



ผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก
ต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมอง
ของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพลศึกษาและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
พ.ศ. 2569

ผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก
ต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมอง
ของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพลศึกษาและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
พ.ศ. 2569
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ

EFFECTS OF SPORT-SPECIFIC FUTSAL TRAINING COMBINED WITH
PLYOMETRIC TRAINING ON NEUROMUSCULAR COORDINATION AND
COGNITIVE PERFORMANCE IN MALE YOUTH FUTSAL PLAYERS



THIS THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF EDUCATION
IN PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS, FACULTY OF EDUCATION
THAILAND NATIONAL SPORTS UNIVERSITY UDONTANI CAMPUS

2026

ALL RIGHTS RESERVED BY THAILAND NATIONAL SPORTS UNIVERSITY

ชื่อวิทยานิพนธ์

ผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก
ต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมอง
ของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย

ชื่อ สกุลผู้วิจัย

นายพงศกรณ์ ทันอินทรอาจ

สาขาวิชา คณะ

พลศึกษาและกีฬา ศึกษาศาสตร์

ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ)

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี อนุมัติให้วิทยานิพนธ์
ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รจนา ป่องนุ)

รักษาการแทนรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูษณพาส สมนิล)

๒๕๖

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสมอ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลพรรณ ไชยมา)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ศักดิ์รินทร์ ธรรมวงศ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ)

Thesis Title Effects of Sport-Specific Futsal Training Combined with
Plyometric Training on Neuromuscular Coordination and
Cognitive Performance in Male Youth Futsal Players

Researcher's name Mr. Pongsakorn Tunintaraarj

Disciplines, Faculty Physical Education and Sports, Faculty of Education

Advisor Committee

.....Advisor
(Asst. Prof. Thanyawat Homsombat, Ph.D.)

Faculty of Education, Thailand National Sports University Udonthani Campus
Approved this Thesis in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master of
Education

.....
(Asst. Prof. Rotjana Pongnoo, Ed.D.)

Acting Deputy Dean of Faculty of Education for Udonthani Campus

Examination Committee

.....Chairman
(Asst. Prof. Poosanapas Somnil, Ph.D.)

.....Committee
(Asst. Prof. Wipoj Chansem, Ph.D.)

.....Committee
(Assoc. Prof. Nuanphan Chaiyama, Ph.D.)

.....Committee
(Sakdarin Thammawong, Ph.D.)

.....Committee
(Asst. Prof. Thanyawat Homsombat, Ph.D.)

บทคัดย่อ

พงศกรณั ทันอินทรอาจ. (2569). ผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี.

ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชายระหว่าง ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มตัวอย่างคือ นักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย อายุระหว่าง 15-17 ปี ที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาสังกัดสมาคมกีฬาจังหวัดสกลนคร จำนวน 26 คน ได้มาจากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ โปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 8 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ คือ แบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวด้วยแบบทดสอบ Slalom run และแบบทดสอบเวลาในการตอบสนองด้วยแบบทดสอบ Eye – body movement test แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล ด้วยแบบทดสอบเวลาปฏิริยาอย่างง่าย และแบบทดสอบวัดทักษะทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ด้วยแบบทดสอบ Trail making test สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พร้อมเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีการของ Bonferroni กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านเวลาในการตอบสนอง รวมถึงการทำงานของความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลและด้านยืดหยุ่นความคิด ระหว่างก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่พบว่าความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านเวลาในการตอบสนอง และการทำงานของความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลและด้านยืดหยุ่นความคิด ทั้งระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกช่วยพัฒนา ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านเวลาในการตอบสนอง และความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลและความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จในการเล่นกีฬาฟุตบอล

คำสำคัญ: การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอล พลัยโอเมตริก ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ความสามารถทางสมอง

ABSTRACT

Pongsakorn Tanintornart. (2026). *Effects of Sport-Specific Futsal Training Combined With Plyometric Training on Neuromuscular Coordination and Cognitive Performance in Male Youth Futsal Players* (Master of Education), Thailand National Sports University Udonthani Campus.

Advisor

Asst. Prof. Thanyawat Homsombat, Ph.D.

The purpose of this study was to investigate and compare the effects of sport-specific futsal training combined with plyometric training on neuromuscular coordination and cognitive abilities in male youth futsal players across three time points: pre-training, after the 4th week, and after the 8th week of training. The sample consisted of 26 male futsal players aged 15–17 years, registered under the Sakon Nakhon Provincial Sports Association. Participants were selected through sample size calculation and systematic random sampling. The experimental instrument was a sport-specific futsal training program combined with plyometric exercises, conducted three days per week for a total of 8 weeks. Data collection instruments for neuromuscular coordination included the Slalom Run Test for agility and the Eye–Body Movement Test for reaction time. Cognitive performance was assessed through processing speed using a simple reaction time test and cognitive flexibility using the Trail Making Test. Data were analyzed using mean and standard deviation, along with one-way repeated measures analysis of variance. Pairwise comparisons were performed using the Bonferroni method, with the level of statistical significance set at .05.

The results revealed that the participants demonstrated significant improvements in neuromuscular coordination, particularly in reaction time, as well as in cognitive performance, including processing speed and cognitive flexibility, across the three time points: pre-training, after the 4th week, and after the 8th week ($p < .05$). Pairwise comparisons indicated that reaction time, processing speed, and cognitive flexibility significantly improved between pre-training and week 4, pre-training and week 8, and between week 4 and week 8 ($p < .05$).

These findings suggest that a sport-specific futsal training program combined with plyometric exercises effectively enhances neuromuscular coordination in terms of reaction time, as well as cognitive abilities related to processing speed and cognitive flexibility. These components are essential factors contributing to successful performance in futsal.

Keywords: sport-specific futsal training, plyometric training, neuromuscular coordination, cognitive performance

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อีกทั้งให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูษณพาส สมนิล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม รองศาสตราจารย์ ดร.นวลพรรณ ไชยมา และอาจารย์ ดร.ศักตรินทร์ ธรรมวงศ์ ที่ได้กรุณาเป็นคณะกรรมการร่วมพิจารณา ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำ อันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อการปรับปรุงวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ อาจารย์สุพล ยะปะภา อาจารย์ ดร.ไวรุจน์ อิมโพธิ์ อาจารย์อิศวรา จันทร์สมคอย อาจารย์วัชรพล บุญครอบ อาจารย์เข็มเพชร ศรีทอง ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์อย่างยิ่งและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล คณะครูและบุคลากรทางการศึกษาทุกท่านที่อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือช่วยเหลือและเป็นกำลังใจโดยตลอด และขอขอบใจนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชนชาย จังหวัดสกลนครทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาพลศึกษาแลพกีฬาทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ แนะนำสนับสนุนข้อมูลด้านการวิจัย และให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดระยะเวลาของการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ พ.อ.อ.พงษ์ศักดิ์ ทันอินทรอาจ คุณแม่ทองชั้น ทันอินทรอาจ และผู้ที่อยู่เบื้องหลังแห่งความสำเร็จครั้งนี้ คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่พระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณ ทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในการทำวิทยานิพนธ์จบ จนผู้วิจัยประสบความสำเร็จในครั้งนี้

พงศกรณ์ ทันอินทรอาจ

สารบัญ

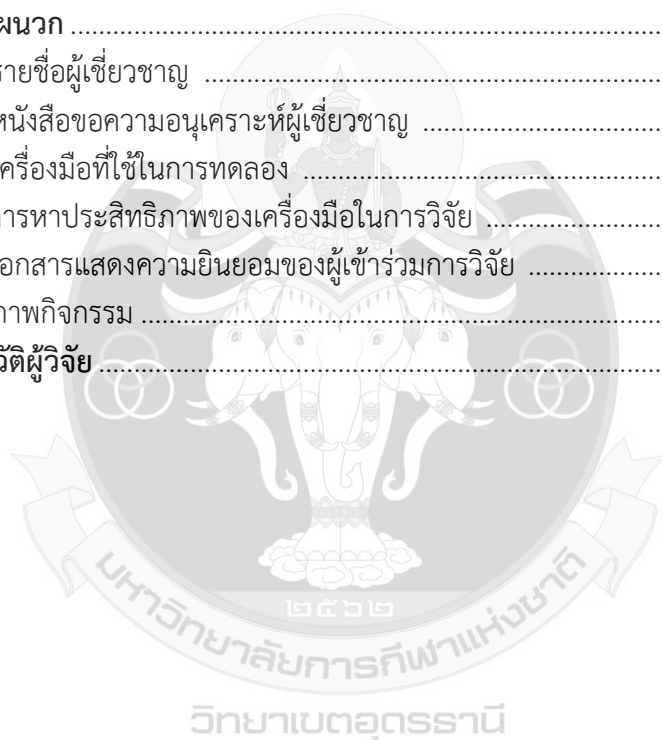
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึก.....	7
ความหมายของการฝึก.....	7
หลักของการฝึก.....	8
ประเภทของฝึก.....	11
หลักการกำหนดโปรแกรมการฝึก.....	13
ประโยชน์ของการฝึกต่อสุขภาพ.....	13
กีฬาฟุตซอล	15
ประวัติความเป็นมากีฬาฟุตซอล15.....	15
ทักษะพื้นฐานกีฬาฟุตซอล	15
ประโยชน์และประเภทของกีฬาฟุตซอล	17
สมรรถภาพทางกายสำหรับการฝึกกีฬาฟุตซอล.....	19
ระบบประสาทกล้ามเนื้อ.....	20
กายวิภาคศาสตร์ของกล้ามเนื้อลาย	20
การทำงานของระบบประสาทขณะออกกำลังกาย	25
ผลของการฝึกต่อกล้ามเนื้อ	27
ผลของการฝึกต่อระบบประสาท	28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2	ความสามารถทางสมอง.....	28
	ความหมายของความสามารถทางสมอง.....	28
	การจำแนกความสามารถทางสมอง.....	30
	การฝึกแบบเฉพาะเจาะจง	33
	การฝึกพลังหรือเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	34
	การฝึกพลัยโอเมตริก	35
	ความอ่อนตัวและทักษะ	40
	หลักของการฝึกความเร็ว	44
	เวลาในการตอบสนอง.....	48
	ความคล่องแคล่วว่องไว.....	50
	วิธีการฝึกสมรรถภาพทางกาย.....	52
	พัฒนาการของวัยรุ่น.....	61
	ความหมายของวัยรุ่น.....	61
	การแบ่งช่วงอายุของวัยรุ่น.....	62
	พัฒนาการ.....	63
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66
	งานวิจัยในประเทศ	66
	งานวิจัยต่างประเทศ	68
3	วิธีดำเนินการวิจัย	71
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	71
	ประชากร.....	71
	กลุ่มตัวอย่าง	71
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	73
	เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง.....	73
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	73
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	74
	วิธีการหาคุณภาพของเครื่องมือ	75
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	76
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	80
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	80

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	93
	สรุปผลการวิจัย	93
	อภิปรายผลการวิจัย.....	95
	สรุป.	101
	ข้อเสนอแนะ	101
	บรรณานุกรม.....	103
	ภาคผนวก	117
	ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	118
	ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ	120
	ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	131
	ง การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือในการวิจัย	161
	จ เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัย	164
	ฉ ภาพกิจกรรม	167
	ประวัติผู้วิจัย.....	174

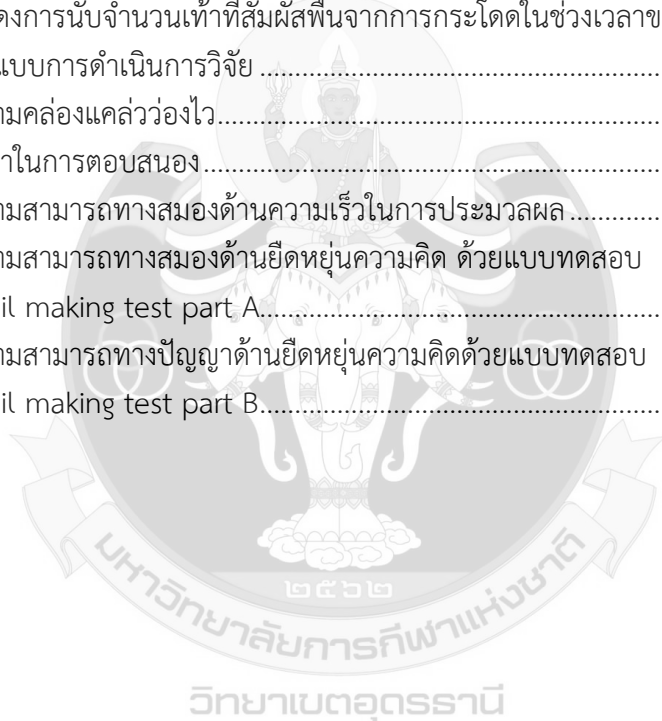


สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1	ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง 81
4.2	ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test 82
4.3	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคล่องแคล่วว่องไว เวลาในการตอบสนองความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล และความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 84
4.4	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านความคล่องแคล่วว่องไวการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 85
4.5	การเปรียบเทียบเวลาในการตอบสนองก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 86
4.6	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านเวลาในการตอบสนองก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8..... 87
4.7	การเปรียบเทียบความแปรปรวนของความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8..... 88
4.8	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8..... 88
4.9	การเปรียบเทียบความแปรปรวนของความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิดก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8..... 90
4.10	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิดก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8..... 90

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	6
2.1	กล้ามเนื้อลายแสดง Fascicle และ Muscle fiber	21
2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประมวลผลกลาง (Central executive) ส่วนที่เป็น วงจรเกี่ยวกับเสียงและการได้ยิน (Phonological loop) และส่วนที่เกี่ยวกับ การมองเห็นภาพและตำแหน่ง (Visuospatial sketchpad) ในสภาวะของเหลว	31
2.3	แสดงระดับความหนักของการฝึกพลัยโอเมตริก	36
2.4	แสดงการนับจำนวนเท้าที่สัมผัสพื้นจากการกระโดดในช่วงเวลาของการฝึก	38
3.1	รูปแบบการดำเนินการวิจัย	79
4.1	ความคล่องแคล่วว่องไว.....	86
4.2	เวลาในการตอบสนอง.....	87
4.3	ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล.....	89
4.4	ความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ด้วยแบบทดสอบ Trail making test part A.....	91
4.5	ความสามารถทางปัญญาด้านยืดหยุ่นความคิดด้วยแบบทดสอบ Trail making test part B.....	92



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟุตบอลหรือที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย คือ ฟุตบอลในร่มแบบ 5 คน เป็นกีฬาประเภททีมที่ได้รับอนุญาตอย่างเป็นทางการจากสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติ (Fédération Internationale de Football Association; FIFA) และกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นทั่วโลก ซึ่ง Barbero-Alvarez et al. (2021, pp. 63-73) กล่าวว่าฟุตบอลเป็นกีฬาประเภททีมที่ใช้การวิ่งด้วยความเร็วระดับความหนักสูงสุดในระยะสั้นมากกว่าชนิดกีฬาอื่น ๆ เช่น กีฬาฟุตบอล กีฬาบาสเกตบอล และกีฬาแฮนด์บอล จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า ระยะทางรวมในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดของกีฬาฟุตบอลมีปริมาณมากกว่ากีฬาฟุตบอล (López-Fernández et al., 2020, pp. 1-11) บาสเกตบอล (Walton et al., 2020, pp. 275-282) และแฮนด์บอล (Ribeiro et al., 2020, pp. 1-9) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะธรรมชาติของกีฬาฟุตบอลที่มีอัตราส่วนการวิ่งต่อการพักอยู่ที่ 1:1 โดยการพักหมายถึงผู้เล่นอยู่กับที่เดินหรือวิ่งช้า ๆ ส่วนการวิ่งหมายถึง ระยะทางที่วิ่งด้วยความเร็วปานกลาง เร็ว หรือเร็วที่สุดจากการศึกษาของ Barbero-Alvarez et al. (2021, pp. 63-73) แสดงให้เห็นว่าความเร็วในระดับสูงสุดของการแข่งขันกีฬาฟุตบอลสูงกว่ากีฬาฟุตบอล อาจเป็นผลโดยตรงจากกฎหรือกติกาการเปลี่ยนตัวแบบไม่จำกัดจำนวนระหว่างการแข่งขันของกีฬาฟุตบอล

ในขณะที่ Spyrou et al. (2020, pp. 3384-3391) กล่าวว่า ผู้เล่นฟุตบอลใช้ความหนักในระดับต่ำในการเล่น (อัตราการเต้นของหัวใจจะอยู่ที่ร้อยละ 50-60 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) ทุก ๆ 14 วินาที ใช้ความหนักในระดับปานกลาง (อัตราการเต้นของหัวใจจะอยู่ที่ร้อยละ 60-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) ทุก ๆ 37 วินาที ใช้ความหนักในระดับสูง (อัตราการเต้นของหัวใจจะอยู่ที่ร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) ทุก ๆ 43 วินาที และใช้ความหนักในระดับสูงสุดในการเล่น (อัตราการเต้นของหัวใจจะอยู่ที่ร้อยละ 80-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) ทุก ๆ 56 วินาที และในขณะที่ผู้เล่นจะมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางทุก ๆ 3.3 วินาที จากหลักฐานเหล่านี้สามารถสรุปได้ว่า กีฬาฟุตบอลนั้นมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา และเป็นกีฬาประเภทที่ใช้การวิ่งด้วยความเร็วระดับสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจนมากกว่าฟุตบอลรวมไปถึงกีฬาที่ใช้ความเร็วประเภทอื่น ๆ ด้วย (Barbero-Alvarez et al., 2020, pp. 500-501) นอกจากนั้น Chaddock et al. (2018, pp. 1-13) กล่าวว่ากีฬาฟุตบอลมีลักษณะเฉพาะเจาะจงว่าเป็นกีฬาที่มีการออกกำลังกายในระดับความหนักสูงสุด (อัตราการเต้นของหัวใจจะอยู่ที่ร้อยละ 80-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) เป็นที่น่าสังเกตคือ ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาปริมาณการศึกษาเกี่ยวกับฟุตบอลเพิ่มขึ้นอย่างมาก

จากการศึกษาที่ผ่านมาได้อธิบายลักษณะสมรรถภาพของนักกีฬาฟุตบอลในขณะที่ทำการแข่งขันให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจะต้องประกอบด้วย (Bekris et al., 2020, pp. 1-11) ปัจจัยทางด้านสรีรวิทยา (Yiannaki et al., 2020, pp. 147-156) ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Milanez et al., 2020, pp. 470-482) หรือการตอบสนองทางชีวเคมี (Bekris et al., 2020, pp. 1-11) นอกจากนี้มีนักวิทยาศาสตร์การกีฬาลงทุนได้แนะนำว่า สิ่งที่น่าสนใจเป็นพิเศษของนักกีฬาฟุตบอล

คือ ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา (López-Fernández et al., 2020, pp. 1-11) โดยเฉพาะคุณสมบัติทางระบบประสาทกล้ามเนื้อมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในกีฬาฟุตบอล เช่น ความเร็วในการวิ่ง ความคล่องแคล่ว และการเปลี่ยนทิศทาง (Teixeira et al., 2019, pp. 1-15) จากการศึกษาที่ผ่านมาระบุนักกีฬาที่แข็งแกร่งและมีพลังมากกว่า กล่าวคือ ถ้านักกีฬามีการพัฒนาของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่ดีกว่ากีฬาประเภทอื่น ๆ ย่อมมีแนวโน้มที่จะใช้ความเร็วได้เร็วกว่า และเปลี่ยนทิศทางได้เร็วกว่า (Freitas et al., 2019, pp. 167-176)

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาของ Milanez et al. (2020, pp. 470-482) และ Ribeiro et al. (2020, pp. 1-9) ที่ศึกษาตัวแปรด้านความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular coordination) หลังจากการแข่งขันฟุตบอล พบว่าการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ในการทำงานของกล้ามเนื้อหลังจากการแข่งขันฟุตบอล (Bekris et al., 2022, pp. 545-550) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดลงของแรงและการทำงานของกล้ามเนื้อ อาจเนื่องมาจากความล้าที่เกิดขึ้นหลังการแข่งขัน ยิ่งไปกว่านั้น มีความเร็วในการวิ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Yanez et al., 2023, pp. 205-216) วิธีการหลักในการวิเคราะห์ความสามารถของนักกีฬาฟุตบอลส่วนมากที่นิยมใช้คือ การทดสอบความสามารถในการวิ่งซ้ำ (Repeated sprint ability; RSA) เป็นหนึ่งในวิธีการวิเคราะห์ที่ได้รับการยืนยันแล้ว ว่าจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อนักกีฬาได้พัก (Sánchez-Sánchez et al., 2018, pp. 1-8) และความสามารถในการวิ่งซ้ำ ๆ จะลดลงเมื่อมีเกมการแข่งขันที่อยู่ในระดับหนักระดับสูงสุด (Carling et al., 2019, pp. 325-336) อาจเนื่องมาจากความเหนื่อยล้าที่เกิดขึ้นเฉียบพลันจนทำให้หลังระเบิดของกล้ามเนื้อลดลงกล้ามเนื้อตึงหรือขาดการประสานกันระหว่างร่างกายส่วนล่าง (Pupo et al., 2020, pp. 41-51) อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้กลับพบว่า อาการอ่อนล้าเฉียบพลันไม่ได้ทำให้กล้ามเนื้อตึงหรือขาดการประสานกันระหว่างร่างกายส่วนล่างของนักกีฬาฟุตบอล ถึงแม้ความล้าจะทำให้ลายจลนศาสตร์การเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนล่างก็ตาม (Pupo et al., 2020, pp. 41-51) นอกจากนั้น ยังมีความคล่องแคล่วหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างรวดเร็วพร้อมกับการเปลี่ยนความเร็วหรือเปลี่ยนทิศทางเมื่อมีสิ่งมากระตุ้น (McInnes et al., 2019, pp. 397-397) ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญของนักกีฬาประเภททีมที่จะทำให้ทีมประสบความสำเร็จ (Yanez et al., 2023, pp. 205-216.) ด้วยเหตุผลนี้ความคล่องแคล่วของนักกีฬาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรได้รับการพัฒนาและส่งเสริม (Mohr et al., 2018, pp. 519-528) การทดสอบความคล่องแคล่วไม่ใช้การทดสอบการวิ่งทางตรงอย่างเดียว แต่เป็นการทดสอบที่ซับซ้อนผสมผสานระหว่าง ความคล่องแคล่วเชิงปฏิกิริยา (Reactive agility) และความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง (Change of direction speed; CODs) (Rodrigues et al., 2018, pp. 2482-2487) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่มีความซับซ้อนในการฝึก หรือการเคลื่อนไหวของร่างกายนอกจากกีฬาฟุตบอลจะสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาแล้ว ยังสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางสมองหรือความสามารถทางสมองได้อีกด้วย ซึ่งจากการศึกษาของ (Gu et al., 2019, pp. 1-15) ที่ศึกษาความสามารถทางสมองหลังจากการออกกำลังกายหลังการเตะฟุตบอลในนักกีฬาฟุตบอล พบว่า นักกีฬามีเวลาปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นทั้งหลังจากการออกกำลังกายด้วยลู่วิ่งและหลังการออกกำลังกายด้วยฟุตบอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นยังพบว่า นักฟุตบอลมีความสามารถทางสมองเพิ่มขึ้นหลังการออกกำลังกายด้วยฟุตบอล ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การแข่งขันฟุตบอลในร่มของนักฟุตบอลวัยเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับ

