.104	21	0.005		
รวม	0.110	23			
<u>ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.012	2	0.006	1.758	0.197
ภายในกลุ่ม	0.072	21	0.003		
รวม	0.085	23			
<u>ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8</u>					
ระหว่างกลุ่ม	0.034	2	0.017	7.817	0.003*
ภายในกลุ่ม	0.045	21	0.002		
รวม	0.079	23			

$P < 0.05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก
และโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนอง

**รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก
และโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนอง**

อาจารย์กรกิจ ชำนาญไพศาล	ผู้ฝึกสอนเทเบิลเทนนิสทีมชาติไทย
อาจารย์ไกรวัลย์ ศุภประเสริฐ	ผู้ฝึกสอนเทเบิลเทนนิสสโมสร โอสดสภา
อาจารย์มานิช บุตรเมือง	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา (เสริมสร้าง สมรรถภาพ) การกีฬาแห่งประเทศไทย
อาจารย์เอกวิทย์ แสงพล	ผู้ฝึกสอนกรีฑาทีมชาติไทย
อาจารย์เอนก ฐานะอันเยี่ยม	ผู้ฝึกสอนเทเบิลเทนนิสสโมสรอัสสัมชัญศรีราชา

ภาคผนวก ญ
เอกสารชี้แจงข้อมูล

เอกสารชี้แจงข้อมูล

ชื่อโครงการ ผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส

(The Effect of Plyometric Training Program and Response Training Program on Eye-Feet Response Time of Table Tennis Players)

ผู้วิจัย นายอภิรักษ์ สืบพิมพ์วงศ์

สถานที่วิจัย อาคารฝึกซ้อมกีฬาเทเบิลเทนนิส โรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

บุคคลและวิธีการติดต่อ นายอภิรักษ์ สืบพิมพ์วงศ์ โทร.0891075802

ผู้สนับสนุนการวิจัย ใช้ทุนส่วนตัว

ความเป็นมาของโครงการ

กีฬาเทเบิลเทนนิสหรือที่เรียกกันว่า “ปิงปอง” เป็นกีฬาที่รู้จักกันแพร่หลายทั่วโลก และนิยมเล่นกันมาเป็นเวลานาน และเป็นกีฬาที่ต้องใช้ความเร็วของการตีและการเคลื่อนที่ โดยนักกีฬาจะต้องมีทักษะ สมรรถภาพร่างกาย และสภาพจิตใจที่ดี เพื่อให้สามารถตีลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นทักษะที่สำคัญในการเล่นกีฬาเทเบิลเทนนิสก็คือการตีลูก โดยนักกีฬาต้องมีความเร็วระหว่างตากับมือที่ดีแล้ว นักกีฬาจำเป็นต้องมีความเร็วระหว่างตากับเท้าที่ดีเช่นกัน เพราะกีฬาเทเบิลเทนนิสเป็นกีฬาที่มีการเปลี่ยนแปลงจุดลงของลูกอยู่บ่อย ๆ ในระหว่างการตีแต่ละครั้ง จึงทำให้นักกีฬาจะต้องเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ร่างกายอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสามารถใช้ทักษะการตีได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีโอกาสประสบความสำเร็จในการแข่งขันได้

ดังนั้น ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การเคลื่อนที่ของนักกีฬาเทเบิลเทนนิสเร็วขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าและได้สร้างโปรแกรมการฝึกขึ้นมา 2 โปรแกรม คือโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองว่ามีผลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิสเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าที่เป็นผลมาจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสตามปกติ การฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส

2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าที่เป็นผลมาจากการฝึกตามโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสตามปกติ การฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกตามโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส

รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. ทำการบันทึกเพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ขาข้างที่ถนัด ของนักกีฬาเทเบิลเทนนิสโรงเรียนกีฬาจังหวัดอุบลราชธานี

2. ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยการจับสลากจากกลุ่มประชากร จาก 32 คนให้เหลือ 24 คน

3. นำนักกีฬาเทเบิลเทนนิส ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนกีฬาอุบลราชธานี จำนวน 24 คน อายุ 13-17 ปี มาทำการทดสอบเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองของตากับเท้า โดยเครื่องมือทดสอบ Choice eyes-feet response time

4. นำค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าที่ได้ มาใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน โดยวิธีการ randomly assignment

4.1 กลุ่มควบคุม ทำการฝึกโปรแกรมการฝึกเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียว

4.2 กลุ่มพลัยโอเมตริก ทำการฝึกโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและฝึกโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส

4.3 กลุ่มปฏิกิริยาตอบสนอง ทำการฝึกโปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองและฝึกโปรแกรมการฝึกกีฬาเทเบิลเทนนิส

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้รวม 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ ตั้งแต่เวลา 15.00-18.00 น.