การออกกำลังกายด้วยลู่วิ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบสูงสุดต่อการควบคุมเครือข่ายสมอง ความสนใจ และความเร็วในการแยกแยะเวลาปฏิริยาของการควบคุมการยับยั้ง

จากหลักฐานดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายที่มีความซับซ้อนย่อมส่งผลทางบวกต่อการพัฒนาความสามารถทางสมองของเด็กในวัยเรียน ซึ่งการพัฒนาและส่งเสริมสติสมอง นอกจากจะส่งเสริมในด้านวิชาการแล้ว ควรส่งเสริมให้เด็กในวัยเรียนมีการออกกำลังกาย โดยเฉพาะ การออกกำลังกายที่ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างพลังกำลังและความคิด เช่น การฝึกแบบเฉพาะเจาะจง

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจง (Sport-Specific Futsal Training) เป็นการฝึกที่มีความหนักสูงสุดที่เฉพาะเจาะจงระหว่างการฝึกแบบเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อตามด้วยการฝึกแบบพลัยโอเมตริก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system; CNS) และเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด 2B (Type IIb) ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดแรงสูงสุดแบบพลักระเบิด (Ebben, 2021, pp. 42-46) จากการศึกษาของ Brandon (2019, pp. 9-15) พบว่าการฝึกการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงที่จะส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายสูงสุดของนักกีฬา โดยเฉพาะความเร็วในการวิ่งจะต้องประกอบด้วย 2 ปัจจัยหลัก คือ จำนวนการก้าวขา และความยาวของการก้าวขา ซึ่งแรงสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงความยาวของการก้าวขา ดังนั้น ปัจจัยหลักที่จะเพิ่มความเร็วในการวิ่ง นักกีฬาคควรฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของขา และการออกกำลังกายดังกล่าวจะต้องฝึกสม่ำเสมอ 3 วันต่อสัปดาห์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Jason et al. (2020, pp. 1-8) ที่ศึกษาผลกระทบของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจง พบว่า การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงส่งผลต่อพลักระเบิดของกล้ามเนื้อ เช่น การกระโดดและความเร็วในการวิ่งในขณะที่การศึกษาของ Freeman (2021, pp. 14) พบว่าการฝึกแบบเฉพาะเจาะจง เป็นการทำงานร่วมกันของระบบประสาทกล้ามเนื้อโดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2A กับชนิดที่ 2B และจะพัฒนาไปสู่ความแข็งแรงสูงสุดหรือที่เรียกว่า พลักระเบิด จากการศึกษาพบว่า การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงได้ถูกนำมาใช้ฝึกกับนักกีฬาประเภทต่าง ๆ และประสบความสำเร็จอย่างมากแต่ยังขาดหลักฐานในการแสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงส่งผลต่อความยืดหยุ่นของสมอง การรับรู้และความเร็วในการประมวลผล (Ruiz-González et al., 2021, pp. 1-14)

จากการศึกษาเชิงทดลองและทางคลินิกได้รายงานว่าการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและหน้าที่ของสมอง (Chaddock et al., 2018, pp. 1-13) เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Best (2019, pp. 331-551) พบว่า เด็กอายุระหว่าง 7 ปี จนถึงวัยรุ่นที่มีการฝึกแบบใช้ออกซิเจนในระดับความหนักปานกลางส่งผลต่อปริมาณสารสีเทาและเยื่อไมอีลินที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของสมองส่วนหน้า เพิ่มความเร็วและความแม่นยำของการประมวลผล ความจำในการทำงานและการยับยั้งการตอบสนอง ในทำนองเดียวกัน Kun and Toth (2019, pp. 49-53) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของนักฟุตบอลเยาวชน และพบว่าเด็กที่เล่นฟุตบอลต้องเรียงลำดับ จำแนก และจัดกลุ่มข้อมูลที่พวกเขาได้รับรู้ ส่งผลให้เด็กมีพัฒนาการด้านความเข้าใจ ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูล และการคิดเชิงตรรกะ (Formal operational thought) ดังนั้น ในช่วงวัยเด็ก ผู้เล่นไม่เพียงแต่ตอบสนองต่อเกมตามกฎกติกาเท่านั้นแต่ยังได้รับการฝึกฝนทักษะการรับรู้ทางยุทธวิธี (Tactical cognition) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการรู้คิด

(Cognitive performance) ให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังมีการศึกษาในมนุษย์ที่บ่งชี้ว่าการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการเพิ่มประสิทธิภาพขององค์ความรู้ (Hamilton et al., 2019, pp. 1-14) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีผลอย่างมาก ต่อความเร็วในการประมวลผลในการทำงานของสมอง

จากการศึกษาที่กล่าวมาแสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของความสามารถทางสมอง ซึ่งในการเล่นกีฬาที่เรียกว่า ความฉลาดทางกีฬาแม้จะได้รับความนิยมแต่ก็มีการศึกษาเพียงเล็กน้อยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอล เพราะการฝึกซ้อมของนักกีฬาฟุตบอลถือเป็นการฝึกซ้อมที่มีการเฉพาะเจาะจงระหว่างความแข็งแรง ความเร็ว การเปลี่ยนทิศทาง และการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และจากการศึกษาที่ผ่านมาเหล่านี้ ส่วนใหญ่ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์เกมหรือความต้องการทางสรีรวิทยาของผู้เล่นระหว่างการเล่นและการฝึกซ้อม (Barbero-Alvarez et al., 2021, pp. 63-73) แต่ก็มีการศึกษาจำนวนน้อยที่ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจงต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอล ทั้งนี้อาจทำให้นักกีฬาฟุตบอลที่มีความสามารถทางสมองมากกว่าสามารถจดจำรูปแบบการเล่นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่านักเตะที่มีความสามารถทางสมองน้อยกว่า (Ward and Williams, 2020, pp. 93-111) รวมทั้งการมีความสามารถทางสมองของผู้เล่นฟุตบอลอาจช่วยให้ผู้ฝึกสอนสามารถถ่ายทอดข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปยังผู้เล่นได้ง่ายขึ้นด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ครั้งนี้จึงมีความสำคัญสำหรับการพัฒนาองค์ความรู้ที่ยังมีความต้องการสำหรับบุคลากรที่จำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจองค์ความรู้ทุกด้านอย่างต่อเนื่องและถ่องแท้ เพื่อให้บุคลากรทางการกีฬาโดยเฉพาะกีฬาฟุตบอลนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมสนับสนุนและพัฒนาการประยุกต์ทางด้านกีฬาต่อการทำงานของสมองต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ในช่วงก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย อายุระหว่าง 15-17 ปี ที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาสังกัดสมาคมกีฬา จังหวัดสกลนคร จำนวน 313 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย อายุระหว่าง 15-17 ปี ที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาสังกัดสมาคมกีฬาจังหวัดสกลนคร จำนวน 20 คน ได้มาจากสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างประมาณการค่าเฉลี่ยขนาดประชากรกรณีทราบขนาดประชากร (อรุณ จิรวินน์กุล, 2560, น. 156) เพื่อป้องกันการถอนตัว (Drop – out) ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างการทำการทดลอง ผู้วิจัยจึงได้คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 30 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง รวมเป็นจำนวน 26 คน

ตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ คือ การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก
2. ตัวแปรตาม คือ ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ และความสามารถทางสมอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอล (Sport-specific futsal training) หมายถึง รูปแบบการฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular coordination) หมายถึง ความสามารถในการใช้ระบบประสาทเพื่อสั่งการกล้ามเนื้อให้เคลื่อนไหวได้ตามต้องการอย่างแม่นยำและทำซ้ำได้ เช่น สั่งการให้เกิดการเคลื่อนไหวและควบคุมการเคลื่อนไหวโดยการรับข้อมูลต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมทั้งภายนอกและภายในร่างกาย ประกอบด้วย ความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง และเวลาปฏิกิริยา (Reaction Time)

ความสามารถทางสมอง (Cognitive intelligence) หมายถึง ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับเรื่องความคิด สัญลักษณ์ การสร้างความสัมพันธ์ความคิดรวบยอด ความสามารถในการทำความเข้าใจกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเน้นในเรื่องความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม และความสามารถในเรื่องต่าง ๆ ประกอบด้วย แบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย หรือ Simple reaction time task และด้านยืดหยุ่นความคิด (Shifting หรือ Cognitive flexibility)

ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง สมรรถภาพในการเปลี่ยนทิศทาง หรือการเปลี่ยนตำแหน่งของร่างกายได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เวลาในการตอบสนองที่ฉับไว การทรงตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

นักกีฬาฟุตซอลชายระดับเยาวชน (Youth male futsal players) หมายถึง นักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย อายุระหว่าง 15-17 ปี ที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาสังกัดสมาคมกีฬา จังหวัดสกลนคร

สมมติฐานงานวิจัย

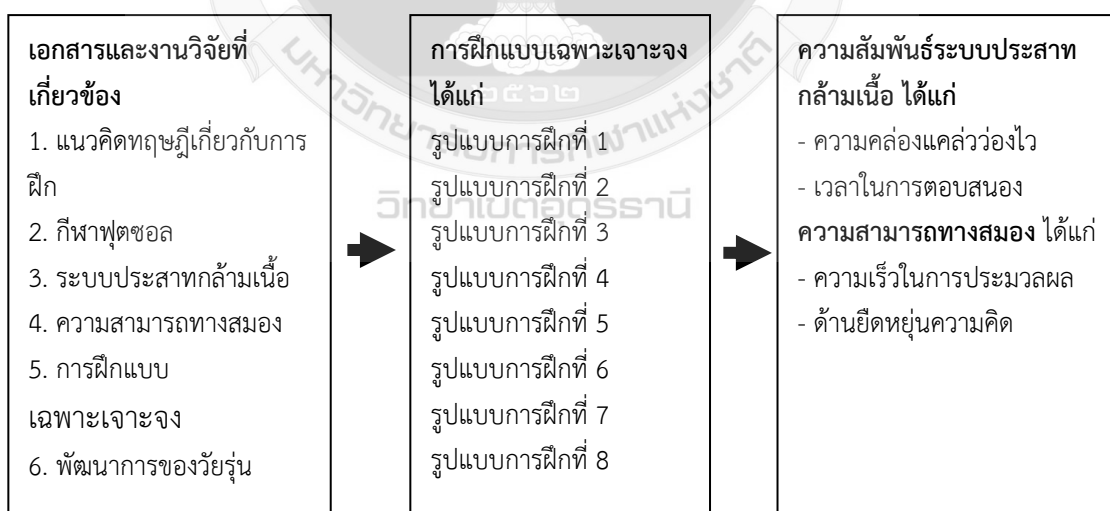
การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬามวยปล้ำควบคู่กับพลีโอเมตริกส่งผลให้ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬามวยปล้ำเยาวชนชาย หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

1. ได้รูปแบบการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬามวยปล้ำควบคู่กับพลีโอเมตริก ที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬามวยปล้ำเยาวชนชาย
2. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬามวยปล้ำควบคู่กับพลีโอเมตริก เพื่อพัฒนาความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ครู อาจารย์ ผู้ฝึกสอน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาและการฝึกซ้อมได้

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬามวยปล้ำควบคู่กับพลีโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬามวยปล้ำเยาวชนชาย ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 ผู้วิจัยกำหนดตัวแปรขององค์ประกอบด้านต่าง ๆ โดยสรุปเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย และเพื่อเปรียบเทียบการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย จังหวัดสกลนคร ในช่วงก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึก
2. กีฬาฟุตซอล
3. ระบบประสาทกล้ามเนื้อ
4. ความสามารถทางสมอง
5. การฝึกแบบเฉพาะเจาะจง
6. พัฒนาการของวัยรุ่น
7. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
งานวิจัยในประเทศ
งานวิจัยในต่างประเทศ

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึก

ความหมายของการฝึก

ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลากหลายแนวคิด ดังนี้

การฝึก หมายถึง การกระทำใด ๆ ที่มีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อสุขภาพ เพื่อความสนุกสนาน และเพื่อสังคม ตามกฎ กติกาการแข่งขันต่าง ๆ (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2565, น. 80-83) พฤติกรรมการออกกำลังกาย หมายถึง การที่ร่างกายได้ใช้งาน หรือกำลังที่มีอยู่ เพื่อให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายเกิดการเคลื่อนไหว เช่น การบริหาร การวิ่ง การเล่นกีฬา ฯลฯ โดยการเคลื่อนไหวนั้นจะต้องมีส่วนทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านร่างกาย และระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ทำให้หัวใจและระบบไหลเวียนโลหิตทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และการปฏิบัตินั้นจะต้องถูกต้องตามหลักของการออกกำลังกายด้วย (Atakan et al., 2021, pp. 1-21)

Molloy et al. (2024, pp. 1-167) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง การประกอบกิจกรรมใดที่ทำให้ร่างกายหรือส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวและมีผลให้ระบบต่าง ๆ ของร่างกายเกิดความสมบูรณ์แข็งแรง และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกกำลังกายเป็นความจำเป็นพื้นฐานสำหรับมนุษย์ มนุษย์จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสมบูรณ์จะต้องมีการเคลื่อนไหวเป็นประจำ และเพียงพอ ดังคำกล่าวที่ว่า “นิ่งจะดับ เคลื่อนไหวจะเกิด” สภาพสังคมปัจจุบันทำให้มนุษย์ไม่มี

โอกาสที่จะได้เคลื่อนไหวร่างกายอย่างพอเพียง ทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ที่เกิดจากสาเหตุของการเคลื่อนไหวร่างกายไม่เพียงพอที่เกิดขึ้นกับมนุษย์มากมาย เช่น โรคหัวใจขาดเลือด โรคความดันโลหิต โรคเบาหวาน โรคอ้วนและโรคอื่น ๆ อีกมากมาย โรคเหล่านี้เป็นสาเหตุการตายลำดับต้น ๆ ของมนุษย์โลกและนับวันจะทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ ถ้าทุกคนยังไม่ปรับเปลี่ยนวิถีชีวิต หรือปรับปรุงพฤติกรรมการใช้ชีวิต

สรุปได้ว่า การออกกำลังกาย หมายถึง การเคลื่อนไหวของอวัยวะทุกส่วนของร่างกาย โดยเฉพาะระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ทำให้ระบบการไหลเวียนของเลือดได้มีการสูบฉีดเพิ่มมากขึ้น และระบบกล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกายได้มีการยืดหดและคลายกล้ามเนื้อ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือทำให้สุขภาพร่างกายแข็งแรงปราศจากการเจ็บป่วย พร้อมทั้งทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกิจกรรมที่เลือกใช้นั้นจะต้องเหมาะสมกับวัย เพศและความแข็งแรง

หลักของการฝึก

การฝึกเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตที่สำคัญและจำเป็นสำหรับบุคคลทุกเพศ ทุกวัย จะขาดไม่ได้ トラบไคที่ร่างกายยังมีลมหายใจและมีการเคลื่อนไหว ทุกคนควรให้ความสนใจในการดูแลสร้างเสริมสุขภาพ

การฝึกเปรียบเสมือนอาหารที่ช่วยหล่อเลี้ยงร่างกายและจิตใจให้มีความสมบูรณ์แข็งแรง รักษาและชะลอการเสื่อมสภาพของอวัยวะต่าง ๆ รวมทั้งระบบโครงสร้างของร่างกายให้มีความอดทน ความแข็งแรง ความอ่อนตัว และการทรงตัวที่ดี ทำให้ไม่เกิดการหกล้มได้ง่าย ตลอดจนช่วยสร้างภูมิคุ้มกันโรค ให้กับร่างกายได้เป็นอย่างดี ทำให้ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำสม่ำเสมอมีสุขภาพกายแข็งแรงและสุขภาพจิตที่เบิกบานแจ่มใส มีอายุยืนยาวและดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีความสุข

กรมพลศึกษา (2565, น. 5) การฝึกให้ได้ประโยชน์กับร่างกายอย่างแท้จริงควรปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลัก ดังนี้

1. ควรเริ่มฝึกช้า ๆ สม่ำเสมอพยายามเพิ่มความหนักของการฝึกทีละน้อยไม่หักโหมในช่วงแรก
2. เลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับอายุ และสมรรถภาพของแต่ละคน
3. ควรฝึกอย่างน้อย 3-5 วันต่อสัปดาห์ มีระยะเวลาในการฝึก 15-60 นาที โดย เน้น กิจกรรมการฝึกแบบแอโรบิก
4. อบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที โดยการยืดเหยียดข้อต่อ เอ็น และกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการเคลื่อนไหวจากช้าไปเร็วตามลำดับหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมออกกำลังกายควรค่อย ๆ ผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกายจนกระทั่งอยู่ในภาวะปกติ
5. ควรมีความสุขในการฝึก เช่น แต่งกายให้เหมาะสมกับกิจกรรมการฝึก เสื้อ กางเกง รองเท้า รวมทั้งอุปกรณ์ในการออกกำลังกายควรสะอาดเรียบร้อย
6. ควรให้ทุกส่วนของร่างกายได้ฝึกอย่างทั่วถึง ไม่ควรมุ่งออกกำลังกายเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น
7. ควรคำนึงถึงสภาวะของร่างกาย เช่น เจ็บป่วย อดนอน การฝึกที่เคยกระทำอยู่นั้นอาจกลายเป็นว่าหนักเกินไป ซึ่งอาจมีอาการบางอย่างที่แสดง เช่น ใจสั่น หน้ามืด หายใจขัด คลื่นไส้จะเป็นลม หากมีอาการ เช่นนี้ เกิดขึ้นให้หยุดทันที พักจนกว่าจะหายเหนื่อยหรืออาการดังกล่าวหายไป

การฝึกที่ดีมีคุณค่าและก่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง ควรเลือกรูปแบบและกิจกรรมการออกกำลังกายให้ครอบคลุมองค์รวมของสุขภาพ ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะของการออกกำลังกายได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ (พิชยา นพกาล, 2567, น. 1-12)

1. การออกกำลังกายเพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพความแข็งแรงอดทนของหัวใจและปอด (cardio respiratory endurance) เป็นการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาคุณภาพการทำงานของหัวใจและปอดให้ แข็งแรงอดทน ในการทำหน้าที่สูบน้ำเลือดและนำอากาศเข้าสู่ร่างกาย เพื่อไปหล่อเลี้ยงเซลล์ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้เจริญเติบโตแข็งแรง และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการออกกำลังกายที่ช่วยใน การพัฒนาสร้างเสริมสมรรถภาพด้านนี้ เรียกโดยรวมว่า "การออกกำลังกายแบบแอโรบิก" (aerobic exercise) ซึ่งหมายถึง การออกกำลังกายหรือการปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อได้รับอากาศหรือ ออกซิเจนอย่างเพียงพอสำหรับการผลิตพลังงานให้กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัวออกแรงเพื่อปฏิบัติกิจกรรมการ เคลื่อนไหวในระหว่างที่ออกกำลังกาย รูปแบบและกิจกรรมการเคลื่อนไหวในการออกกำลังกายประเภทนี้ ได้แก่ การเดิน การวิ่งเหยาะ การขี่จักรยาน การว่ายน้ำ การกระโดดเชือก การฝึกโยคะ การรำมวยจีน การฝึก ด้วยไม้พลอง การเต้นรำ ลีลาศ ไทเก๊ก และการเต้นแอโรบิก เป็นต้น

2. การฝึกเพื่อสร้างเสริมความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (muscular strength and endurance) เป็นการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาโครงสร้างของร่างกาย กล้ามเนื้อและรูปร่าง ทรวดทรงให้แข็งแรงกระชับได้สัดส่วนสวยงาม นำไปสู่สุขภาพความมั่นใจและบุคลิกภาพที่ดีสำหรับผู้สูงอายุ จะช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของโครงสร้าง ตลอดจนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูก ทำให้ร่างกาย เคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านความสัมพันธ์ของการเคลื่อนไหวและการทรงตัวที่ดี ทั้งยังช่วย ป้องกันและบรรเทาอาการปวดเข่า ปวดหลังและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ป้องกันโรคกระดูกบาง โรคกระดูกพรุน โรคข้อเสื่อม และข้อติด เพราะเนื่องจากการเคลื่อนไหวของร่างกาย จำเป็นต้อง อาศัยกล้ามเนื้อเป็นตัวออกแรงเพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนในการเคลื่อนไหว ด้วยเหตุนี้การพัฒนาเพื่อสร้างเสริม ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จึงเท่ากับเป็นการพัฒนาคุณภาพการเคลื่อนไหวของ ร่างกายให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในบุคคลทุกเพศ ทุกวัย รูปแบบและกิจกรรมของการออกกำลังกายในลักษณะนี้จะต้องใช้น้ำหนักหรือความต้านทานมากระตุ้นหรือกระทำต่อกล้ามเนื้อ โดยให้กล้ามเนื้อออกแรง เคลื่อนไหวน้ำหนักไปในทิศทางการทำงานของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ต้องการพัฒนาความแข็งแรง

3. การฝึกเพื่อสร้างเสริมความอ่อนตัวและความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ (muscular flexibility and elasticity) เป็นการออกกำลังกายเพื่อช่วยผ่อนคลายอาการปวดเมื่อยของ กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ถูกใช้งานในแต่ละอิริยาบถตลอดทั้งวัน รวมทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของข้อต่อให้สามารถเคลื่อนไหวได้ระยะทางมากขึ้น การที่กล้ามเนื้อและข้อต่อมีความอ่อนตัวและยืดหยุ่นตัวดี จะช่วยลดปัญหาและป้องกันการบาดเจ็บ ตลอดจนอาการยึดเกร็งของกล้ามเนื้อ ซึ่งเอ็นกล้ามเนื้อและเอ็นข้อ ต่อส่งผลให้การเคลื่อนไหวของร่างกายในแต่ละอิริยาบถ สะดวก สบาย และมีความสัมพันธ์ในการเคลื่อนไหวดีขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยป้องกันและบรรเทาอาการปวดหลัง ปวดเข่า ปวดตามข้อ ข้อติด และอาการปวดเมื่อย ตามส่วนต่าง ๆ ของ