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบแนวทางการฝึกที่จะทำให้ นักกีฬาเทเบิลเทนนิสมีเวลาปฎิบัติการตอบสนองของ ตากับเท้าดีขึ้นและทราบถึงองค์ประกอบที่ส่งผลให้เวลาปฎิบัติการตอบสนองเปลี่ยนแปลงภายหลัง การฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกทั้งสอง
2. ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬาที่จะพิจารณานำโปรแกรม การฝึกไปประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาเวลาปฎิบัติการตอบสนองของตากับ เท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิสอย่างเหมาะสมต่อไป
3. เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจในการศึกษาค้นคว้าวิจัยและทดลองเกี่ยวกับการฝึกเวลา ปฎิบัติการตอบสนองและการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อพัฒนาความสามารถของนักกีฬาเทเบิลเทนนิสต่อไป

ผลข้างเคียงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับผู้เข้าร่วมการวิจัย

เกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก คือ การฝึกพลัยโอเมตริกถือว่าเป็นการฝึกที่มีความ หนักสูง เพราะเป็นการฝึกที่ต้องใช้การกระโดดอย่างต่อเนื่องด้วยทิศทางที่แตกต่างกัน และด้วยความ พยายามสูงสุด จึงทำให้มีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บต่อผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ ทั้งนี้ ถ้า นักกีฬาได้มีการเสริมสร้างความแข็งแรงมาโดยตลอดโอกาสเสี่ยงจากการบาดเจ็บก็จะลดน้อยลง

**หนังสือยินยอมและเต็มใจเข้าร่วมการวิจัยโดยได้รับทราบรายละเอียดของโครงการอย่างชัดเจน
(Informed Consent Form)**

โครงการ ผลของโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกและ โปรแกรมการฝึกปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อ
เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าในนักกีฬาเทเบิลเทนนิส

The Effects of a Plyometric Training Program and a Response Training Program on
Eye-Feet Response Time of Table Tennis Players

ผู้วิจัย นายอภิรักษ์ สืบพิมพ์วงศ์

ผู้เข้าร่วมการวิจัย.....

คำยินยอมของผู้ถูกทำวิจัย

ข้าพเจ้า.....ได้รับทราบรายละเอียดของ
โครงการศึกษาวิจัยตลอดจน ประโยชน์และความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อข้าพเจ้าจากผู้วิจัยแล้วอย่าง
ชัดเจนโดยไม่มีสิ่งใดปิดบังซ่อนเร้น และข้าพเจ้ารู้ว่าถ้าเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยเกิดขึ้น ข้าพเจ้า
สามารถสอบถามผู้วิจัยได้และข้าพเจ้าสามารถไม่เข้าร่วมโครงการเมื่อใดก็ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยจะเก็บ
ข้อมูลเฉพาะตัวข้าพเจ้าไว้เป็นความลับ การเปิดเผยข้อมูลจะกระทำได้เฉพาะกรณีจำเป็นด้วยเหตุผล
ทางวิชาการเท่านั้น ทั้งนี้โดยไม่ระบุชื่อข้าพเจ้า

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ลงชื่อ.....พยาน

ลงชื่อ.....พยาน

วันที่...../...../.....

คำอธิบายของผู้วิจัย

ข้าพเจ้าได้อธิบายรายละเอียดของโครงการตลอดจนประโยชน์ของการวิจัย รวมถึง
ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นแก่ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบแล้วอย่างชัดเจนโดยไม่มีสิ่งใดปิดบังซ่อนเร้น

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

วันที่...../...../.....

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายอภิรักษ์ สืบพิมพ์วงศ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	7 มีนาคม 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดอุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ.2547 ระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ (ศิลปศาสตรบัณฑิต - พลศึกษา) เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