ร่างกาย ซึ่งรูปแบบและกิจกรรมในการฝึกประเภนี้ ได้แก่ การบริหารร่างกาย ด้วย การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (stretching exercises) ในลักษณะต่าง ๆ ทั้งแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (static stretch) และแบบที่มีการเคลื่อนไหว (dynamic stretch) รวมทั้งการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในรูปแบบของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อให้เกิดความคล่องตัว (PNF) ด้วยนอกจากการพิจารณาถึงลักษณะของการฝึกแต่ละประเภทแล้วการฝึกที่เหมาะสมควรต้องคำนึงถึงหลักการที่ถูกต้องด้วย ซึ่ง (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2565 น. 30-55) ได้กล่าวถึง หลักการทางฟิสิกส์ (Frequency Intensity Time Type : FITT) ไว้ ดังต่อไปนี้

3.1 ความถี่ของการฝึก (frequency of exercise) เป็นการกำหนดจำนวนครั้งในการฝึกต่อวันหรือต่อสัปดาห์ ซึ่งในผู้สูงอายุควรออกกำลังกายประมาณ 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์และ จะต้องทำอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องกัน เว้นห่างไม่มากเกินไปกว่า 2 วัน ส่วนการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ตลอดจนความแข็งแรง และความทนทานของกล้ามเนื้ออาจต้องฝึกประมาณ 2-3 ครั้งต่อวัน

3.2 ความหนักเบาในการฝึก (intensity of exercise) เป็นการกำหนดขีดความสามารถในการฝึกสำหรับผู้สูงอายุ ควรมีความหนักเบาของการฝึกอย่างพอเหมาะ ประมาณ ร้อยละ 40-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

3.3 ระยะเวลาการฝึก (Time or duration of exercise) เป็นช่วงเวลาในการฝึกในแต่ละประเภทของการฝึกแต่ละครั้ง โดยทั่วไปควรอยู่ระหว่าง 15-40 นาที มีความต่อเนื่องอย่างเพียงพอ ในกรณีฝึกเพื่อเพิ่มความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ อาจใช้เวลาสั้นกว่านี้ ส่วน การฝึกเพื่อความทนทานของปอดและหัวใจควรใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที ระยะเวลาที่ใช้ในการ ออกกำลังกายอาจมีการปรับเปลี่ยนได้ในผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายขนาดเบา แต่ควรได้รับการตรวจร่างกาย หรือ ดูตัวอย่างใกล้ชิด ระยะเวลาของการออกกำลังกายแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

3.3.1 ระยะอบอุ่นร่างกาย (warm-up phase) เป็นช่วงเวลาสำหรับเตรียมความพร้อมของร่างกายก่อนฝึกจริง ๆ ซึ่งจะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพเมื่อฝึกจริง ๆ คือ เกิดการประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อในการหดตัวที่ดีขึ้น การเคลื่อนไหวข้อต่อต่าง ๆ ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว เพิ่มอุณหภูมิให้กล้ามเนื้อ ตลอดจนทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้ประสิทธิภาพสูงสุด ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที นอกจากนั้นในการอบอุ่นร่างกายจำเป็นต้องคำนึงถึงอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมด้วย โดยถ้าสภาพอากาศ ร้อนอาจใช้เวลาน้อย แต่ถ้าอากาศหนาวจำเป็นต้องใช้เวลามากขึ้นลักษณะการออกกำลังกายที่ใช้ในการอบอุ่นร่างกาย ได้แก่ การเดินช้า ๆ หรือการยืดกล้ามเนื้อตามส่วนต่าง ๆ เป็นต้น

3.3.2 ระยะบริหารร่างกาย (exercise phase) เป็นช่วงเวลาของการฝึกจริง ๆ ภายหลังจากอบอุ่นร่างกายแล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการฝึกเพื่อเสริมสร้าง ความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อ และการฝึกแบบแอโรบิก โดยระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 15-60 นาที ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน สามารถเพิ่มค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดแตกต่างกัน คือ ระยะเวลา 15 นาที 30 นาที และ 45 นาที จะเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ถึงร้อยละ 8.5, 16.1 และ 16.8 ตามลำดับ

3.3.3 ระยะผ่อนคลาย (Cooldown phase) เป็นช่วงเวลาภายหลังสิ้นสุดการฝึกจริง โดยเป็นฝึกเบา ๆ และช้าลงเรื่อย ๆ ด้วยการเดินทำกายบริหาร หรือการฝึกเพื่อยืดกล้ามเนื้อเพื่อปรับปรุงอุณหภูมิการหายใจ และความตึงเครียดของร่างกายให้กลับสู่ภาวะปกติ ซึ่งระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 3-10 นาที

4. ประเภทหรือชนิดของการฝึก (type of exercise-T) ชนิดของการฝึกที่เหมาะสม ได้แก่ การฝึกแบบแอโรบิก ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมหลายอย่าง เช่น การเดินเร็ว วิ่งเหยาะ รำมวยจีน การขี่จักรยานเที่ยวเล่น ซึ่งควรเลือกให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายและความสนใจในการฝึกชนิดนั้น ๆ และควรได้รับคำแนะนำการออกกำลังกาย อย่างถูกวิธีตลอดจนได้รับการตรวจร่างกายก่อนการออกกำลังกาย

สรุปได้ว่า การฝึกที่ถูกต้องควรมีหลักการออกกำลังกาย เพราะหลักการฝึกจะช่วยบ่งบอกว่า ก่อนฝึกนั้นควรทำอะไร และลักษณะไหนที่ไม่สมควรฝึก เช่น บุคคลที่เจ็บป่วยด้วยโรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคกระดูก เป็นต้น การเจ็บป่วยด้วยโรคดังกล่าว ก็จะมีหลักการฝึกที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้น หลักการฝึกจึงมีความสำคัญอย่างมากสำหรับบุคคลที่จะออกกำลังกาย ควรมีการศึกษาถึงความสำคัญของการออกกำลังกายที่ถูกต้องและเหมาะสมกับตนเอง

ประเภทของการฝึก

Turan et al. (2019, pp. 10-12) ได้จำแนกประเภทของการฝึก ไว้ดังนี้

1. การฝึกแบบไอโซเมตริก (Isometric exercise) เป็นการฝึกโดยการเกร็งกล้ามเนื้อ ไม่มีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ได้แก่ การเกร็งกล้ามเนื้อมัดใด มัดหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งสักครู่ คลายและเกร็งใหม่ทำสลับกัน หรือการออกแรงดึงดันวัตถุที่ไม่เคลื่อนไหว เช่น ดันกำแพง วงกบบาน ประตู หรือพยายามยกเก้าอี้ที่เรา นั่งอยู่ เป็นต้น

2. การฝึกแบบไอโซโทนิค (Isotonic exercise) เป็นการฝึกต่อสู้กับแรงต้านทานโดยกล้ามเนื้อมีการหดตัวหรือคลายตัวด้วย หมายถึง มีการเคลื่อนไหวข้อต่อหรือแขน ขา ได้แก่ การยกสิ่งของขึ้นหรือวางลง การฝึกแบบนี้เป็นการบริหารกล้ามเนื้อมัด ต่าง ๆ โดยตรง ทำให้กล้ามเนื้อโตขึ้น แข็งแรงขึ้น

3. การฝึกแบบไอโซไคเนติก (Isokinetic exercise) เป็นการฝึกโดยให้ร่างกายต่อสู้กับแรงต้านทานด้วยความเร็วคงที่ นับเป็นการฝึกแบบใหม่ด้วยการประดิษฐ์เครื่องมือออกกำลังกายที่ทันสมัย ผูกกับเครื่องคอมพิวเตอร์คล้ายกับการฝึกแบบไอโซโทนิค แต่เป็นการออกแรงต่อเครื่องมือที่สร้างขึ้นมา ไม่ว่าดึงออกหรือเข้า ยกขึ้นหรือวางลงต้องออกแรงเท่ากันด้วยความเร็วเท่ากันเสมอ อีกเครื่องมือหนึ่ง ได้แก่ ลูกล (Treadmill) ผู้ใช้งานจะเดินหรือวิ่งสวนทางกับสายพานที่เคลื่อนที่เข้ามา ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ มีกลไกปรับระดับความเร็วได้ มีการติดตั้งอุปกรณ์วัดการเต้นของหัวใจ

4. การฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic exercise) เป็นการใช้พลังงานจากสารพลังงานหรือ ATP ที่สะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ ได้แก่ การทำงานเบา ๆ การวิ่งระยะสั้น ๆ การยกน้ำหนัก เป็นต้น

5. การฝึกแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic exercise) มักเรียกทับศัพท์ว่า การฝึกแบบแอโรบิก เป็นการฝึกที่ทำให้ร่างกายเพิ่มความสามารถสูงสุดใน การรับออกซิเจน ทำให้ได้บริหารหัวใจและปอด เป็นเวลานานพอที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นประโยชน์ขึ้นภายในร่างกาย เป็นการฝึกที่มีการ

เคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายด้วยระดับความเร็วปานกลางในระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาทีขึ้นไป ร่างกายจะหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปใช้ในการสร้างพลังงานเพิ่มขึ้นมากกว่าระดับปกติ ทำให้ระบบหายใจและระบบไหลเวียนของโลหิตทำงานมากขึ้นช่วงหนึ่ง ก่อให้เกิดความทนทานของระบบดังกล่าว การฝึกแบบแอโรบิก ได้แก่ ว่ายน้ำ ถีบจักรยาน เดินเร็ว เต้นแอโรบิก กระเชยเร็ว ยกน้ำหนักแบบแอโรบิก กระโดด เชือก วิ่งอยู่กับที่ เป็นต้น

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (กรมอนามัย 2545, น. 12-14) ได้แบ่งการฝึกออกเป็น 7 ประเภท คือ

1. การบริหารด้วยมือเปล่า (Calisthenics exercise) ใช้กระตุ้นร่างกายก่อนประกอบกิจกรรมออกกำลังกาย

2. การบริหารแบบยืด-เหยียด (Stretching exercise) เพื่อให้ข้อต่อมีความตึงอยู่ระยะหนึ่ง ควรทำก่อนออกกำลังกายหนัก

3. การฝึกแบบไอโซเมตริก (Isometric exercise) เป็นการฝึกโดยไม่มีการเคลื่อนไหวส่วนใด ๆ ของร่างกาย ได้แก่ การเกร็งกล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งหรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งสักครู่ คลายแล้วเกร็งใหม่ทำสลับกัน หรือออกแรงต้านวัตถุที่ไม่เคลื่อนไหว เช่น การดันพื้น เป็นต้น นอกจากนี้การเกร็งกล้ามเนื้อกำลัง 2 ใน 3 ของกำลังสูงสุดเป็นเวลา 6 นาที โดยทำเพียงวันละครั้งจะช่วยให้กล้ามเนื้อแข็งแรงได้

4. การฝึกแบบไอโซโทนิค (Isotonic exercise) เป็นการฝึกต่อสู้กับแรงต้านทานโดยกล้ามเนื้อมีการหดตัวด้วย ซึ่งหมายถึง มีการเคลื่อนไหวข้อต่อหรือแขนขาด้วย ได้แก่ การยกสิ่งของขึ้นแล้ววางลง การฝึกแบบนี้เป็นการบริหารกล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ โดยตรงทำให้ กล้ามเนื้อโตขึ้นแข็งแรงขึ้น

5. การฝึกแบบไอโซไคเนติก (Isokinetic exercise) เป็นการฝึกโดยให้ร่างกายต่อสู้กับแรงต้านทานด้วยความเร็วคงที่ ได้แก่ ลูกกลิ้ง ผู้เดินหรือวิ่งสวนทางกับสายพานที่เคลื่อนเข้ามาด้วยความเร็วสม่ำเสมอ มีกลไกปรับระดับความเร็วได้ มีการติดตั้งอุปกรณ์การวัดการเต้นของหัวใจด้วย

6. การฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic exercise) เป็นการใช้พลังงานจากสารพลังงาน หรือ ATP ที่สะสมอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ ได้แก่ การทำงานเบา ๆ การวิ่งเป็นการระยะสั้น 50 เมตร 100 เมตร หรือการยกน้ำหนัก เป็นต้น

7. การฝึกแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic exercise) มักเรียกทับศัพท์ว่า การฝึกแบบแอโรบิก เป็นการฝึกที่ทำให้ร่างกายเพิ่มความสามารถในการรับออกซิเจน ทำให้บริหารหัวใจและปอดเป็นเวลานานพอที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นประโยชน์ขึ้นภายในร่างกายด้วยความเร็วปานกลางในระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาที ร่างกายจะหายใจเอาออกซิเจนไปใช้ในการสร้างพลังงานเพิ่มขึ้นกว่าระดับปกติมาก ทำให้ระบบหายใจและระบบไหลเวียนเลือดทำงานมากขึ้นช่วงระยะเวลาหนึ่ง ก่อให้เกิดความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิต

สรุปได้ว่า ประเภทของการฝึกมีอยู่ 5 ประเภทหลัก ๆ ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะของการฝึก และมีผลลัพธ์จากการฝึกในแต่ละรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป คือ การฝึกแบบไอโซเมตริก แบบไอโซโทนิค แบบไอโซไคเนติก แบบไม่ใช้ออกซิเจนและแบบใช้ออกซิเจน และอาจมีการฝึกด้วยมือเปล่าเพื่อกระตุ้นร่างกายหรือการยืด-เหยียดกล้ามเนื้อร่วมด้วยเพื่อเป็นการเพิ่มความยืดหยุ่นให้กล้ามเนื้อ

หลักการกำหนดโปรแกรมการฝึก

การฝึกอย่างถูกต้องและเหมาะสม จะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่ออกกำลังกายในการฝึกนั้น เราจะต้องใช้หลักของสามสิ่ง ความถี่ (ระยะเวลา) ความหนักและชนิดของการฝึกที่ถูกต้อง (ศุภวรรณ ชาติศรีรินทร์ และ ราชานนท์ ง่วนใจรัก 2564, น. 1-12)

1. ควรเริ่มจากการฝึกอย่างช้าๆ สม่่าเสมอพยายามเพิ่มความหนักของการฝึกทีละน้อยในช่วงแรก

2. เลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับอายุ และสมรรถภาพของแต่ละบุคคล

3. ควรออกกำลังกายอย่างน้อย 3-5 วันต่อสัปดาห์ มีระยะเวลาในการฝึก 30-60 นาที โดยเน้นกิจกรรมการฝึกแบบแอโรบิก

4. อบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที โดยการยืดข้อต่อ และเอ็น กล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ที่ใช้ในการเคลื่อนไหวจากช้าไปเร็วขึ้นตามลำดับ หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการฝึก ควรค่อย ๆ ผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังการฝึกจนกระทั่งอยู่ในภาวะปกติ

5. ควรมีสุนัขในการฝึก เช่น แต่งกายให้เหมาะสมกับกิจกรรมการฝึก เสื้อ กางเกง รองเท้า รวมทั้งอุปกรณ์ในการฝึกควรสะอาดเรียบร้อย

6. ควรให้ทุกส่วนของร่างกายได้ออกกำลังกายอย่างทั่วถึง ไม่ควรมุ่งออกกำลังกายส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น

7. ควรคำนึงถึงสภาวะของร่างกาย ถ้าหากร่างกายอ่อนแออันเนื่องมาจากสาเหตุใดก็ตาม เช่น เจ็บป่วย อดนอน ฯลฯ การฝึกที่เคยกระทำอยู่นั้น อาจกลายเป็นว่าหนักเกินไปซึ่งอาจมีอาการบางอย่างแสดง เช่น ใจสั่น หน้ามืด หายใจขัด คลื่นไส้จะเป็นลม หากมีอาการเช่นนี้เกิดขึ้นให้หยุดทันที พักจนกว่าจะหายเหนื่อย หรืออาการดังกล่าวหายไป

ประโยชน์ของการฝึกต่อสุขภาพ

นัสมล บุตรวิเศษ และ อุปรีฏฐา อินทรสาด (2564, น. 1-106) จำแนกประโยชน์การฝึก ดังนี้

1. ประโยชน์ด้านร่างกาย การฝึกจะทำให้หัวใจและระบบต่าง ๆ ของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น เมื่อมีการฝึกกล้ามเนื้อจะมีการหดตัว มีความแข็งแรง มีกำลัง และมีความทนทานของกล้ามเนื้อเกิดขึ้น หากมีการฝึกสม่ำเสมอ กล้ามเนื้อจะมีการเจริญเติบโตขึ้น เส้นใยของกล้ามเนื้อมีขนาดโตขึ้น ทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

2. ประโยชน์ด้านจิตใจและอารมณ์ ผลการฝึกต่อจิตใจและอารมณ์ คือลดอาการวิตกกังวลอาการนอนไม่หลับเหนื่อยล้า ซึมเศร้าและความเครียด การฝึกทำให้บุคลิกภาพที่มั่นคงสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม เมื่อเกิดความเครียดจะปรับตัวได้เร็ว และดีกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกายการฝึกช่วยบรรเทาให้อาการซึมเศร้าดีขึ้น ความเครียดลดลงซึ่งเป็นผลมาจากการหลั่งสารโดปามีน (Dopamine) และ เซโรโทนิน (Serotonin) ภายในร่างกายซึ่งช่วย ลดอาการซึมเศร้า และภายหลังการฝึกจะมีการหลั่งฮอร์โมนเอนโดฟิน (Endorphin) มีฤทธิ์คล้ายมอร์ฟิน (Morphine) เพิ่มมากขึ้น ทำให้ร่างกายรู้สึกผ่อนคลายอารมณ์แจ่มใสมีความสุขจิตใจที่ดี และสามารถเผชิญความเครียดได้ดีขึ้น

3. ประโยชน์ด้านสติปัญญาการฝึก ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการเรียนรู้ ตลอดจนความสามารถในการปรับตัวเข้ากับเหตุการณ์ใหม่ ๆ เนื่องจาก

กิจกรรมและสถานการณ์การฝึกมีความหลากหลาย ทำให้ผู้ออกกำลังกายได้เรียนรู้และพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ของตัวเอง

4. ประโยชน์ด้านสังคมการฝึกจะช่วยให้มีภาวะทางสังคม เพราะ การฝึกเป็นกิจกรรมทางสังคม ลักษณะกิจกรรมออกกำลังกายจะเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีสุขภาพดีมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมพัฒนาทักษะทางสังคมให้กับผู้ที่ออกกำลังกาย

ชลิดา เถาว์ชาลี (2565, น. 1-17) สรุปผลของการฝึกไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สุขภาพดีขึ้น
2. ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพให้ร่างกาย
3. ทำให้บุคลิกภาพท่าทางและการทรงตัวที่ดี
4. เพิ่มความภูมิใจในตนเอง
5. ช่วยควบคุมน้ำหนัก
6. ทำให้กล้ามเนื้อและกระดูกแข็งแรง
7. ทำให้รู้สึกมีพลัง
8. ทำให้ผ่อนคลาย ลดความเครียด และลดความซึมเศร้า
9. ทำให้จิตใจสบาย อารมณ์แจ่มใส
10. ทำให้ผู้สูงอายุ เคลื่อนไหวได้ดีโดยไม่พลัดหกล้มง่าย
11. ลดความเสี่ยงจากการเป็นโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่
12. ช่วยลดความดันโลหิต ในผู้เป็นโรคความดันโลหิตสูง
13. ลดความเสี่ยงจากการตายด้วยโรคหัวใจ
14. ลดความเสี่ยงจากการตายก่อนวัยอันควร

สรุปได้ว่า ประโยชน์ของกายออกกำลังกายเพื่อสุขภาพนั้นมีประโยชน์ในแต่ละด้านที่แตกต่างกันออกไป เช่น ด้านร่างกายจะเพิ่มความแข็งแรง กำลัง และความทนทานของกล้ามเนื้อ ด้านจิตใจและอารมณ์ช่วยลดอาการวิตกกังวล เหนื่อยล้าและความเครียด ด้านจะช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความสามารถในการเรียนรู้ และด้านสังคมการฝึกจะช่วยให้มีภาวะทางสังคม เปิดโอกาสให้ผู้ที่มีสุขภาพดีมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมพัฒนาทักษะทางสังคมให้กับผู้ที่ออกกำลังกาย รวมไปถึงการช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่าง ๆ และความเสี่ยงจากการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร

กีฬาฟุตซอล

ประวัติความเป็นมากีฬาฟุตซอล

ฟุตซอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทั้งในต่างประเทศและประเทศไทยเป็นกีฬาที่เล่นกันมานาน ดังประวัติความเป็นมาดังนี้ (Fédération Internationale de Football Association (FIFA), 2022, pp. 1-172) คำว่า “ฟุตซอล Futsal” เป็นคำที่ใช้เรียกในการแข่งขันระหว่างชาติจากภาษาสเปนและโปรตุเกสที่ใช้เรียก “ซอคเกอร์ (Soccer)” ว่า “Futbol หรือ Futehol” และ คำว่า “ในร่ม (Indoor)” นำมาจากภาษาฝรั่งเศสและภาษาสเปน ที่เรียกว่า “Salon หรือ Sala” เป็นการแข่งขันที่มักเรียกกันอยู่เสมอ ๆ ว่าเป็นการเล่นฟุตบอล 5 คน (Five-A-side football on soccer) กีฬาฟุตซอลใช้เล่นในสนามบาสเกตบอลและสามารถเล่นได้กับพื้นผิวสนามหลายแบบ ลูกบอลที่ใช้มีการกระดอนน้อย ผู้เล่นต้องใช้ความสามารถทางทักษะอย่างมาก ในการบังคับให้เกิดการเคลื่อนที่ เป็นกีฬาที่พัฒนาให้เกิดทักษะต่าง ๆ อย่างมาก ต้องการปฏิกิริยาตอบสนองที่รวดเร็ว ความคิดที่ฉับไวและการส่งที่แม่นยำ ทำให้การแข่งขันมีความตื่นเต้นเร้าใจทั้งผู้เล่นและผู้ชม การเล่นกีฬาฟุตซอลเริ่มแรกนับย้อนหลังไปตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1930 ที่เมืองมอนเตวิเดโอ ประเทศอุรุกวัย ในขณะนั้น Juan Carlos Ceriani ได้คิดค้นการเล่นฟุตบอล 5 คน เพื่อใช้แข่งขันในระดับเยาวชนของวาย เอ็ม ซี เอ (YMCA) การแข่งขันเล่นกันในสนามบาสเกตบอล ทั้งในร่มและกลางแจ้งโดยไม่มีการใช้กำแพงกั้นด้านข้าง ต่อมาก็กีฬาฟุตซอลได้ขยายออกไปทั่วในอเมริกาโดยเฉพาะในบราซิล ทักษะต่าง ๆ ได้ถูก พัฒนาใช้ในการเล่นอย่างเห็นได้ชัดในสไตล์การเล่นของผู้เล่นระดับโลก ที่นำไปใช้เล่น ในสนามใหญ่ เช่น เปเล่ ซิโก้ โสเครตีส เบเนโต และผู้เล่นในระดับดาวเด่นอื่นๆ ของบราซิลอีกหลายคน ที่พัฒนาทักษะจากการเล่นฟุตซอล ในขณะที่บราซิลเป็นจุดศูนย์กลางในการพัฒนาการเล่นกีฬาฟุตซอลอย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันฟีฟ่าได้รับเอาการแข่งขันกีฬาฟุตซอลไว้ ภายใต้การควบคุมดูแลโดยมีประเทศทั่วโลกกว่า 100 ประเทศ จากยุโรป อเมริกาเหนือ อเมริกากลาง แคริบเบียน อเมริกาใต้ แอฟริกา เอเชียและโอเชียเนีย ซึ่งมีผู้เล่นกว่า 12 ล้านคน การแข่งขันกีฬาฟุตซอลในประเทศไทยเริ่มจัดการแข่งขันอย่างเป็นทางการเมื่อปี พ.ศ. 2535 - 2536 โดย ความร่วมมือระหว่างสมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์กับบริษัท รีบอค (Reebok) โดยนำทีมสโมสรฟุตบอลระดับถ้วยพระราชทานประเภท ก ซึ่งเป็นระดับสูงสุดเข้าร่วมแข่งขัน ต่อมาในปีพ.ศ. 2540 บริษัท เดอะมอลล์กรุ๊ป จำกัด เริ่มเข้ามาดำเนินการจัดการแข่งขันร่วมกับสมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยใช้ชื่อว่า “Bangkok Star Indoor Soccer”

ทักษะพื้นฐานกีฬาฟุตซอล

เนื่องจากทักษะกีฬาฟุตซอลมีวิธีการเล่นที่ความคล้ายคลึงกับทักษะกีฬาฟุตบอล ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาทักษะกีฬาฟุตบอลเพื่อนำมาประกอบการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้ เพราะกีฬาฟุตซอลเป็นการประยุกต์หรือดัดแปลงมาจากกีฬาฟุตบอล ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกทักษะที่เกี่ยวข้องกับ

1. การเลี้ยงบอล

ชัยวัฒน์ อันปัญญา และ ญดา ธาตานุรักษ์ดี (2566, น. 719-730) ได้อธิบายทักษะการเลี้ยงบอลในกีฬาฟุตซอลไว้ดังนี้ การเลี้ยงบอลนับเป็นหัวใจสำคัญของนักฟุตซอล เพราะหากนักกีฬาขาดทักษะการเลี้ยงบอลจะทำให้เสียโอกาสต่าง ๆ ได้ง่ายแม้กระทั่งการทำประตู การเลี้ยงบอลยังเป็น

การแสดงออกถึงขีดความสามารถและความชำนาญในการเล่นหรือทักษะพื้นฐานของผู้เล่นได้ อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังมีการหลอกหลอเพื่อพลิกแพลงต่าง ๆ ตามจังหวะและโอกาสที่จะอำนวยให้ ในการหลอกคู่ต่อสู้ นั้น ๆ ผู้ที่เลี้ยงลูกบอลได้ดีนั้นจะต้องมีทักษะเบื้องต้นของการเล่นฟุตบอลที่ดี นักกีฬาที่มีความสามารถและมีความชำนาญในการเล่นจะใช้วิธีการเลี้ยงลูกที่เหมาะสม สะดวกใน ระดับและจังหวะของลูกบอลต่าง ๆ กันได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ โดยลูกที่เลี้ยงนั้นอยู่ใน การครอบครองและพร้อมที่จะเล่นต่อไปได้ตามความต้องการ

1.1 ข้อปฏิบัติในการเลี้ยงบอล

1.1.1 ลูกบอลต้องอยู่ข้างหน้า

1.1.2 ตาต้องจ้องมองลูกจนกว่าจะเสียได้

1.1.3 ถ้าใช้ข้างเท้าด้านนอกเลี้ยงลูกให้หัวแม่เท้าปิดเข้าข้างใน ขณะเลี้ยงลูกและศูนย์ ถ่วงของน้ำหนักตัวอยู่เหนือลูก ใช้ข้างเท้าด้านนอกเลี้ยงลูกให้พุ่งตรงไปข้างหน้า

1.1.4 ถ้าใช้ข้างเท้าด้านในเลี้ยงลูก ต้องแบะปลายเท้าออกด้านนอก และศูนย์ถ่วงของ น้ำหนักตัวอยู่เหนือลูก ใช้ข้างเท้าด้านในเลี้ยงลูกให้เฉียงไปข้างหน้า

1.2 เทคนิคการเลี้ยงบอล

การเลี้ยงลูกหรือบังคับลูกสามารถปฏิบัติด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1.2.1 การเลี้ยงลูกด้วยข้างเท้าด้านใน

1.2.2 การเลี้ยงลูกด้วยข้างเท้าด้านนอก

1.2.3 การเลี้ยงลูกด้วยหลังเท้า

1.2.4 การเลี้ยงลูกด้วยฝ่าเท้า

2. การเตะลูกบอล

พจนานุกรม อภิเดช (2563, น. 8-13) กล่าวถึงทักษะการเตะในกีฬาฟุตบอลไว้ ดังนี้ การเตะ ลูกด้วยข้างเท้าด้านใน การส่งบอลด้วยข้างเท้าด้านในเป็นวิธีการเตะบอลที่มีความแม่นยำที่สุดในการ เตะ เพราะพื้นที่ที่ข้างเท้าด้านในมีพื้นที่สัมผัสค่อนข้างมากและง่ายแก่การบังคับวิธีการเตะ ตาต้องจ้อง มองถูกยืนหันข้างเท้าหลักเข้าหาลูก ย่อขาหลักลง กวาดอีกข้างไป ด้านหลังลักษณะแบะขาออกให้ข้าง เท้าด้านในตั้งฉากกับลูกบอล ในทิศทางที่จะเตะไป สูงจากพื้น เล็กน้อย เกร็งเท้าไม่ให้สะบัดกระแทก ไปยังลูกขณะสัมผัสบอล

1. การเตะลูกด้วยข้างเท้าด้านนอก

2. การเตะลูกด้วยหลังเท้า

3. การเตะลูกด้วยหัวรองเท้า

4. การเตะด้วยปลายฝ่าเท้า

สรุป การเตะลูกบอลมีการเตะลูกหลายรูปแบบคือ การเตะลูกด้วยเท้าด้านนอก ด้วยหลัง เท้า ด้วยหัวรองเท้าและด้วยปลายฝ่าเท้า แต่การเตะลูกด้วยข้างเท้าด้านใน เป็นวิธีการเตะบอลที่มี ความแม่นยำที่สุดในการเตะ เพราะพื้นที่ที่ข้างเท้าด้านในมีพื้นที่สัมผัสค่อนข้างมากและง่ายแก่การ บังคับวิธีการเตะ การเตะลูกบอลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับพื้นฐานการเล่นฟุตบอล

3. การยิงประตู

พุทฺธิพงศ์ นากา (2564, น. 76-87) อธิบายทักษะการยิงประตู (Shooting) มีหลายลักษณะด้วยกันขึ้นอยู่กับสถานการณ์ เวลา โอกาส และความสามารถเฉพาะตัวของผู้เล่น ซึ่งต้องอาศัยทักษะการเตะลูกนำมาใช้ในการยิงประตูหลักในการยิงประตู ควรพิจารณาถึงส่วนสำคัญของการยิงประตู ได้แก่

- ความแม่นยำ ความเร็วและความแรง
- ตามองเห็นเป้าหมายและมองเห็นที่ลูกบอลขณะที่ยิงประตู
- ยิงประตูได้ทุกจังหวะและโอกาสที่มี
- ความเป็นอัตโนมัติหรือสัญชาตญาณในสถานการณ์

สรุป การยิงประตู คือ การส่งลูกบอลให้เข้าประตูฝ่ายตรงข้ามโดยการใช้ทักษะแบบต่าง ๆ ในการทำประตูโดยไม่ผิดกติกา เป็นความสามารถเฉพาะตัวของผู้เล่นซึ่งก็ต้องอาศัยทักษะการเตะลูกบอลแบบต่าง ๆ เช่น การเตะลูกหลังเท้า การเตะลูกด้วยข้างเท้าด้านใน การเตะลูกด้วยหัว รองเท้า การโหม่ง การใช้เข่า เป็นต้น การยิงประตูจึงเป็นการตัดสินใจการแพ้หรือชนะในกีฬาฟุตบอล

ประโยชน์และประเภทของกีฬาฟุตบอล

ประโยชน์ที่ได้รับจากกีฬาฟุตบอลมีมากมายหลายด้านเกิดได้ทั้งตนเอง สังคม และประเทศชาติ ดังนี้

1. ประโยชน์ทางด้านร่างกายพบว่าร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยา ดังนี้
 - 1.1 ทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรง และอดทน
 - 1.2 ทำให้การยืดและหดของกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพ
 - 1.3 ทำให้การหายใจและการไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น
 - 1.4 ทำให้การขับถ่ายและการรักษาอุณหภูมิของร่างกายดีขึ้น
 - 1.5 ทำให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและคล่องแคล่วว่องไว
 - 1.6 ทำให้เกิดทักษะการเคลื่อนไหว ซึ่งนำไปสู่การเคลื่อนไหวของการเล่นกีฬาหลาย

ประเภท และการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติอื่น ๆ

- 1.7 ทำให้ร่างกายมีการทรงตัวที่ดี
- 1.8 ทำให้อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน
- 1.9 ทำให้เป็นผู้มีบุคลิกภาพดี สง่างาม
2. ประโยชน์ทางด้านจิตใจ สรุปได้ดังนี้
 - 2.1 ทำให้จิตใจสบาย อารมณ์แจ่มใส สดชื่น
 - 2.2 ทำให้ผ่อนคลายความตึงเครียดของอารมณ์
 - 2.3 ทำให้รู้จักอดกลั้นอารมณ์เมื่อพบกับสิ่งที่ไม่ดี
 - 2.4 ทำให้มีจิตใจอดทนและเสียสละ
 - 2.5 ทำให้รู้จักการเป็นผู้ให้มากกว่าผู้รับ
 - 2.6 ทำให้เป็นผู้มีน้ำใจนักกีฬา
 - 2.7 ทำให้เกิดความพึงพอใจในความสามารถของตนเอง
 - 2.8 ทำให้เป็นผู้มีจิตใจแข็งแกร่ง มีสมาธิมั่นคง

3. ประโยชน์ทางด้านทัศนคติที่ดีทางกีฬา สรุปได้ดังนี้
 - 3.1 ทำให้รู้จักเคารพสิทธิของผู้อื่น
 - 3.2 ทำให้รู้จักปฏิบัติตนในขอบเขตอันพึงกระทำ
 - 3.3 ทำให้รู้จักรักความยุติธรรม
 - 3.4 ทำให้รู้จักมองคนในแง่ดี
 - 3.5 ทำให้รู้จักแพ้รู้จักชนะ และรู้จักอภัย
 - 3.6 ทำให้เป็นผู้รักการออกกำลังกายหรือเล่นฟุตบอลเป็นนิสัย
4. ประโยชน์ทางด้านสังคม สรุปได้ดังนี้
 - 4.1 ทำให้มีเพื่อนใหม่และรู้จักสามัคคี
 - 4.2 ทำให้รู้จักการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ
 - 4.3 ทำให้เป็นที่รู้จักและยอมรับในสังคม
 - 4.4 ทำให้มีวินัย เคารพกฎระเบียบของสังคม
 - 4.5 ทำให้รู้จักการเป็นผู้นำ ผู้ตามที่ดี
 - 4.6 ทำให้เป็นบุคคลที่มีมารยาทดีในสังคม
 - 4.7 ทำให้เกิดความเสมอภาคขึ้นในสังคม
 - 4.8 ทำให้วิถีการดำเนินชีวิตมีแนวโน้มไปในทางที่ดี ไม่ก่อปัญหาให้กับสังคม
 - 4.9 นักกีฬาฟุตบอลที่ดีย่อมเป็นแบบอย่างที่ดีของเยาวชนรุ่นต่อ ๆ ไป
5. ประโยชน์ทางด้านสติปัญญา สรุปได้ดังนี้
 - 5.1 ทำให้เป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - 5.2 ทำให้มีความรู้ด้านกฎ กติกา ระเบียบ ยุทธวิธี และระบบการแข่งขัน
 - 5.3 ทำให้มีไหวพริบดี รู้จักการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า
 - 5.4 ทำให้เป็นผู้รู้จักวิเคราะห์สถานการณ์ล่วงหน้า
 - 5.5 ทำให้เป็นผู้รู้จักตั้งเป้าหมายและวางแผนงานล่วงหน้า
 - 5.6 ทำให้กล้าแสดงออกทางกายและการเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
6. ประโยชน์ทางการเมือง

กีฬาได้ถูกนำเอาไปใช้เป็นเครื่องมือทางการเมืองของประเทศที่มีระบอบและแนวคิดทางการเมืองที่แตกต่างกัน ทั้งเป็นการเสริมสร้างความสัมพันธ์อันดีแก่ประเทศเหล่านั้น และการกีดกันของประเทศคู่กรณี ตลอดจนเป็นการโฆษณาชวนเชื่อต่าง ๆ การดำเนินกิจการหลาย ๆ อย่างของสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติล้วนมีตัวแปรมาจากการเมือง เช่น การตัดสินใจเลือกประเทศที่จะเป็นเจ้าภาพฟุตบอลโลกในครั้งต่อ ๆ ไปด้วย

7. ประโยชน์ทางด้านชื่อเสียงของประเทศ

หลายคนได้รู้จักประเทศไทยผ่านทางนักกีฬาทีมชาติไทยที่สร้างชื่อเสียงให้กับประเทศไทย เรารู้จักชื่อนักฟุตบอลที่เก่งที่สุดในโลกมากกว่าชื่อนายกรัฐมนตรีของประเทศเสียอีก ถ้าพูดถึงกีฬาฟุตบอล กีฬาฟุตบอลทุกคนต้องรู้จักประเทศบราซิล หากการแข่งขันฟุตบอลโลกและ ฟุตบอลโลกครั้งใดไม่มีประเทศบราซิลเข้าร่วมการแข่งขัน คนดูจะรู้สึกเหมือนขาดสีสันไปเลย

8. ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ

ในการแข่งขันฟุตบอลนั้สำคัญ ๆ เช่น ฟุตบอลชิงแชมป์โลกล้วนนำผลประโยชน์เข้ามาสู่ประเทศเจ้าภาพเป็นจำนวนมหาศาล ไม่ว่าจะเป็นรายได้ที่ได้จากการจัดการแข่งขัน เครื่องอำนวยความสะดวก อาคารสถานที่ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแต่ไม่สามารถตีเป็นจำนวนเงินได้ ปัจจุบันกีฬาฟุตบอลและฟุตบอลจัดเป็นธุรกิจที่ให้ผลตอบแทนสูงเป็นอย่างยิ่ง

สรุปได้ว่า ประโยชน์และประเภทของกีฬาฟุตบอล มีหลายด้านซึ่งแต่ละด้านจะให้ประโยชน์ที่แตกต่างกันออกไปแต่สุดท้ายแล้วยังเป็นประโยชน์ที่ส่งผลดีกับผู้ที่ทำการเล่นกีฬาฟุตบอลในหลายๆด้าน เช่น ประโยชน์ทางด้านร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยา จิตใจ ทักษะคิดด้านกีฬา ด้านสังคม ด้านสติปัญญา ด้านการเมือง ด้านชื่อเสียงของประเทศ ด้านเศรษฐกิจ

สมรรถภาพทางกายสำหรับการฝึกกีฬาฟุตบอล

สมรรถภาพทางกาย เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทำให้ร่างกายมีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง ซึ่งจะส่งผลให้ชีวิตประจำวันเป็นไปอย่างมีคุณภาพและมีความสุข ซึ่งสมรรถภาพทางกายจะส่งผลถึงความสามารถในการเล่นกีฬาซึ่ง American College of Sports Medicine (ACSM) ให้ความหมายของคำว่า “สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการเคลื่อนไหวทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้นานติดต่อกันโดยไม่เหน็ดเหนื่อย (นิติชัย สงวนศรี ขวพัส โตะเจริญบติ และ อรญา บุตรอำ, 2568, น. 716-730) ซึ่งสมรรถภาพร่างกายประกอบด้วย สมรรถภาพร่างกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health-related physical fitness) ได้แก่ ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ความยืดหยุ่น ความแข็งแรง ความทนทานของกล้ามเนื้อ และสัดส่วนของร่างกาย สมรรถภาพร่างกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill -related physical fitness) ซึ่งได้แก่ความคล่องแคล่ว พละกำลัง ความเร็ว ความสมดุล ปฏิภานตอบสนอง และการประสานสัมพันธ์ (นิติชัย สงวนศรี, ขวพัส โตะเจริญบติ, และ อรญา บุตรอำ, 2568, น. 716-730) ซึ่งกีฬาทุกประเภทจะต้องอาศัยสมรรถภาพร่างกายทั้ง 2 องค์ประกอบ จึงทำให้มีความสามารถทางกีฬาได้ดี

คณะกรรมการนานาชาติ ได้จัดทำมาตรฐานการทดสอบสมรรถภาพร่างกาย (International of the standardization of physical fitness test) ที่ต้องทดสอบในนักกีฬาโดยมีการทดสอบ 7 ประเภท ดังนี้ (ณัฐพล วรพัคตร์ ลักษณะิ ฉิมวงษ์ และ อนันต์ มาลารัตน์, 2564, น. 109-120)

1. ความเร็ว (Speed) คือความสามารถของร่างกายที่เคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด

2. พลังกล้ามเนื้อ (Muscle power) คือความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานอย่างรวดเร็วและแรงในจังหวะของกล้ามเนื้อหดตัว 1 ครั้ง เช่น ยื่นกระโดดไกล

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) คือความสามารถของกล้ามเนื้อที่หดตัวครั้งเดียวได้แรงที่สุดไม่จำกัดเวลา

4. ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance anaerobic capacity) คือความสามารถของกล้ามเนื้อที่ได้ประกอบกิจกรรมซ้ำ ๆ ได้เป็นระยะเวลานานอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) คือความสามารถของร่างกายที่จะบังคับควบคุมในการเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนที่ได้ด้วยความรวดเร็วและแม่นยำ

6. ความอ่อนตัว (Flexibility) คือความสามารถของข้อต่อต่างๆในการเคลื่อนไหวอย่างเต็มช่วงการเคลื่อนไหว

7. ความอดทนทั่วไป (General endurance) คือความสามารถในการทำงานในระบบต่าง ๆ ในร่างกายที่ทำงานได้นานและมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายสำหรับการฝึกกีฬาฟุตบอล ประกอบด้วยสมรรถภาพร่างกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพจะทำให้มีความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ความยืดหยุ่น ความแข็งแรง ความทนทานของกล้ามเนื้อและสัดส่วนของร่างกาย และสมรรถภาพร่างกายที่สัมพันธ์กับทักษะ จะทำให้มีความคล่องแคล่ว พล่งกำลัง ความเร็ว ความสมดุล ปฏิกริยาตอบสนอง และการประสานสัมพันธ์ ซึ่งกีฬาทุกประเภทจะต้องอาศัยสมรรถภาพร่างกายทั้ง 2 องค์ประกอบ จึงทำให้ผู้ที่มีสมรรถภาพทางร่างกายทั้ง 2 องค์ประกอบนี้มีความสามารถทางกีฬาได้ดีกว่าบุคคลทั่วไป

ระบบประสาทกล้ามเนื้อ

กายวิภาคศาสตร์ของกล้ามเนื้อลาย

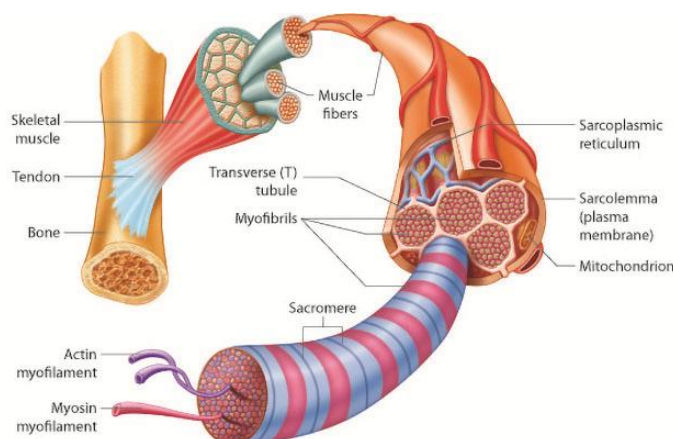
ระบบกล้ามเนื้อถือเป็นระบบที่สำคัญที่สุดในการออกกำลังกาย เพราะเป็นตัวจักรสำคัญที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว การเคลื่อนไหวของร่างกายอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อลายซึ่งในร่างกายมีทั้งหมด 792 มัด ถือได้ว่ากล้ามเนื้อลายเป็นอวัยวะที่มีน้ำหนักมากที่สุดในร่างกาย คือ ประมาณ 40% ของน้ำหนักตัว

1. กายวิภาคศาสตร์ของกล้ามเนื้อลายที่เป็นพื้นฐานของการทำงาน

กล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ เป็นกล้ามเนื้อที่เกาะอยู่กับกระดูก และมีบทบาทสำคัญต่อการเคลื่อนไหวของร่างกาย

กล้ามเนื้อลายประกอบด้วยเซลล์ลักษณะเป็นเส้นยาว เรียกว่า ไยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) ความยาวของใยกล้ามเนื้อจะเท่ากับมัดกล้ามเนื้อที่ใยกล้ามเนื้อนั้นเป็นองค์ประกอบอยู่ ไยกล้ามเนื้อมีลายตามขวาง และมีเยื่อหุ้มเซลล์ เรียกว่า ซาร์โคเลมมา (Sarcolemma) ซึ่งมีเนื้อเยื่อประสานหุ้มอีกชั้นหนึ่งเรียกว่า เอนโดไมเซียม (Endomysium) ไยของกล้ามเนื้อลาย มีนิวเคลียสหลายอันอยู่ด้านข้างของเซลล์ เรียงตัวกันเป็นระยะตลอดแนวความยาวของเซลล์ แต่ละเซลล์มีปลายประสาทมาเลี้ยงเพื่อกระตุ้นให้เกิดการหดตัว ไยกล้ามเนื้อลายประกอบด้วยเส้นใยขนาดเล็กเรียกว่า ไมโอไฟบริล (Myofibril) แต่ละไมโอไฟบริลประกอบด้วยฟิลาเมนต์ (Filament) ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ชนิดหนา (Thick filament) และชนิดบาง (Thin filament) ไยกล้ามเนื้อหลายใยรวมกันเป็นมัดกล้ามเนื้อ และมีเนื้อเยื่อประสานหุ้มเรียกว่า เพอริไมเซียม (Perimysium) มัดของกล้ามเนื้อขนาดเล็กนี้รวมกันเป็นมัดใหญ่และมีเนื้อเยื่อประสานเรียกว่า อีพิไมเซียม (Epimysium) หุ้มอยู่ การทำงานของกล้ามเนื้อชนิดนี้อยู่ในอำนาจจิตใจจึงเรียกว่า กล้ามเนื้อโวลันทารี (Voluntary muscle) (ภาพ 2.1)

กล้ามเนื้อลายของร่างกายถูกเลี้ยงโดยประสาทยนต์ (Motor nerve) โดยมีประสาทยนต์ทั้งหมด 420,000 ใย ไยประสาทส่งเข้าไปเลี้ยงกล้ามเนื้อตรงบริเวณที่เรียกว่า Neuromuscular junction กล้ามเนื้อลายมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึง 75% มีโปรตีน 20% ส่วนอีก 5% เป็นเกลือแร่และสารอื่น ๆ ที่เป็นต้นตอของพลังงาน



ภาพที่ 2.1 ภาพของกล้ามเนื้อลายแสดง Fascicle และ Muscle fiber หมายถึง. จาก สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (พิมพ์ครั้งที่ 4). ชูศักดิ์ เวชแพทย และ กันยา ปาละวิรัตน์. (2536). คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.

2. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ

การหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อเช่นนี้จะเกิดขึ้นเหมือนกับช่วงก่อนและระหว่างเกิดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อภายหลังสัตว์ตาย การหดตัวนี้จะทำให้เนื้อเหนียวและสูญเสียน้ำในเนื้อไปด้วยการหดตัว ต้องการใช้พลังงานเพิ่มเติมจากที่เคยใช้ในกล้ามเนื้อระยะพักตัวตามปกติเป็นพลังงานที่ได้มาจาก ATP โดยถูกเอนไซม์ Myosin ATP-ase ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ได้เป็น ADP และ P_i ซึ่งจะพบเอนไซม์ Myosin ATP-ase ที่บริเวณส่วนหัวของไมโอซินโมเลกุล (Myosin molecule) เมื่อกล้ามเนื้อทำงานจะมีการหดตัวที่เรียกว่า Contraction แล้วตามด้วยการคลายตัวที่เรียกว่า Relaxation

2.1 กลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อ

2.1.1 การหดตัว (Contraction)

ในขณะที่ใยกล้ามเนื้ออยู่ในระยะพักนั้นมี Ca^{2+} อยู่ใน Sarcoplasm น้อย โดยเก็บไว้ใน Sarcoplasmic reticulum แต่มี ATP ความเข้มข้นสูง และ ATP นี้จับอยู่กับ ATP-binding sites ของ Myosin cross bridges และ Cross bridges นี้ถูกป้องกันไม่ให้ไปรวมกับ Actin ของ Thin myofilament โดยการมี Tropomyosin-troponin complex จับไว้กับ Actin และ ATP รวมอยู่กับ Myosin cross bridges

เมื่อ Muscle action potential ผ่านมาถึงบริเวณ Sarcoplasmic reticulum จะทำให้มีการปล่อย Ca^{2+} จากที่เก็บ และ Ca^{2+} จะรวมกับ Troponin กลายเป็น Calcium-binding protein ซึ่งมีโครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้ Protein เคลื่อนออกไปและเปิด Myosin binding site

ส่วน Myosin cross bridges ซึ่งทำหน้าที่เป็น ATP enzyme จะทำหน้าที่สลาย ATP ให้กลายเป็น ADP และ P_i พลังงานที่ได้จากการสลาย ATP นั้นจะทำหน้าที่เร่ง Myosin cross bridge ให้ไปจับกับ Myosin binding site จึงเป็นผลให้มีการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของ Myosin cross bridge ใหม่ ทำให้ Actin myofilaments เคลื่อนเข้าไปหา Myosin myofilament

จึงเป็นผลทำให้ 2 Lines ของ sarcomere ถูกดึงเข้ามาหากัน หมายถึง Sarcomere มีช่วงสั้นเข้าและใยกล้ามเนื้อก็หดสั้นเข้าด้วย นั่นคือกล้ามเนื้อทั้งหมดหดสั้นด้วยในขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่ ระยะระหว่าง Z-lines อาจสั้นเข้าไป 50% ของความยาวขณะพัก (Resting length)

2.1.2 การคลายตัว (Relaxation)

การคลายตัวของกล้ามเนื้อ (Relaxation) หมายถึง การกลับสู่สภาวะเดิมก่อนจะเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถวัดได้จากความตึงตัวของกล้ามเนื้อที่ลดลง การคลายตัวจะทำให้สภาวะต่าง ๆ ที่เคยเกิดขึ้นเปลี่ยนกลับไปสู่สภาวะเดิมอีกครั้งหนึ่ง สภาวะเหล่านี้ได้แก่ สภาวะที่มีปริมาณ ATP ค่อนข้างสูง และระดับ Ca^{2+} ที่มีใน Sarcoplasm กลับคืนสู่ระดับปกติ

3. ชนิดของการหดตัวทางเชิงกล

การหดตัวทางเชิงกลของกล้ามเนื้อสามารถแบ่งได้เป็นหลายแบบโดยอาศัยพื้นฐานที่แตกต่างกัน

3.1 ชนิดของการหดตัวที่เกี่ยวกับความยาวและความตึง แบ่งได้ 2 แบบ คือ

3.1.1 การหดตัวไอโซเมตริก (Isometric contraction) การหดตัวชนิดนี้ความยาวของกล้ามเนื้อคงที่

3.1.2 การหดตัวไอโซโทนิค (Isotonic contraction) การหดตัวชนิดนี้ ความตึงของกล้ามเนื้อคงที่

3.2 การหดตัวที่สัมพันธ์กับความยาวของกล้ามเนื้อ แบ่งได้ 2 แบบ คือ

3.2.1 การหดตัวแบบคอนเซนตริก (Concentric contraction) การหดตัวแบบนี้เกิดขึ้นเมื่อความยาวของกล้ามเนื้อสั้นเข้า การหดตัวแบบนี้เป็นการหดตัวที่ได้แรงงาน เรียกว่า Positive work

3.2.2 การหดตัวแบบเอกเซนตริก (Eccentric contraction) การหดตัวแบบนี้เกิดขึ้นในขณะที่กล้ามเนื้อยาวออกไป เป็นการหดตัวเพื่อช่วยพยุงน้ำหนัก่วงที่เคลื่อนออกไป จึงไม่ได้งานที่เห็นภายนอก เรียกการหดตัวแบบนี้ว่า Negative work เช่น การทำงานของกล้ามเนื้อขาขณะเมื่อทำการหยุดวิ่งทันที กล้ามเนื้อจะหดตัวเพื่อทำให้การวิ่งหยุดลง แต่โมเมนตัมของร่างกายจะทำให้กล้ามเนื้อขาถูกยืดออก

4. ชนิดของกล้ามเนื้อลาย

ใยของกล้ามเนื้อลายมีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกัน เช่น ใยของกล้ามเนื้อลายมีสีต่างกัน ขึ้นอยู่กับจำนวนไมโอโกลบิน (Myoglobin) ในกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อที่มีไมโอโกลบินมากเรียกว่า Red muscle fiber ส่วนกล้ามเนื้อที่มีไมโอโกลบินน้อย เรียกว่า White muscle fiber สำหรับ Red muscle fiber นั้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าแต่มี Mitochondria และหลอดเลือดฝอยมากกว่า ส่วน White muscle fiber มี Sarcoplasmic reticulum มากกว่า Red muscle fiber โดยอาศัยคุณลักษณะโครงสร้างและหน้าที่ทำให้ในปัจจุบันนี้สามารถแบ่งใยกล้ามเนื้อลายออกได้เป็น 2 ชนิด

4.1 Type I fiber อาจเรียกว่า Slow-twitch (ST) หรือ Slow-oxidative (SO) ชนิดนี้มีสีแดง มีไมโอโกลบิน Mitochondria และหลอดเลือดฝอยมาก สามารถสลาย ATP ได้ช้าจึงทำให้หด

ตัวได้เข้าแต่ทนทานต่อความเมื่อยล้า กล้ามเนื้อชนิดนี้พบมากในกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่รักษาท่าทางของร่างกาย

4.2 Type II fibers อาจเรียกว่าเป็น Fast twitch (FT) หรือ Fast glycolytic fiber (FG) มีสีขาว มีไมโทคอนเดรีย Mitochondria และหลอดเลือดฝอยน้อยแต่มีไกลโคเจนมาก กล้ามเนื้อชนิดนี้เมื่อยล้าได้ง่ายแต่สามารถสลาย ATP ได้เร็วจึงหดตัวได้เร็ว พบกล้ามเนื้อชนิดนี้ได้ทั้งบริเวณแขนและขา

5. คุณสมบัติบางประการของกล้ามเนื้อ

5.1 ความสัมพันธ์ของความยาวกับความตึงของกล้ามเนื้อ

ความตึงของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการหดตัว ทั้งในกรณีการหดตัวครั้งเดียวหรือหดตัวเกร็งขึ้นอยู่กับความยาวตอนต้นของกล้ามเนื้อ (Initial muscle length) กล้ามเนื้อที่ตัดออกมาจากร่างกาย เมื่อไม่ได้ถูกกระตุ้นจะมีความตึงเป็นศูนย์ เรียกว่า เป็นความยาวสมดุล (Equilibrium length) เมื่อกล้ามเนื้อถูกยืดออก เนื้อเยื่อที่ยึดอยู่ในกล้ามเนื้อนั้นจะยืดออกไปด้วย จึงทำให้ความตึงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ตามปกติกล้ามเนื้อที่อยู่ในร่างกายเอ็นของกล้ามเนื้อจะยึดติดกับกระดูก จึงทำให้กล้ามเนื้อยืดเล็กน้อยอยู่ตลอดเวลา ความยาวในช่วงนี้เรียกว่าความยาวพัก (Resting length) ความตึงของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อถูกยืดออกจนเมื่อความยาวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นถึง 200% ของความยาวสมดุล กล้ามเนื้อจะหมดความสามารถในการตึงจากการยืด การที่กล้ามเนื้อไม่มีความตึงเมื่อถูกยืดมาก อธิบายได้โดยทฤษฎีการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เรียกว่า Sliding theory of muscular contraction คือ เมื่อปลายของเส้นใยแอกติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) ไม่มาซ้อนกันจะไม่สามารถทำให้เกิดเส้นใยเชื่อม (Cross-linkages) ได้ เมื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อเส้นใยแอกตินและไมโอซินจึงเลื่อนเข้ามาหากันไม่ได้ กล้ามเนื้อจึงเกิดการไม่หดสั้น

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Force-velocity

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วของการเคลื่อนที่แรงของกล้ามเนื้อเมื่อไปทำหน้าที่ดึงกระดูก จะทำให้ช่วงของการเคลื่อนไหวที่วัดได้เป็น Torque ($\text{Torque} = \text{force} \times \text{lever arm}$) พบว่า Torque ที่เกิดขึ้นจะมีค่ามากขึ้น เมื่อมี FT fibers ปริมาณมาก ยังมีความเร็วมากเมื่อมี FT fibers มาก (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2536, น. 28)

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Power-Velocity

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังของกล้ามเนื้อ (Power) กับความเร็วของการเคลื่อนไหว (Velocity) กระทำโดยการวัดการเหยียดขา และใช้ผู้ถูกทดลองกลุ่มเดียวกับการวัด Torque ทั้งนี้โดยคำนวณ Power จากผลงานในหน่วยเวลา ผลการศึกษาพบว่า Peak power ซึ่งเกิดจากกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเป็น Exponential นั่นก็คือมีการเพิ่ม Power มากเมื่อมีการเคลื่อนไหวช้า และเพิ่มน้อยลงเมื่อเคลื่อนไหวเร็วขึ้น ทางด้านชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อพบว่า Peak power เพิ่มมากเมื่อกล้ามเนื้อนั้นมี FT fibers มาก (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2536, น. 28)

5.4 ความตึงของกล้ามเนื้อ

ความตึงของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้จากปัจจัยหลายอย่าง คือ

5.4.1 ความถี่ของการกระตุ้นใยกล้ามเนื้อ

5.4.2 จำนวนใยกล้ามเนื้อที่หดตัว

5.4.3 องค์ประกอบของใยกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Contractile elements ซึ่งหมายถึงเป็นส่วนของ Thin และ Thick myofilament ความตึงที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบนี้จึงเรียกว่าเป็น Active tension องค์ประกอบอีกอย่างหนึ่งคือ Elastic element ซึ่งมีคุณสมบัติที่ยืดได้ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่หุ้มรอบกล้ามเนื้อ รวมทั้งเอ็นของกล้ามเนื้อด้วย ความตึงที่เกิดจากองค์ประกอบชนิดนี้ เรียกว่า Passive tension ความตึงดังกล่าวไม่ขึ้นอยู่กับ การหดตัวของกล้ามเนื้อ แต่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยที่กล้ามเนื้อถูกยืด

5.4.4 ความยาวของกล้ามเนื้อ

6. หน่วยยนต์ (Motor unit)

หน่วยยนต์เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดที่ระบบการเคลื่อนไหวจะทำงานให้โดยหน่วยยนต์หนึ่ง ประกอบด้วยประสาทยนต์ (Motor nerve) 1 ไย พร้อมทั้งจำนวนใยกล้ามเนื้อที่ประสาทยนต์นี้ไปเลี้ยง ขนาดของหน่วยยนต์แปรผันไปได้ตามตำแหน่งของกล้ามเนื้อและงานที่กล้ามเนื้อต้องทำ กล้ามเนื้อที่ต้องทำงานละเอียด เช่น กล้ามเนื้อลูกนัยน์ตา มีหน่วยยนต์ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ 4-5 ไย แต่ถ้าเป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่ไม่ได้ทำงานละเอียด เช่น กล้ามเนื้อ Gastrocnemius หน่วยยนต์ 1 หน่วยจะประกอบด้วยกล้ามเนื้อ 1,000-2,000 ไย

7. การทำงานของกล้ามเนื้อในร่างกาย

กล้ามเนื้อที่อยู่ในร่างกายนั้นต้องทำงาน โดยต้องออกแรงดึงกระดูกซึ่งทำหน้าที่เป็นคาน และมีข้อต่อทำหน้าที่เป็นฟัลครัม ดังนั้น แรงของกล้ามเนื้อที่ทำงานเป็นจริง ๆ จึงขึ้นอยู่กับความยาวของคานตำแหน่งที่เอ็นของกล้ามเนื้อดึงกระดูกเป็นคานรวมทั้งมุมของข้อต่อด้วย เพื่อที่จะได้ใช้กล้ามเนื้อให้ได้ประโยชน์มากที่สุด

8. พลังของกล้ามเนื้อ

พลัง (Strength) ของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัด ได้มีการศึกษาพลังของกล้ามเนื้อ และพบว่ามีความเฉลี่ย 3-8 กก./ cm^2 และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเพศ ปัจจุบันที่เป็นตัวกำหนดพลังของกล้ามเนื้อ คือ ระบบคาด เพศ อายุ น้ำหนักตัว

9. การล้าของกล้ามเนื้อ (Muscular fatigue)

การที่กล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพหรือกำลังได้ตามที่คาดหมายไว้ การล้าของกล้ามเนื้ออาจมีสาเหตุมาจากส่วนรอบนอกที่เรียกว่า Peripheral fatigue หรืออาจมีสาเหตุมาจากระบบประสาทส่วนกลางที่เรียกว่า Central fatigue ในคนที่มีสภาวะจิตใจปกติ พบว่าสาเหตุจากระบบประสาทส่วนกลางมีความสำคัญน้อยกว่าสาเหตุทางรอบนอก

สรุปได้ว่า กายวิภาคศาสตร์ของกล้ามเนื้อลาย คือ ระบบที่สำคัญที่สุดในการออกกำลังกาย เพราะเป็นตัวจักรสำคัญที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวซึ่งทำงานอยู่ภายใต้อำนาจของจิตใจ จะเห็นได้ว่า มีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นมีการทำงานที่สัมพันธ์กัน เช่น รายละเอียดเกี่ยวกับกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อในร่างกาย พลังของกล้ามเนื้อ การล้าของกล้ามเนื้อ และหน่วยยนต์ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดในระบบเคลื่อนไหว ดังนั้น หากการทำงานขององค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งเกิดปัญหา อาจทำให้ร่างกายเกิดความผิดปกติหรือไม่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างสมบูรณ์

การทำงานของระบบประสาทขณะออกกำลังกาย

กล้ามเนื้อลายในร่างกายจะทำงานได้ต้องอาศัยการควบคุมของระบบประสาท อาจแบ่งระดับการควบคุมเป็น 2 พวกคือ การควบคุมกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ (Involuntary control) และการควบคุมกล้ามเนื้อที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary control) การควบคุมทั้งสองระดับต้องใช้ทางร่วมขั้นสุดท้าย (Final common path) ทางเดียวกันคือ เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neuron) ซึ่งอยู่ที่ Anterior horn ของไขสันหลัง รวมทั้งหน่วยยนต์ (Motor unit) ต่าง ๆ ด้วย การควบคุมที่อยู่นอกอำนาจจิตใจเป็นไปในรูปของรีเฟล็กซ์ (Reflex) ซึ่งยังแบ่งได้เป็นการควบคุมอีกหลายระดับ คือ ไขสันหลัง (Spinal cord) ก้านสมอง (Brain stem) และใต้สมองส่วนใหญ่ (Subcortical structures) และสมองใหญ่ (Cerebrum) ส่วนการควบคุมที่อยู่นอกอำนาจจิตใจนั้นต้องใช้สมองใหญ่ (Cerebrum) เป็นตัวการสำคัญ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การบริหารงานของระบบประสาทยนต์

เซลล์ประสาทสัมผัสทำหน้าที่นำพลังประสาทจาก กล้ามเนื้อและไปเชื่อมโยงกับเซลล์ประสาทยนต์ ซึ่งจะส่งพลังประสาทกลับไปยังกล้ามเนื้อ ดังนั้น จึงเกิดเป็นการควบคุมวงจรปิด (Closed loop) ที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อแต่ละมัด วงจรดังกล่าวจึงเป็นกลไกพื้นฐานอย่างง่ายของการควบคุมประสาทยนต์ แม้ว่าวงจรเหล่านี้สามารถทำงานอัตโนมัติโดยอาศัยรีเฟล็กซ์อย่างง่าย แต่ส่วนใหญ่จะถูกควบคุมโดยศูนย์ประสาทที่อยู่ในระดับสูงขึ้นไป จากศูนย์ประสาทเหล่านี้จะส่ง descending tracts ลงมาตามไขสันหลัง และส่งเส้นใยประสาทออกทุกระดับทางเดินประสาท เส้นทางหนึ่งคือ Corticospinal tracts ซึ่งเริ่มจากซีรีบรัมคอร์เท็กซ์ (Cerebral cortex) และส่งสัญญาณจาก Sensorimotor cortex ลงมาสู่ระดับของไขสันหลังโดยตรง ทางเดินประสาทอื่น ๆ ทุกชนิดที่ส่งลงมายังไขสันหลังนั้นได้มาจากก้านสมอง ดังนั้น ที่บริเวณก้านสมองจึงเป็นศูนย์ประสาทงาน ได้รับสัญญาณจากศูนย์ที่อยู่เหนือขึ้นไปแล้วจึงส่งลงมายังไขสันหลัง ทางส่วนบนของก้านสมองนั้นเป็นเบซัลแกงเกลีย (Basal ganglia) ที่ได้รับสัญญาณจาก Sensorimotor cortex แล้วจึงส่งลงมายังก้านสมอง ส่วน Sensorimotor cortex นั้นเป็นศูนย์ระดับสูงสุดที่ควบคุมระบบประสาทยนต์ทั้งหมดซีรีบรัม (Cerebellum) ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงกับบล็อกต่าง ๆ ของระบบประสาทยนต์ทุกระดับ จึงทำหน้าที่เป็นตัวประสานงานที่สำคัญของระบบประสาทยนต์ ซึ่งศูนย์นี้มีการบริหารงานอย่างดี

2. รีเฟล็กซ์ไขสันหลัง (Spinal reflex)

รีเฟล็กซ์ไขสันหลังที่ใช้สำหรับการเคลื่อนไหวที่ง่ายที่สุด คือ รีเฟล็กซ์ที่เกิดจากกล้ามเนื้อถูกยืดจึงเรียกว่า (Stretch reflex) รีเฟล็กซ์นี้จะทำหน้าที่ช่วยรักษาท่าทางของร่างกาย ตัวอย่างของการทำงานคือ สมมติว่าขณะยืนอยู่แล้วตัวเอนไปข้างหลัง รีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้นด้วย การยืด (Stretch receptor) ที่อยู่ในกล้ามเนื้อควอดริเซปส์ (Quadriceps) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเหยียดเข้าจะถูกกระตุ้นเพราะกล้ามเนื้อทั้งมัดถูกยืด จึงมีการส่งพลังประสาทขึ้นไปยังไขสันหลังไปกระตุ้นเซลล์ประสาทยนต์ในไขสันหลังให้ส่งพลังประสาทย้อนลงมายังกล้ามเนื้อ ทำให้หน่วยยนต์ในกล้ามเนื้อที่หดตัว เป็นผลให้หัวเข่าเหยียดตึงเพื่อแก้ไขสภาพของตัวที่เอนไปข้างหลังให้กลับเช่นเดิม

3. ระบบประสาทที่ควบคุมการทรงตัว (Balance)

ในการออกกำลังกายนั้นต้องอาศัยสมดุลที่ดีของร่างกายจึงจะทำให้ร่างกายสามารถออกกำลังกายและเคลื่อนไหวได้โดยไม่ทำให้ล้ม ร่างกายอาศัยกลไกที่ซับซ้อนเพื่อช่วยควบคุม การทรงตัว โดยอาศัยระบบการทำงานของระบบการควบคุมซึ่งอาจแบ่งออกเป็นส่วนตัว 3 ส่วน คือ

3.1 รีเซปเตอร์

รีเซปเตอร์ที่ร่างกายใช้ในการรับรู้ในการทรงตัวนั้นอาศัยรีเซปเตอร์ ซึ่งอยู่ที่บริเวณใกล้หูชั้นในที่เรียกว่า Vestibular apparatus ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Semicircular canals ซึ่งเป็นหลอดครึ่งวงกลม 3 หลอดวางตั้งฉากกันและกัน ทำหน้าที่รับการกระตุ้นเมื่อศีรษะมีการหมุน คือเป็นการเคลื่อนที่ทางเชิงมุม อีกส่วนหนึ่งคือ Utricle เป็นรีเซปเตอร์ที่ได้รับการกระตุ้นเมื่อศีรษะเคลื่อนที่ตามแนวตรง ซึ่งอาจเคลื่อนไปข้างหน้าหรือถอยหลัง หรืออาจเคลื่อนขึ้นบนหรือลงล่างก็ได้ นอกจากนั้นร่างกายยังรับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวโดยอาศัยรีเซปเตอร์อีก 2 อย่าง ทางนัยน์ตา ซึ่งทำหน้าที่รับภาพภายนอกเพื่อเทียบกับท่าทางของร่างกาย อาศัยรีเซปเตอร์ของ Somatosensory system ซึ่งประกอบด้วย รีเซปเตอร์ในกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ เพื่อช่วยรายงานความสั้นความยาวของกล้ามเนื้อ ความตึงของเอ็น และมุมของข้อต่อ

3.2 ศูนย์รับรู้การทรงตัวและศูนย์ประสานงาน

ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ส่งขึ้นไปยังศูนย์ประสานงานซึ่งอยู่ที่ก้านสมอง โดยข้อมูลที่รับจาก Vestibular apparatus จะไปประสานงานกับข้อมูลที่รับรู้ทางนัยน์ตา โดยทำให้เกิด Vestibuloocular reflexes โดยไปทำให้นัยน์ตาเคลื่อนไหวไปรับภาพเมื่อศีรษะเคลื่อนที่ไป ข้อมูลที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวยังส่งขึ้นไปถึงซีรีบริรัมเพื่อให้ร่างกายทราบว่ามี การเคลื่อนที่หรือหมุนไปท่าใด นอกจากนั้น ยังอาศัยซีรีบริรัมเป็นศูนย์ประสานงานเพื่อส่งการไปยังศูนย์ประสาทยนต์ซึ่งอยู่ที่ Motor area ให้ส่งลงมายังกล้ามเนื้อเพื่อแก้ไขอีกต่อหนึ่งด้วย

3.3 ศูนย์สั่งการเพื่อแก้ไขร่างกายไม่ให้ล้ม

การแก้ไขร่างกายกระทำที่สมอง 2 ส่วน คือ การปรับท่าทางของแขนขาและลำตัว โดยอาศัย Vestibulospinal reflexes เมื่อร่างกายรับรู้และประสานงานที่ระดับของสมอง อีกระดับหนึ่งอาศัยการทำงานของ Motor area ที่ซีรีบริรัมซึ่งจะส่งลงมายังกล้ามเนื้อเพื่อช่วยแก้ไขร่างกายด้วย กลไกที่ซับซ้อนขึ้น

4. การเดินและการวิ่ง

การเดินและการวิ่งเป็นการออกกำลังกายที่ใช้บ่อย การเดินของมนุษย์มีกลไก ที่สลับซับซ้อน ในขณะที่มีการเดินตามสบายและเป็นจังหวะจะมีกลไกเป็นอัตโนมัติโดยอาศัยรีเฟล็กซ์ แต่ก็มี การควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจมาร่วมอยู่ด้วยเป็นครั้งคราว เช่น ขณะการเปลี่ยนทิศทางหรือมีสิ่งกีดขวาง เป็นต้น

กลไกทางประสาท ระบบการควบคุมการเดินขึ้นต้นอยู่ในไขสันหลัง ถูกควบคุมและปรับแต่งโดยระบบประสาทของก้านสมองอีกต่อหนึ่ง

การทำงานของไขสันหลัง การเดินอาศัยการทำงานของรีเฟล็กซ์ที่เกิดจากการกระตุ้น ในขณะที่เดิน คือ ระยะแกว่งเท้า เกิดจากการกระตุ้นของ Hip extension และ Foot unloading ส่วน ระยะเหยียดขาเกิดจากการกระตุ้นรีเซปเตอร์จากผิวหนังของเท้าและเนื้อเยื่อภายใน ซึ่งเกิดจาก ความ

ดันที่เหวี่ยงพื้นส่งขึ้นไปทริกเกอร์ไขสันหลัง จะเห็นได้ว่าความเร็วในระยะต่าง ๆ ของการเดินจะเปลี่ยนแปลงไป ขึ้นอยู่กับความเร็วของการเดินที่เปลี่ยนแปลงมาก คือ ระยะเหยียดขา ซึ่งเป็นระยะท้ายของช่วงเท้าแตะพื้น ส่วนระยะงอขาซึ่งเป็นระยะต้นของช่วงแกว่งขานั้น ไม่เปลี่ยนแปลง แม้ความเร็วของการเดินเปลี่ยนแปลงไปการทำงานของช่วงนี้ขึ้นอยู่กับโปรแกรม ที่กำหนดไว้ และในไขสันหลังไม่ถูกเปลี่ยนแปลงโดยตัวกระตุ้นที่เปลี่ยนไป เนื่องจากมี การเปลี่ยนแปลงความเร็วของการเดิน

สรุปได้ว่า การทำงานของระบบประสาทขณะออกกำลังกาย ต้องอาศัยการควบคุมของระบบประสาท คือ การควบคุมกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ และการควบคุมกล้ามเนื้อที่อยู่ใอำนาจจิตใจ โดยผ่านการบริหารงานของระบบประสาทยนต์ รีเฟล็กซ์ไขสันหลังที่ใช้สำหรับการเคลื่อนไหวที่ง่ายที่สุด ระบบประสาทที่ควบคุมการทรงตัวที่มีตัวรับสัญญาณที่ส่งสัญญาณไปยังศูนย์รับรู้การทรงตัวและศูนย์ประสานงานเพื่อให้ร่างกายทรงตัวได้อย่างสมดุล และการเดินและการวิ่งซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่ง่ายที่สุด ที่อาศัยกลไกอัตโนมัติจากรีเฟล็กซ์แต่ก็มีการควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจมารวมอยู่ด้วยขณะที่มีการเปลี่ยนทิศทางหรือเจอสิ่งกีดขวาง

ผลของการฝึกต่อกล้ามเนื้อ

ภายหลังการฝึกจะทำให้กล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงทั้งโครงสร้างและหน้าที่ การเปลี่ยนแปลงนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของการฝึก เพราะทำให้เกิดผลแตกต่างกัน การฝึกที่สำคัญคือการฝึกพลัง (Strength training) และการฝึกความอดทน (Endurance training) การฝึกจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อดังนี้

1. พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ พบว่าการฝึกทำให้พื้นที่หน้าตัด (Cross-sectional area) โตขึ้นและมีความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดกับการเพิ่มแรงของกล้ามเนื้อ แต่ก็ยังมีข้อถกเถียงกันว่าการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดนั้นจะเป็นการเพิ่มขนาดของใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) หรือเพิ่มจำนวนใยกล้ามเนื้อ (Hyperplasia)

2. การฝึกกล้ามเนื้อและความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร็ว มีความสำคัญเพื่อใช้เป็นรากฐานของการฝึกที่จะต้องฝึกกล้ามเนื้ออย่างไร และเพื่อจุดประสงค์เช่นไร ถ้าต้องการฝึกเฉพาะความเร็วการหดตัวของกล้ามเนื้อ น้ำหนักที่ใช้ความเร็วของการหดตัวก็ควรจะเลือกจากส่วนต่างของเส้นโค้งของความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร็ว แต่ถ้าต้องการเพิ่มเฉพาะแรงของกล้ามเนื้อจะต้องเลือกการฝึกโดยใช้น้ำหนักมากกว่า ดังนั้น การฝึกที่ให้กล้ามเนื้อหดตัวเร็ว ๆ ก็จะเป็นการเพิ่มความเร็วของการหดตัว แต่การฝึกที่ใช้ความตึงมาก ๆ จะมีผลเฉพาะต่อการเพิ่มแรงของกล้ามเนื้อ ถ้าสนใจการฝึกทางด้านกำลังงาน (Power) ก็ควรจะเลือกความเร็วในการหดตัวของการฝึกให้อยู่ในช่วง 30-60% ของการหดตัวสูงสุดชนิดไอโซเมตริกของกล้ามเนื้อ

3. การเจ็บปวดกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย อาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายนั้นเป็นภาวะที่พบได้บ่อย อาจพบทันทีขณะออกกำลังกาย หรือพบภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลา 1-2 วัน อาการที่พบมีดังนี้

- 3.1 การปวดกล้ามเนื้อเฉียบพลัน การปวดกล้ามเนื้อชนิดนี้ เกิดขึ้นในขณะออกกำลังกาย หรือเกิดขึ้นทันทีภายหลังออกกำลังกาย เชื่อกันว่าอาการปวดนี้ร่วมกับการขาดเลือดที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อ

3.2 การเจ็บปวดกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นภายหลัง การเจ็บปวดกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นภายหลัง ออกกำลังกาย 1-2 วันที่เรียกว่า Delayed onset muscle soreness (DOMS) นั้นยังไม่ทราบกลไกที่แน่นอน

สรุปได้ว่า ผลของการฝึกต่อกล้ามเนื้อนั้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของหน้าที่และโครงสร้างโดยขึ้นอยู่กับชนิดของการฝึก โดยมีการฝึกที่สำคัญ คือ การฝึกพลัง (Strength training) และการฝึกความอดทน (Endurance training) เช่น ทำให้พื้นที่หน้าตัดโตขึ้นและความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดกับการเพิ่มแรงของกล้ามเนื้อ รวมไปถึงอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อ ภายหลังการออกกำลังกายนั้นเป็นภาวะที่พบได้บ่อย อาจพบทันทีขณะออกกำลังกาย หรือพบ ภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลา 1-2 วันอีกด้วย

ผลของการฝึกต่อระบบประสาท

ระบบกล้ามเนื้อและประสาทถูกสร้างขึ้นมาให้ทำหน้าที่ร่วมมือกันในการเคลื่อนไหว ตัวอย่าง เช่น การเคลื่อนไหว งอ และเหยียดข้อศอก กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกัน (Agonist) และกลุ่มตรงข้าม (Antagonist) จะต้องร่วมมือกันดี จึงจะทำให้การเคลื่อนไหวนั้นมีประสิทธิภาพ ในคนที่ไม่ได้รับการฝึก การเคลื่อนไหว งอ และเหยียดข้อศอกจะไม่เป็นจังหวะและไม่เป็นแบบเดียวกัน เช่น อาจเห็นมีการกระตุกบ้าง หรือกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้ามยังมีการทำงานอยู่บ้าง แม้ในช่วงจังหวะที่ควรจะคลายตัวหมด แต่ภายหลังการที่ได้รับการฝึก การเคลื่อนไหว งอ และเหยียดข้อศอก จะเป็นแบบเดียวกัน คือ เรียบร้อยขึ้นและพร้อมเพรียงกัน อันเป็นไปตามความสัมพันธ์ที่เรียกว่า “Reciprocal relation” คือในการงอและเหยียดข้อศอก ขณะที่กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกันทำงาน จะยับยั้งกลุ่มตรงข้ามให้หยุดทำงาน

สรุปได้ว่า ผลของการฝึกต่อระบบประสาท ถูกสร้างขึ้นมาให้ทำหน้าที่ร่วมกันเพื่อการเคลื่อนไหวของร่างกาย และในการร่วมมือกันของทุก ๆ ส่วนนั้น จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพเป็นจังหวะและรูปแบบเดียวกัน

ความสามารถทางสมอง

ความหมายของความสามารถทางสมอง

ความสามารถทางสมอง การรู้คิด หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ความสามารถทางปัญญา Huijgen et al. (2019, น. 1-13) ได้อธิบายถึงการศึกษาของความสามารถทางสมอง ไว้ว่า ความสามารถทางสมอง คือ ปัญญา

ปัญญา คือ สมรรถภาพทั้งหมดของบุคคลที่แสดงออกอย่างมีจุดหมาย คิดอย่างมีเหตุผล กระทำต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ และความสามารถในการรับรู้และกลไก หรือเป็นความสามารถในการรับรู้รู้สึกและสั่งงาน

Dewey (2021, p. 112) สรุปไว้ว่า การคิดเป็นกระบวนการทางสมองที่เกิดขึ้นภายในตัวเอง ขึ้นอยู่กับความสามารถทางสมองของมนุษย์ เป็นความสามารถเฉพาะบุคคล การคิดเริ่มต้นเมื่อมีการกระตุ้นประสาทการรับรู้จากสิ่งแวดล้อมและสมอง มีการเลือกรับรู้การกระตุ้น สมองของมนุษย์สามารถคิดได้ตั้งแต่ขั้นต่ำ คือ การคิดสิ่งที่ย่ายไม่ซับซ้อน จนถึงการคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นการคิดที่ซับซ้อน ทั้งนี้ความสามารถในการคิดจะมีการพัฒนาเป็นลำดับจากง่ายไปยาก

Brown (2019, p. 98) กล่าวว่า เซวณปัญญาหรือความสามารถทางสมอง หมายถึง ความสามารถในการรับรู้หรือเข้าใจโดยผ่านประสบการณ์ในการเรียน ความสามารถในการรับรู้และรักษาความรู้ ความสามารถที่จะตอบสนองต่อสถานการณ์ใหม่ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น

กระบวนการรู้คิด หมายถึง ขั้นตอนของการนำเสนอข้อมูลที่เก็บไว้ในระบบหนึ่งไปสู่อีก ระบบหนึ่ง ดังที่ สุพรรณิการ์ ยายิรมย์, สลันนท์ ศิริธาดากุลพัฒน์, และ พนิดา ตันศิริ (2566, น. 166–180) ได้นำเสนอแนวคิดของ Simon ถึงกระบวนการรู้คิด ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. การใส่ใจ (Attention) ได้แก่ การจดจ่ออยู่กับข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่มากระตุ้น เพื่อรับข้อมูลเข้ามาอยู่ในระบบความจำสัมผัส (Sensory memory)

2. การรับรู้ (Perception) หมายถึง การนำข้อมูลจากความจำสัมผัสไปแปลความหมาย จนเกิดความรู้ความเข้าใจ ว่าข้อมูลหรือสิ่งเร้านั้นคืออะไร

3. การทวนซ้ำ (Rehearsal) หมายถึง การทวนข้อมูลที่อยู่ หรือเข้าใจซ้ำ ๆ โดยไม่เปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลเหล่านั้น

4. การเข้ารหัส (Encoding) หมายถึง กระบวนการแสดงข้อมูลในลักษณะการเก็บข้อมูลไว้อย่างมีความหมายในความจำระยะยาว ทำให้จำได้อย่างแม่นยำ ดังนี้

4.1 การจัดการ (Organization) หมายถึง การจัดระบบระเบียบข้อมูล เป็นการนำข้อมูลมาจัดทำเป็นแบบภูมิ การจัดลำดับลดหลั่นลงมาของข้อมูล

4.2 การลงลึกในรายละเอียด (Elaboration) หมายถึง การนำข้อมูลใหม่ที่เข้ามาไปสัมผัสกับความรู้ ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ก่อน ทำให้เกิดความรู้และความเข้าใจในข้อมูลทั้งหมดอย่างชัดเจน

4.3 การปฏิบัติ (Activity) หมายถึง การกระทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น เพื่อจำข้อมูลในความจำระยะยาวให้ได้

5. การค้นคืน (Retrieval) หมายถึง การนำข้อมูลจากความจำมาใช้งาน หรือใช้ใน การแก้ปัญหา นักจิตวิทยาในกลุ่มปัญญานิยมเชื่อว่า การรู้คิดเป็นหัวใจสำคัญของการเกิดองค์ความรู้ ครูผู้สอนจึงต้องสนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการรู้คิดให้มากที่สุด

สรุปได้ว่า ความสามารถทางสมอง หมายถึง กระบวนการทำงานของสมองที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ เกิดจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง มีการกระตุ้นประสาทการรับรู้จากสิ่งแวดล้อมและสิ่งเร้าต่าง ๆ อาจจะเป็นผลที่มาจากประสบการณ์เดิม ซึ่งกระบวนการคิดเป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา เป็นความคิดที่เป็นนามธรรมไม่สามารถสังเกตหรือมองเห็นได้ กระบวนการคิดมีหลากหลายลักษณะ มีกระบวนการหรือมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นกับจุดมุ่งหมายของแต่ละคน สามารถเรียนรู้ ผักผ่อน และพัฒนาได้

การจำแนกความสามารถทางสมอง

Baddeley (2020, pp. 201) ได้ระบุถึงความสามารถของมนุษย์ที่แตกต่างกันที่สามารถแก้ปัญหา และเชื่อว่ามนุษย์แต่ละคนมีความสามารถหรือความฉลาดที่หลากหลาย จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองเต็มความสามารถ และคนทุกคนมีครบทุกด้านมากน้อยต่างกันไป บางคนอาจจะมีปัญญาทุกด้านสูงมาก บางคนอาจจะมีเพียงด้านหนึ่ง หรือสองด้านเท่านั้นที่สูงมาก ส่วนด้านอื่น ๆ ไม่สูงนัก คนทุกคนสามารถพัฒนาปัญญาแต่ละด้านให้สูงขึ้นได้ จำแนกความสามารถหรือถึงระดับการใช้ได้ เมื่อมีการให้กำลังใจ และการฝึกฝน

دنفل สืบสำราญ (2563, น. 113-124) สรุปว่า ทฤษฎีพหุปัญญาเป็นกิจกรรมที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่สอดคล้องกับการค้นพบเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสมอง กับการเรียนรู้ ที่บ่งบอกถึงความเป็นอัจฉริยะของแต่ละบุคคลที่ย่อมมีความแตกต่างกันไป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมรายบุคคล ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดและปฏิบัติจริงมากที่สุด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนที่ครูผู้สอนสามารถส่งเสริมศักยภาพที่มีอยู่ในตัวนักเรียนไปสู่ความเป็นอัจฉริยภาพ ตามความเก่งหรือความสามารถพิเศษที่แตกต่างกัน 8 ด้าน

Sember et al. (2020, pp. 1-17) กล่าวว่า ทฤษฎีพหุปัญญาเป็นแนวทางหนึ่งในกลยุทธ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ เพราะสามารถจัดกิจกรรมอย่างหลากหลายในห้องเรียน จะช่วยพัฒนาความสามารถและปัญญาในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง ทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการจัดการศึกษาในปัจจุบัน ที่มุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนเกิดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ คือ เก่ง ดี และมีความสุข

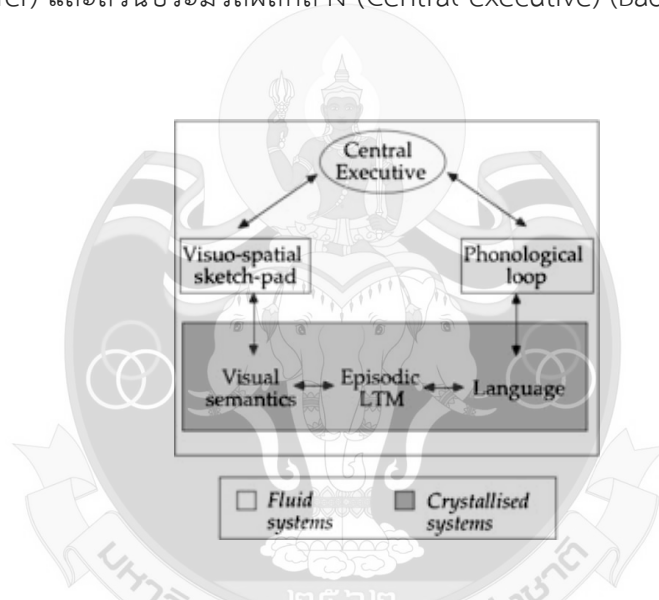
1. ปัญหาด้านความจำ (Working memory)

Willis (2021, pp. 67-88) ความจำเพื่อใช้งาน (Working memory) คือ กระบวนการทำงานของสมองส่วนหน้า ทำหน้าที่จำข้อมูล จัดระบบแล้วเก็บรักษาข้อมูลไว้ในคลังสมอง เมื่อถึงเวลาที่เรต้องการใช้งาน สามารถนำข้อมูลในสมองออกมาใช้งานได้อัตโนมัติ เป็นความจำที่เรียกข้อมูลกลับมาเพื่อใช้ ความจำเพื่อใช้งานต่างจากการจดจำแบบท่องจำเพราะการท่องจำนั้นเป็นการจดจำข้อมูลที่ไม่เคลื่อนไหวแล้ว เช่น ท่องจำชื่อบุคคลในประวัติศาสตร์ ท่องจำชื่อเมืองเพื่อตอบข้อสอบ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้อาจจะไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้ใช้ในชีวิตจริง ทำให้สิ่งที่ท่องจำไว้นั้นในที่สุดก็ลืมไปแต่ความจำเพื่อใช้งานเป็นการจดจำข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์ที่มีความหมายในชีวิต ข้อมูลมีการเคลื่อนไหวและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน

Nelson cowan (2020, pp. 1-15) สรุปว่า ความจำเพื่อใช้งาน หรือ Working memory ถูกสร้างขึ้นโดย Miller, Galanter, and Pribram เมื่อปี 1960 และได้รับการนำไปประยุกต์ใช้โดย Baddeley and Hitch ในปี 1974 ความจำเพื่อใช้งาน หรือ Working memory เป็นความสามารถในการเก็บข้อมูลไว้ในใจเป็นระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อมุ่งเน้นที่การทำภาระงานและจดจำว่าจะต้องทำอะไรต่อไป โดยการฝึกฝนความจำขณะทำงาน เราจะสามารถมากขึ้นในการมุ่งเน้นที่ภาระงาน หลีกเลียงสิ่งที่จะทำให้ไขว้เขว วางแผนงานขั้นตอนถัดไป จดจำคำสั่งเริ่มการทำงานและปฏิบัติภาระงานได้เสร็จสิ้น

กล่าวอีกอย่างหนึ่ง ความจำเพื่อใช้งาน หมายถึง ความจำซึ่งใช้ในการดึงข้อมูลมาใช้ในช่วงเวลาสั้น ๆ เพื่อใช้งาน (Sweatt, 2020, pp. 55-142) เป็นระบบการจัดเก็บข้อมูลชั่วคราว จัดการกับข้อมูลและนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในกระบวนการทางพุทธิปัญญา (Cognitive process) ที่มีความซับซ้อนเพื่อสร้างความเข้าใจและให้เหตุผลในการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยการเลือกรับข้อมูล การนำข้อมูลเข้า การเข้ารหัสข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลและการดึงข้อมูลออกมาใช้

นักวิชาการที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้ริเริ่มในเรื่องของความจำเพื่อใช้งาน คือ Baddeley ซึ่งเสนอว่าความจำเพื่อใช้งานประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นวงจรเกี่ยวกับเสียงและการได้ยิน (Phonological loop) ส่วนที่เกี่ยวกับการมองเห็นภาพและตำแหน่งหรือปริภูมิ (Visuospatial sketchpad) ส่วนที่เกี่ยวกับการเรียกข้อมูลจากความจำระยะยาว (Episodic Buffer) และส่วนประมวลผลกลาง (Central executive) (Baddeley, 2020, pp. 201) (ภาพ 2.2)



ภาพที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประมวลผลกลาง (Central executive) ส่วนที่เป็นวงจรเกี่ยวกับเสียงและการได้ยิน (Phonological loop) และส่วนที่เกี่ยวกับการมองเห็นภาพและตำแหน่ง (Visuospatial sketchpad) ในสภาวะของเหลว from Journal of Communication Disorders (p.189). Baddeley, A. D. 2020, Working memory and language: An overview

2. ปัญหาด้านยืดหยุ่นความคิด (Shifting หรือ Cognitive flexibility)

ความสามารถในการยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) การเปลี่ยนสิ่งสนใจ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและปรับเปลี่ยนความคิด เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ทักษะด้านนี้มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้และแก้ไขปัญหา ช่วยในการวางกลยุทธ์ จัดระบบความคิด ประมวลผลและตอบสนองต่อสถานการณ์นั้น ๆ ได้อย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ ทักษะความสามารถในการยืดหยุ่นความคิด เป็นทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา (Intelligent) การใช้เหตุผล (Reasoning) และความสามารถในการแก้ไขปัญหา (Problem solving) ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ทักษะการยืดหยุ่นทางความคิดที่ดีจะช่วยให้คุณรับฟังความคิดเห็นและเข้าใจทัศนคติของผู้อื่น จึงเป็นอีกทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความเห็นอกเห็นใจและการอยู่ร่วมกันในสังคม

Lertladaluck (2021, pp. 58–72) กล่าวว่า การเปลี่ยนความคิด เมื่อเงื่อนไขเปลี่ยนไป (Shift) เป็นความยืดหยุ่นทางการคิด (Cognitive flexibility) แบบหนึ่ง หมายถึง ความสามารถในการปรับความคิดและการกระทำให้เหมาะสมกับสถานการณ์หรือลำดับความสำคัญที่เปลี่ยนไปจากเดิม การเปลี่ยนมุมมองโดยมองจากหลาย ๆ มุมที่จะทำให้เกิดแตกต่าง ไปจากเดิม ไม่ยึดติดกับความคิดแบบเดิม

Suppalarkbunlue (2023, pp. 275–291) ให้ความหมายของความสามารถในการยืดหยุ่นความคิดว่า เป็นการเปลี่ยนจุดสนใจ เปลี่ยนโฟกัสหรือทิศทางให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เด็กที่มีปัญหาในเรื่องการปรับตัว มักจะติดตันอยู่กับสิ่งเดิม ๆ ไม่สามารถยืดหยุ่นพลิกแพลงได้ มองไม่เห็นทางออกใหม่ ๆ ไม่สามารถคิดสิ่งใหม่ ๆ นอกกรอบได้ ส่วนคนที่ปรับตัวง่าย กินง่าย อยู่ง่าย ก็จะดำเนินชีวิตไปได้ง่ายกว่า

Gardner (2021, p. 161) กล่าวว่า ความสามารถที่หลากหลาย โดยคิดเป็นทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of multiple intelligences) เสนอแนวคิดที่ว่า สติปัญญาของมนุษย์มีหลายด้านที่มีความสำคัญเท่าเทียมกันขึ้นอยู่กับว่าใครจะโดดเด่นในด้านไหนบ้าง แล้วแต่ละด้านผสมผสานกันแสดงออกมาเป็นความสามารถในเรื่องใด เป็นลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละคน ในปี พ.ศ. 2526 การ์ดเนอร์ได้เสนอว่าปัญญาของมนุษย์มีอยู่อย่างน้อย 7 ด้าน คือ ด้านภาษา ด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ด้านดนตรี ด้านมนุษย์สัมพันธ์ และด้านการเข้าใจตนเอง ต่อมาในปี พ.ศ. 2540 ได้เพิ่มเติมเข้ามาอีก 1 ด้าน คือ ด้านธรรมชาติวิทยา เพื่อให้สามารถอธิบายได้ครอบคลุมมากขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า พหุปัญญา ตามแนวคิดของการ์ดเนอร์ ในปัจจุบันมีปัญญาอยู่ 8 ด้าน โดยในงานวิจัยฉบับนี้มีความสอดคล้องกับ พหุปัญญา ตามแนวคิดของการ์ดเนอร์ 2 ด้านคือ ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ และปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

สรุป การยืดหยุ่นความคิดว่า คือ กระบวนการทางความคิดในส่วนสมองส่วนหน้าที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการยืดหยุ่นหรือปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นความสามารถของสมองที่ใช้บริหารจัดการชีวิตในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้สามารถยังคิด ไตร่ตรอง ควบคุมอารมณ์ได้ มีความคิดยืดหยุ่น สามารถจัดลำดับความสำคัญในชีวิต รวมทั้งรู้จักริเริ่มและลงมือทำสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นสิ่งที่ทุกคนต้องใช้และมีผลต่อความสำเร็จในชีวิต ทั้งการทำงาน การเรียน และการใช้ชีวิต

3. ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Visual-spatial intelligence) คือ ความสามารถในการรับรู้ทางสายตาได้ดี สามารถมองเห็นพื้นที่ รูปทรง ระยะทาง และตำแหน่งอย่างสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน แล้วถ่ายทอดแสดงออกอย่างกลมกลืน มีความไวต่อการรับรู้ในเรื่องทิศทาง สำหรับผู้ที่มีปัญญาโดดเด่นในด้านนี้จะมีทั้งสายวิทย์และสายศิลป์ สายวิทย์ เช่น นักประดิษฐ์ วิศวกร สายศิลป์ ศิลปินในแขนงต่าง ๆ เช่น จิตรกร วาดรูป ระบายสี เขียนการ์ตูน นักปั้น นักออกแบบ ช่างภาพ หรือสถาปนิก เป็นต้น

4. ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily kinesthetic intelligence) คือ ความสามารถในการควบคุมและแสดงออกซึ่งความคิด ความรู้สึก โดยใช้อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย รวมถึงความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์ ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ความยืดหยุ่น ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส สำหรับผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น มักจะเป็นนักกีฬาหรือไม้กอล์ฟ ศิลปินในแขนง นักแสดง นักฟ้อน นักเต้น นักบัลเล่ย์ หรือนักแสดงกายกรรม

สรุปได้ว่า การจำแนกความสามารถทางปัญญา คือ การระบุความสามารถในแก้ปัญหาของมนุษย์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากมนุษย์มีความแตกต่างระหว่างบุคคลที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดและปฏิบัติจริงมากที่สุด คือ ปัญญาด้านความจำ ด้านยืดหยุ่นความคิด ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ในแต่ละด้านจะมีกระบวนการที่ต่างกันอย่างออกไป แต่ท้ายที่สุดแล้วก็มีจุดประสงค์เดียวกัน คือ การแก้ปัญหาต่าง ๆ ตามความสามารถหรือความฉลาดของบุคคลนั้น ๆ

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจง

Ghasemi and Shirzad (2023, pp. 450-460) ได้ให้นิยามการฝึกเฉพาะเจาะจงไว้ว่า คือ การจำลองรูปแบบการเคลื่อนไหวควบคู่ไปกับการเพิ่มทักษะทางสมอง ในสภาพแวดล้อมที่ท้าทาย มีความสำคัญคือช่วยลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บ และปรับปรุงกลไกการทำงานร่วมกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular control) ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ต้องตัดสินใจฉับพลัน

งานวิจัยของ Juwono and Setiawan (2022, pp. 305-315) อธิบายลักษณะของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงว่า เป็นกระบวนการฝึกซ้อมที่บูรณาการความท้าทายทางสรีรวิทยาเข้ากับกระบวนการประมวลผลทางปัญญา ซึ่งถือเป็นกลไกสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้กับนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อสภาวะการแข่งขันจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อานนท์ วันลา และ สมชาย ประเสริฐศิริ (2563, น. 45-58) อธิบายว่า การบูรณาการเกมสนามเล็กเข้ากับโปรแกรมการฝึก เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการปรับตัวของระบบสรีรวิทยา ส่งผลให้นักกีฬาสามารถรักษาระดับประสิทธิภาพระหว่างการแข่งขันได้ดีกว่าการอาศัยเพียงรูปแบบการฝึกแบบทั่วไป

Zarei and Ahmadi (2024, pp. 15-25) ชี้ให้เห็นว่า การนำโปรแกรมการฝึกสายตามาประยุกต์ใช้ร่วมกับการฝึกทักษะเฉพาะเจาะจง ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการพัฒนาขีดความสามารถทางกายภาพ ทำให้ผู้เล่นระดับเยาวชนสามารถตัดสินใจและปฏิบัติทักษะทางกีฬาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

ธำรง บุญยรัตน์ (2563, น. 5-10) ระบุว่า การจัดโปรแกรมการฝึกที่จำลองลักษณะเฉพาะของกิจกรรม จะส่งผลให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อเกิดการพัฒนาและทำงานประสานกันได้อย่างเต็มศักยภาพ อันเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยยกระดับความสามารถในการแสดงออกทางกายภาพ จากการทบทวนและสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า "การฝึกแบบเฉพาะเจาะจง" (Specific Training) ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการพัฒนากล้ามเนื้อผ่านรูปแบบการเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์เท่านั้น แต่เป็นกระบวนการฝึกซ้อมแบบบูรณาการที่จำลองสภาวะแวดล้อมและข้อจำกัดของการแข่งขันจริงเข้ากับโปรแกรมการฝึก โดยมุ่งเน้นการผสมผสานความท้าทายทางสรีรวิทยาควบคู่ไปกับการกระตุ้นภาระทางสมอง และการรับรู้ทางสายตา (Visual perception) การบูรณาการเชิงซ้อนนี้ก่อให้เกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยาอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้กลไกการทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาทสั่งการและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular coordination) มีประสิทธิภาพสูงสุด ความสำคัญของการฝึกในลักษณะนี้ จึงเป็นรากฐานและกลไกสำคัญอย่างยิ่งยวดในการเตรียมความพร้อมแก่

นักกีฬา โดยเฉพาะในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ช่วยยกระดับขีดความสามารถในการรักษาระดับสมรรถภาพทางกาย ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ และเสริมสร้างศักยภาพในการประมวลผลข้อมูล เพื่อให้ผู้เล่นสามารถตัดสินใจและปฏิบัติทักษะทางกีฬาได้อย่างฉับพลันและแม่นยำภายใต้สภาวะกดดันของการแข่งขันจริง

การฝึกพลังหรือเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1. ความหมาย ชนิด และความสำคัญของพลัง

พลัง (Strength) ในที่นี้หมายถึง ความสามารถของร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายที่จะทำงาน บางท่านอาจคิดว่าพลังขึ้นกับความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพียงมัดใดมัดหนึ่งเท่านั้น แต่ความจริงแล้วพลังของร่างกายเกิดจากการรวมของปัจจัย 3 อย่าง ต่อไปนี้

1.1 แรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อกลุ่มที่ต้องการให้ทำงาน (Agonists) หมายถึง ผลรวมของแรงหดตัวของกล้ามเนื้อแต่ละมัด

1.2 ความสามารถของกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้าม (Antagonists) ที่จะทำงานประสานกับกล้ามเนื้อกลุ่มทำงาน (Agonists)

1.3 อัตราส่วนทางเมคานิกส์ของการจัดระบบคาน (กระดูก) ที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่ 1 สามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการฝึกที่เพิ่มความต้านทาน (Progressive resistance) ให้แก่กล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำงาน

ปัจจัยที่ 2 ขึ้นอยู่กับความสามารถในการร่วมงานกันของกล้ามเนื้อแต่ละมัด ซึ่งสามารถเพิ่มได้อย่างจำกัด โดยการฝึกการเคลื่อนไหวทำให้มีการทำงานประสานกันดียิ่งขึ้นระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

ปัจจัยที่ 3 ขึ้นอยู่กับมุมในการตั้งของกล้ามเนื้อ และความยาวเปรียบเทียบระหว่างแกนของความต้านทานกับแกนของความพยายามของระบบคาน บางครั้งอาจเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนโดยการเปลี่ยนท่าทางของร่างกายแต่ละส่วน

พลังมีได้ 2 อย่างคือ พลังอยู่กับที่ (Static) และพลังเคลื่อนที่ (Dynamic) พลังเคลื่อนที่อาจแบ่งออกได้อีกเป็นชนิดคอนเซนตริก (Concentric) และชนิดเอกเซนตริก (Eccentric) พลังอยู่กับที่และพลังเคลื่อนที่มีความแตกต่างกัน อาจฝึกให้มีการเพิ่มแรงอย่างหนึ่งโดยไม่ทำให้แรงอีกอย่างหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปมาก ปกติสามารถวัดพลังอยู่กับที่ได้แม่นยำกว่าพลังเคลื่อนที่ ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้วัดพลังทั่วไปมักเป็นการวัดพลังอยู่กับที่ แต่พลังเคลื่อนที่นั้นใช้มากในการออกกำลังกายทางการกีฬา

2. โปรแกรมการฝึกเพื่อเพิ่มพลัง

การหดตัวของกล้ามเนื้อที่เป็นพื้นฐานมีด้วยกัน 4 ชนิด คือ ไอโซโทนิค ไอโซเมตริก และไอโซคิเนติก โปรแกรมที่ใช้พัฒนาพลังก็มีการเรียกชื่อไปตามชนิดของการหดตัวนั้น ๆ โปรแกรมต่อไปนี้เป็นโปรแกรมการฝึกที่ใช้กันบ่อย

2.1 การฝึกพลังชนิดไอโซโทนิค

การฝึกพลังชนิดนี้อาจเรียกว่าการฝึกน้ำหนัก (Weight training) วิธีนี้นำมาใช้หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อเพิ่มพลังกล้ามเนื้อของผู้ป่วย ต่อมาได้นำมาใช้ในการกีฬาสามารถทำให้เพิ่มได้รวดเร็ว โดยการให้ออกกำลังต่อต้านความต้านทานที่มีมากและทำซ้ำเพียง 2-3 ครั้ง

2.1 การฝึกพลังชนิดไอโซเมตริก

Hettinger and Muller (2019, pp. 121-126) ได้แสดงว่า การหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดไอโซเมตริกด้วยน้ำหนัก 2 ใน 3 ของน้ำหนักที่มากที่สุดเป็นเวลา 6 วินาที จะทำให้พลังเพิ่มสัปดาห์ละ 5% การศึกษาต่อมาพบว่า การเพิ่มพลังไม่ถึง 5% เช่น ผู้ที่แข็งแรงอาจเพิ่มเพียง 2% ข้อเสียที่ชัดเจนของการฝึกพลังโดยวิธีไอโซโทนิค คือ ในช่วงต่าง ๆ ของการทำงานกล้ามเนื้อออกแรงทำงานไม่เท่ากัน เนื่องจากการเปลี่ยนความยาวของระบบคานและเปลี่ยนทิศทางของความต้านทานที่เกี่ยวข้องกับเส้นศูนย์ถ่วงในบางช่วงของการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อต้องหดตัวด้วยแรงเต็มที่แต่ในบางช่วงกล้ามเนื้อทำงานด้วยแรงไม่เต็มที่นั้น ผลของการฝึกจึงไม่เท่ากันตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว

2.2 การฝึกพลังชนิดไอโซคิเนติก

การหดตัวแบบไอโซคิเนติก กล้ามเนื้อต้องหดตัวด้วยความเร็วคงที่ และเมื่อออกแรงเต็มที่จะได้แรงเต็มที่ตลอดทุกช่วงของการเคลื่อนไหว ตัวอย่างของการหดตัวแบบนี้ คือ การใช้แขนว่ายน้ำแบบฟรีสไตล์ เพื่อที่จะให้ความเร็วของการหดตัวเท่ากันตลอดช่วงจะต้องใช้เครื่องมือในการออกกำลังกาย เครื่องดังกล่าวนี้จะสามารถปรับความต้านทานได้ ที่เรียกว่า Accommodating resistance ความเร็วการเคลื่อนไหวของเครื่องโดยทั่วไปสามารถปรับได้ตั้งแต่ 0-300 วินาที เครื่องไอโซคิเนติกส่วนมากสามารถอ่านค่า Force หรือ Torque บางเครื่องสามารถอ่านค่ามุมของข้อต่อได้ด้วย ดังนั้น จึงสามารถทราบค่าแรงการหดตัวได้ตลอดช่วงการเคลื่อนไหวมีเครื่องออกกำลังกายที่ใช้ในการฝึกที่อาศัย Partial accommodating resistance ส่วนใหญ่ใช้หลักของไฮดรอลิกส์ (Hydraulics) เมื่อออกแรงน้ำมันจะถูกดันจากท่อผ่านช่องเล็ก เมื่อ ออกแรงมากจะมีความต้านทานมาก ซึ่งต่างจากเครื่องที่มี Fully accommodating resistance ซึ่งเป็นเครื่องไอโซคิเนติกที่แท้จริง โดยสามารถปรับตั้งความสามารถความเร็วให้คงที่ได้ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ทั้งนี้ โดยอาศัยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งใช้ Servo-breaking ที่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวให้คงที่ได้

การฝึกพลัยโอเมตริก

1. ความหมายของพลัยโอเมตริก

Ates, Demir and Atesoglu (2019, pp. 201-206) ให้ความหมายว่า พลัยโอเมตริก (Plyometric) มาจากรากศัพท์ภาษากรีก คำว่า Plio หมายถึง เพิ่มมากขึ้นอีก กับคำว่า Metric หมายถึง การวัดขนาดหรือระยะ เมื่อนำคำมารวมกันเป็นการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก (Plyometric) หมายถึง การออกกำลังกายหรือการฝึกบริหารกาย เพื่อพัฒนาด้านกำลังหรือพลังของกล้ามเนื้อที่รวมไว้ ซึ่งความแข็งแรงและความรวดเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน ลักษณะของการฝึกสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การฝึกกระโดด (Jump training) และเขย่ง (Hopping) ในรูปแบบต่างกัน เพื่อพัฒนากล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย (Lower extremities) สอดคล้องกับ Rachote et al. (2024, pp. 1-14.) ได้ให้ความหมายคำว่า พลัง (Power) หมายถึง ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) หรือการเอาชนะแรงต้านได้ด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว พลังเป็นผลของแรงกล้ามเนื้อ (Muscular

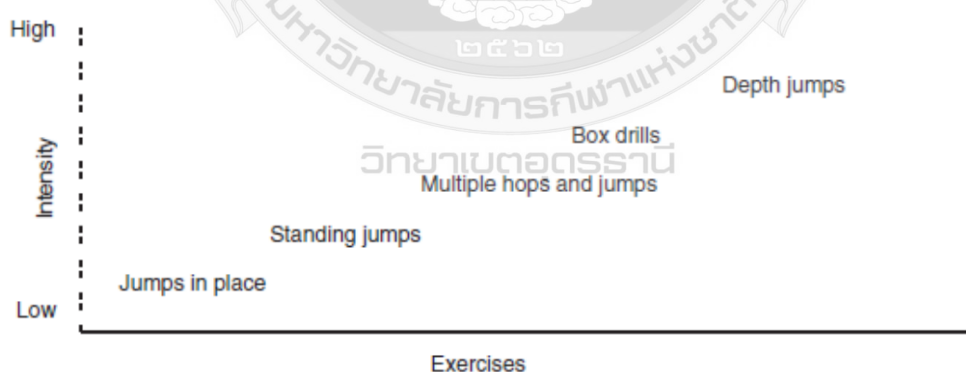
force) และอัตราความเร็ว (Velocity) ของการเคลื่อนไหว เพราะฉะนั้นพลังจะเท่ากับแรงคูณด้วยอัตราความเร็ว

Chu and Myer (2019, pp. 65-120) อธิบายว่า พลี่ยโอเมตริก (Plyometric) หมายถึง กิจกรรมการเคลื่อนไหวใด ๆ ก็ตามที่เกี่ยวข้องกับวงจรเหยียดสั้น (Stretch – shortening cycle) ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหวนั้นจะใช้ความพยายามสูงสุดหรือไม่ก็ตาม เช่น การเขย่ง (Hop) กระโดด (Jump) การวิ่งกระโดด (Bounds) ซึ่งเป็นที่นิยมนำมาฝึกเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของนักกีฬาเป็นหลัก แต่ก็มี การประยุกต์โปรแกรมการฝึกพลี่ยโอเมตริกเพื่อจุดประสงค์อื่น ๆ เช่น ฝึกพลี่ยโอเมตริกในระดับความเข้มข้นที่ไม่มากและมีการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมตามหลักชีวกลศาสตร์ เพื่อใช้ในการรักษาอาการบาดเจ็บของนักกีฬา

2. หลักการออกแบบโปรแกรมฝึกพลี่ยโอเมตริก

การจัดการออกแบบโปรแกรมการฝึกพลี่ยโอเมตริก ไม่ว่าจะออกแบบโปรแกรมการฝึกแบบบุคคลหรือฝึกแบบกลุ่มมีข้อที่ควรพิจารณาหลายประการ ซึ่งผู้ฝึกสอนที่จะต้องผู้ที่มีพื้นฐานและประสบการณ์เพื่อใช้ในการจัดการและออกแบบโปรแกรมอย่างรอบคอบ โดยสิ่งที่ต้องพิจารณาเบื้องต้นสำหรับผู้ฝึกมี 4 ประการ ได้แก่ การเคลื่อนไหวเฉพาะของกีฬา อายุ ประสบการณ์และวุฒิภาวะของผู้ฝึก

2.1 ความหนัก (Intensity) ในการฝึกพลี่ยโอเมตริกจะถูกควบคุมตามการเคลื่อนไหวของการฝึก เริ่มต้นจากการเคลื่อนไหวแบบง่าย ๆ ไปถึงการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนและหนักขึ้น เช่น การกระโดดสองขามีความหนักน้อยกว่าการกระโดดขาเดียว ความหนักของการฝึกพลี่ยโอเมตริกสามารถเพิ่มได้โดยการเพิ่มความสูงของแท่นสำหรับการกระโดดสูง หรือการเพิ่มระยะทางในการกระโดดไกล การกระโดดในลักษณะต่าง ๆ ได้ถูกจัดแบ่งเป็นหมวดหมู่ตามความหนัก (ภาพ 2.3)



ภาพที่ 2.3 แสดงระดับความหนักของการฝึกพลี่ยโอเมตริก from Plyometrics: Dynamic strength and explosive power. Chu, D. A., & Myer, G. D. (2019), Sheridan Books

การกระโดดในลักษณะต่าง ๆ ได้ถูกจัดแบ่งเป็นหมวดหมู่ไว้ ดังนี้

2.1.1. การกระโดดเข้าที่ (Jumps in place) คือ การกระโดดขึ้นและลงในจุดเดิม (จุดเริ่มต้น) อาจจะเป็นการกระโดดครั้งเดียวหรือหลายครั้งและกลับมาจุดเดิม แบบฝึกแบบนี้

มีความหนักค่อนข้างต่ำ การกระโดดแบบนี้เป็นตัวกระตุ้นให้ช่วงการดูดซับแรง (Amortization phase) สั้นกว่าระยะที่กำหนดทำให้นักกีฬาฟื้นตัวอย่างรวดเร็วจากการกระโดดในแต่ละครั้ง

2.1.2 การยืนกระโดด (Standing jump) การยืนกระโดดจะเริ่มต้นจากตำแหน่งที่ยืนและใช้ความพยายามในการกระโดดให้สูงหรือกระโดดให้ไกล โดยอาจจะกระโดดครั้งเดียวหรือหลายครั้งก็ได้ การกระโดดแบบนี้ นักกีฬาต้องมีการเหวี่ยงแขนอย่างเต็มที่เพื่อช่วยเสริมแรงให้ได้มากที่สุด ซึ่งเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาความเร็ว (Speed) และการออกตัว (Acceleration)

2.1.3 การกระโดดหลายครั้ง (Multiple hops and jumps) เป็นการรวมทักษะที่พัฒนาจากการกระโดดเข้าที่ (Jumps in race) และการยืนกระโดด (Standing jumps) มาทำซ้ำ ๆ กันซึ่งต้องใช้ความพยายามอย่างสูงสุด การควบคุมร่างกายในเคลื่อนไหวมีระดับความหนักอยู่ที่ปานกลาง ในการกระโดดหลายครั้งควรมีระยะทางรวมกันไม่เกิน 30 เมตร แต่ควรมุ่งเน้นไปที่ระยะเวลาในการกระโดดสั้น ๆ ที่ติดต่อกันและการใช้แขนเพื่อช่วยในการกระโดด ซึ่งรูปแบบของการกระโดดหลายครั้งในขั้นสูงอาจอยู่ในรูปแบบการฝึกกระโดดกับกล่อง (Box drill)

2.1.4 การกระโดดกับกล่อง (Box drill) เป็นการผสมผสานหลักการของ การกระโดดหลายครั้ง (Multiple jumps) และดีปธั้จัมพ์ (Depth jumps) มีระดับความหนักตั้งแต่เบาจนถึงสูงมาก จะมีลักษณะในการพัฒนาทักษะในการกระโดดสูงและกระโดดไกลพร้อมกัน กิจกรรมการกระโดดอาจจะนับเป็นจำนวนครั้งหรือสามารถนับเป็นเวลาได้นานถึง 90 วินาที วัตถุประสงค์ในการฝึกกระโดดลักษณะนี้ใช้กับประเภทกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic)

2.1.5 ดีปธั้จัมพ์ (Depth jumps) คือ การกระโดดที่ใช้ทั้งน้ำหนักตัวของนักกีฬาและแรงโน้มถ่วงของโลก นักกีฬาต้องใช้ทั้งความแข็งแรงและพลังในการกระโดดขึ้นจากพื้น การกระโดดแบบดีปธั้จัมพ์ถูกจัดว่ามีความหนักและต้องมีเทคนิคที่ดีในฝึก ดังนั้น ในการฝึกนักกีฬาไม่ควรกระโดดลงมาจากด้านบนกล่อง แต่ควรก้าวลงจากกล่องให้ตกลงสู่พื้นเพื่อควบคุมความสูงและยังช่วยลดปัญหาอาการบาดเจ็บของร่างกาย

2.2. ปริมาณการฝึก (Volume) คือ งานทั้งหมดที่ปฏิบัติในหนึ่งรอบการออกกำลังกาย ในกรณีที่มีการฝึกพลัยโอเมตริกซ์โดยการนับจำนวนครั้งที่ทำสัมผัสพื้น เช่น ฝึกทำยืนกระโดดสามครั้ง (Standing triples jump) ก็จะนับว่าทำสัมผัสพื้น 3 ครั้ง ส่วนการยืนร่างกายจะไม่นำจำนวนเท้าที่สัมผัสพื้นมาคำนวณ สำหรับนักกีฬาที่ไม่เคยมีประสบการณ์ฝึกมาก่อน ไม่ควรที่จะฝึกพลัยโอเมตริกซ์และฝึกด้วยน้ำหนักในวันเดียวกัน ควรจะฝึกพลัยโอเมตริกซ์ก่อน หากมีความจำเป็นต้องฝึกวันเดียวกัน ให้ลดปริมาณการนับจำนวนเท้าลงจากปกติ 95% ส่วนนักกีฬาที่มีประสบการณ์ที่ต้องการฝึกพลัยโอเมตริกซ์และการฝึกด้วยน้ำหนักในวันเดียวกัน ปริมาณของการกระโดดที่เฉพาะเจาะจงที่แนะนำในแต่ละครั้งจะแตกต่างกันไปตาม ความหนักและเป้าหมายที่ต้องการ (ภาพ 2.4) แสดงการระดับของการฝึกสำหรับผู้ เริ่มต้นใหม่ ปานกลาง และขั้นสูง การฝึกหนึ่งครั้งในช่วงพักการแข่งขันผู้ฝึกใหม่สามารถฝึกในความหนักที่ต่ำ จำนวน 50-100 ครั้งที่ทำสัมผัสพื้น ส่วนผู้ฝึกในระดับปานกลาง อาจจะฝึก 100-150 ครั้งในความหนักที่ต่ำ และฝึกอีก 100 ในความหนักปานกลาง ขณะที่ผู้ฝึกที่อยู่ในขั้นสูงนั้น สามารถฝึก 150-250 ครั้ง ในความหนักต่ำถึงปานกลาง แต่สำหรับในการฝึกแบบวิ่งกระโดด (Bounding) ให้วัดเป็นระยะทาง ในระยะช่วงการเริ่มต้นฝึกระยะทางที่เหมาะสมคือ 30 เมตรต่อรอบ ต่อมาเมื่อนักกีฬามีความสามารถที่ดีขึ้นสามารถเพิ่มระยะทางได้ถึง 100 เมตรต่อรอบ

	LEVEL			
	Beginning	Intermediate	Advanced	Intensity
Off-season	60-100	100-150	150-250	Low-moderate
Preseason	100-250	150-300	150-450	Moderate-high
In-season		Depends on sport		Moderate
Championship season		Recovery only		Moderate-high

ภาพที่ 2.4 แสดงการนับจำนวนเท้าที่สัมผัสพื้นจากการกระโดดในช่วงเวลาของการฝึก from Plyometrics: Dynamic strength and explosive power. (p. 103) Chu, D. A., & Myer, G. D. (2019), Sheridan Books

2.3 ความถี่ (Frequency) คือจำนวนครั้งในการออกกำลังกายที่เกิดขึ้นในระหว่างรอบของการฝึก แต่ยังไม่มีความชัดเจนว่ารูปแบบของความถี่ใดความถี่หนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกได้ดีที่สุด แต่จากประสบการณ์และการประยุกต์จากลักษณะของงานทำให้เชื่อว่าระยะเวลา 48 ถึง 72 ชั่วโมง เป็นเวลาพักที่เพียงพอสำหรับร่างกายก่อนที่จะออกกำลังกายครั้งต่อไปเพื่อลดอาการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นในนักกีฬา

2.4 การฟื้นฟู (Recovery) เป็นตัวแปรสำคัญในการพิจารณาว่าการฝึกพลัยโอเมตริกจะประสบความสำเร็จในการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อหรือความอดทนของกล้ามเนื้อหรือไม่ เวลาที่ควรพักระหว่างชุดอยู่ที่ประมาณ 45 - 60 วินาที หรือคิดเป็นอัตราส่วน 1:5 ถึง 1:10 เช่น การออกกำลังกายชุดเดียวใช้เวลา 10 วินาที ดังนั้น ควรกำหนดเวลาพักที่ 50 ถึง 100 วินาที เพื่อให้ร่างกายฟื้นฟูกลับมาสภาพเดิม และต้องตระหนักว่าการฝึกเพื่อพลังของกล้ามเนื้อเป็นการฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) ระยะเวลาที่น้อยกว่า 10-15 วินาทีต่อชุด ไม่สามารถฟื้นฟูพลังงานของกล้ามเนื้อได้สมบูรณ์ หากมีระยะเวลาฟื้นฟูน้อยกว่า 10 วินาทีต่อชุดในการออกกำลังกายที่ใช้เวลา 12-20 นาที ทำให้ร่างกายต้องการออกซิเจนเพื่อการกระบวนการเผาผลาญเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ

2.5 ระยะเวลาในการฝึก (Time per session) เวลาในการฝึกพลัยโอเมตริกควรเริ่มต้นที่ 20-30 นาที และเพิ่มอีก 10-15 นาทีในการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) และคลายอุ่น (Cool down)

2.6 ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละโปรแกรม (Length of cycle) ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละโปรแกรมการฝึกขึ้นอยู่กับจำนวนวันต่อสัปดาห์ที่เหลืออยู่ก่อนเริ่มฤดูกาลแข่งขัน สำหรับนักกีฬามือใหม่ควรใช้เวลา 4-6 สัปดาห์ในการพัฒนาทักษะเพื่อให้มีการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องตามกลไกของการฝึกพลัยโอเมตริก หลังจากนั้นค่อย ๆ เพิ่มความหนักในการฝึกสมรรถภาพทางกายสามารถเพิ่มขึ้นในระยะเวลา 4-6 สัปดาห์

2.7 ความปลอดภัย (Safety) ความสามารถและองค์ประกอบของร่างกายมีผลต่อความปลอดภัยในการฝึก เช่น นักกีฬาที่มีน้ำหนักมากไม่ควรเริ่มต้นฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาเดียว (Single leg plyometric) แต่ควรจะให้ฝึกกระโดดแบบสองขาก่อนจนกระทั่งสามารถปรับร่างกายได้ หลักการในลักษณะนี้สามารถนำไปใช้กับนักกีฬาระดับเยาวชนหรือนักกีฬาที่ไม่มีประสบการณ์ในการฝึกได้ เช่นเดียวกัน การใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการฝึกพลัยโอเมตริกก็มีส่วนในการลดหรือเพิ่มความเสี่ยงในการบาดเจ็บของนักกีฬาได้ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้และจำเป็นสำหรับการฝึกมีดังนี้

2.7.1 กรวย (Cones) กรวยพลาสติก มีความสูงตั้งแต่ 8-24 นิ้ว ใช้เป็นอุปสรรคสำหรับนักกีฬาให้กระโดดข้าม เป็นอุปกรณ์ที่มีความปลอดภัยในการฝึกสูง

2.7.2 กล่อง (Boxes) ทำจากอุปกรณ์ที่มีความยืดหยุ่นแต่ทนทาน โดยพื้นผิวด้านบนควรนุ่มเพื่อลดแรงกระแทก มีความสูงตั้งแต่ 18-24 นิ้ว (นักกีฬาอาชีพสามารถใช้ความสูงได้ถึง 42 นิ้ว)

2.7.3 รั้วกระโดด (Hurdles) เป็นสิ่งกีดขวางที่สามารถปรับระดับความสูงได้ ควรนำไปใช้กับนักกีฬาที่มีประสบการณ์เท่านั้น แต่ก็มีรั้วกระโดดแบบที่พับเก็บได้สามารถใช้ฝึกได้ทุกระดับ

2.7.4 สิ่งกีดขวาง (Barriers) เป็นการนำเอาอุปกรณ์อื่น ๆ มาประยุกต์เพื่อสร้างเป็นสิ่งกีดขวาง เช่น การจึงเชือกไว้ด้านบนระหว่างกรวยสองชั้นให้มีความยาวห่างกัน 3 ฟุต

2.7.5 บันได (Steps) บันไดอัลมอนด์ สามารถใช้ในการฝึกพลัยโอเมตริกได้ แต่ผู้ฝึกสอนต้องตรวจสอบความปลอดภัยให้รอบคอบ

2.7.6 วัตถุถ่วงน้ำหนัก (Weight objects) เช่น ลูกบอลยาง ลูกตุ้มน้ำหนักที่ง่ายต่อการจับ มีความทนทาน และมีความหลากหลายของน้ำหนัก สามารถใช้ฝึกได้ทั้งส่วนบนและส่วนล่าง

นอกจากนี้ ยังอธิบายเพิ่มเติมอีกว่ารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถพัฒนา ได้อย่างหลากหลาย โดยสามารถนำแบบฝึกด้วยน้ำหนักหรือแบบฝึกขึ้นมาใส่ในโปรแกรมในบางวัน การฝึกด้วยน้ำหนักมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักกีฬาระดับมัธยมศึกษา เนื่องจากนักกีฬาจำเป็นต้องมีความแข็งแรงเป็นพื้นฐานในการฝึกพลัยโอเมตริกให้สำเร็จ ในระยะต่อมาหากต้องการที่จะพัฒนาทักษะที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น สามารถนำมาฝึกรวมกันได้แต่เนื่องจากลักษณะ การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกที่หนักและเน้นคุณภาพการเคลื่อนไหว จึงควรฝึกพลัยโอเมตริกก่อนการฝึกแบบอื่น ๆ ในการฝึกวันเดียวกัน

จากการศึกษาของ Chu and Myer (2019, p. 103) ได้ แนะนำว่าการออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกควรกำหนดปริมาณการฝึก ให้อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง เนื่องจากปริมาณการฝึกที่อยู่ในระดับสูงไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพเพิ่มเติมเมื่อมีระยะเวลาในการพักต่อเซตเท่ากันเพราะกล้ามเนื้อต้องการเวลาพักเพื่อฟื้นคืนประสิทธิภาพนานกว่าปกติ และการทดสอบหลังการฝึกที่ให้ผลดีที่สุดควรอยู่ระหว่าง 2-5 วันหลังจากการฝึก

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการฝึกพลัยโอเมตริกคือการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาด้านกำลังหรือพลังของกล้ามเนื้อที่รวมไว้ ซึ่งความแข็งแรงและความรวดเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน ไม่ว่าการเคลื่อนไหวนั้นจะใช้ความพยายามสูงสุดหรือไม่ก็ตาม เช่น การเขย่ง (Hop) กระโดด (Jump) การวิ่งกระโดด (Bounds) เพราะการฝึกพลัยโอเมตริกส่งผลให้การหดตัวของ

กล้ามเนื้อแบบหดสั้นเข้า (Concentric Contraction) มีพลังและมีประสิทธิภาพมากขึ้นจากการพัฒนางจรการยืดออกและหดสั้น (Stretch-Shortening Cycle) อีกทั้งยังส่งผลให้ความเร็ว และความคล่องแคล่วไวเพิ่มขึ้นด้วย

ความอ่อนตัวและทักษะ

ความอ่อนตัว (Flexibility) เกี่ยวข้องกับความสามารถที่มีช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ ได้มาก ส่วนทักษะ (Skill) เป็นความสามารถในการกระทำการเคลื่อนไหวเฉพาะอย่างหลาย ๆ อย่างร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

จากคำจำกัดความของทั้ง 2 อย่างที่กล่าวมานี้ จะเห็นว่าในการที่ร่างกายจะทำกิจกรรมบางอย่างให้มีประสิทธิภาพสูงสุด มีความจำเป็นที่จะต้องฝึกทั้ง 2 อย่างนี้ด้วยกัน เช่น กีฬา ยิมนาสติก ย่อมต้องการความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวหรือการเปลี่ยนตำแหน่งของร่างกายอย่างรวดเร็วและความสามารถในการกระทำการเคลื่อนไหวเฉพาะอย่างหลาย ๆ อย่างรวมกันอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจะให้นักกีฬาสามารถแสดงได้อย่างอ่อนช้อย งดงาม

1. ความอ่อนตัวและช่วงของการเคลื่อนไหว

ความอ่อนตัวอาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ ความอ่อนตัวชนิดพาสซีฟ (Passive) ซึ่งเป็นช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่เกิดขึ้น เมื่อกล้ามเนื้อมีการคลายตัวและข้อต่อถูกทำให้เคลื่อนไหวโดยผู้อื่น และความอ่อนตัวชนิดไดนามิกส์เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นที่ข้อต่อ โดยเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ควบคุมข้อต่อนั้น

1.1 ส่วนประกอบที่ทำให้เกิดการอ่อนตัว ความอ่อนตัวแสดงได้โดยช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อใดข้อต่อหนึ่ง หรือหลายข้อต่อรวมกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 อย่าง คือ

1.1.1 กระดูกและเอ็นของข้อต่อ

ตัวอย่าง เช่น ข้อศอกและข้อเข่า เนื่องจากลักษณะรูปร่างของกระดูกกับเอ็นข้อต่อดังกล่าวไม่สามารถเหยียดได้เกิน 180° ข้อต่อทุกข้อมีความจำกัดในช่วงการเคลื่อนไหว เนื่องจากโครงของกระดูก

1.1.2 จำนวนของเนื้อเยื่อที่ถูกรอบข้อ

ตัวอย่าง เช่น การงอข้อศอกถูกจำกัดโดยกล้ามเนื้อไบเซพส์ ถ้ากล้ามเนื้อไบเซพส์มีความตึงเป็น 2 เท่า จะทำให้เกิดการงอข้อศอกน้อยลงเห็นได้ชัด

1.1.3 ความยืดได้ของกล้ามเนื้อที่มีเอ็นยึดคร่อมข้อต่อ

ตัวอย่าง เช่น ความพยายามที่จะงอข้อสะโพกและสันหลังส่วนล่างใน การก้มตัวเพื่อให้มือแตะพื้น จะทำเช่นนี้ได้เมื่อกกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อที่ด้านหลังของขาและสันหลังส่วนล่างจะต้องยืดได้มากพอควร

การไม่ค่อยได้มีการเคลื่อนไหว จะทำให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่าง ๆ เสียความสามารถในการยืดไปได้ จึงทำให้ความอ่อนตัวเป็นไปไม่ได้ไม่ดี นอกจากนั้น การไม่ค่อยได้เคลื่อนไหวจะทำให้มีไขมันสะสมอยู่ในร่างกายและมีความอ่อนตัวลดลง

1.2 ความสำคัญของความอ่อนตัว การขาดความอ่อนตัวจะทำให้การเคลื่อนไหวไม่ถูกต้องเมื่อใดก็ตามที่การเดินหรือการวิ่งไม่สามารถฝึกให้ดีขึ้นได้ ควรจะได้ตรวจสอบความอ่อนตัวก่อน ความอ่อนตัวเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวหลายอย่าง ถ้าความอ่อนตัวลดลงจะทำให้การเคลื่อนไหวมี

ประสิทธิภาพน้อยลง ไม่มีมาตรฐานว่าควรจะมีควมอ่อนตัวเท่าใดจึงจะเพียงพอ ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ต้องกระทำ อย่างไรก็ตาม กิจกรรมส่วนใหญ่ต้องการความอ่อนตัวอยู่ในช่วงของคนปกติ แต่มีกิจกรรมเพียง 2-3 อย่างที่ต้องการความอ่อนตัวมากที่ข้อต่อบางข้อ

1.3 การเพิ่มความอ่อนตัว สามารถเพิ่มความอ่อนตัวได้โดยการเพิ่มทันทีและการเพิ่มระยะยาว

1.3.1 การเพิ่มทันที

การเพิ่มความอ่อนตัวโดยทันทีนั้น สามารถเพิ่มได้จำกัดโดยการใช้ออกกำลังกายแบบยืด พบว่า ก่อนการอบอุ่นร่างกายกล้ามเนื้อตรงข้ามจะคลายตัวช้าและคลายตัวไม่หมดเมื่อกลุ่มทำงานหดตัว แต่เมื่อได้รับการอบอุ่นร่างกายจะทำให้การขยายตัวของกล้ามเนื้อตรงข้ามดีขึ้นและขยายตัวได้หมด การเคลื่อนไหวเรียบขึ้นและมีการร่วมงานกันดีขึ้นการออกกำลังกายโดยการยืดกล้ามเนื้อตรงข้ามช้า ๆ เป็นเวลาหลายวินาที จะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการเพิ่มความอ่อนตัวให้เกิดขึ้นโดยทันที

1.3.2 การเพิ่มระยะยาว

ในการพิจารณาการเพิ่มความอ่อนตัวระยะยาวจะต้องนำส่วนประกอบทั้ง 3 อย่างของความอ่อนตัวมาพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวกับกระดูกเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ปัจจัยข้อที่ 2 เกี่ยวกับเนื้อเยื่อที่อยู่รอบข้อต่อมีส่วนที่จะปรับปรุงได้ในบางคน เช่น การลดไขมันในคนอ้วนที่ไม่สามารถก้มตัวลงเพื่อเอามือแตะพื้นได้ เพราะมีไขมันที่บริเวณหน้าท้องมาก เมื่อลดไขมันลงไปก็สามารถเพิ่มความอ่อนตัวได้ ปัจจัยข้อที่ 3 เกี่ยวกับความยืดได้ของกล้ามเนื้อและเอ็นของข้อนั้น เป็นปัจจัยสามารถปรับปรุงได้มาก โดยการออกกำลังกายเพื่อยืดกล้ามเนื้อและเอ็น

1.3.3 การออกกำลังกายเพื่อยืดกล้ามเนื้อและเอ็น

มีการออกกำลังกายอยู่ 2 ชนิด คือ บอลิสติก เป็นการยืดอย่างรวดเร็ว เช่น การกระชากและยืดอย่างช้า วิธีทั้งสองอย่างทำให้ความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นได้ แต่วิธีการยืดจะมีประโยชน์ดีกว่าวิธีบอลิสติก คือ มีอันตรายน้อยกว่าการยืดเกินของเนื้อซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายและเจ็บปวดได้ วิธีไม่กระตุ้นรีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) และให้โอกาสกล้ามเนื้อตรงข้ามคลายตัว ภายใต้อำนาจจิตใจแล้วจึงปล่อยให้ยืด

1.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความอ่อนตัว ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความอ่อนตัว มีดังนี้

1.4.1 รีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) เมื่อกล้ามเนื้อถูกยืดโดยทันที จะเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อซึ่งเกิดจากการรีเฟล็กซ์ยืด ความแรงของการหดตัวขึ้นอยู่กับความเร็วและความแรงของการยืดรีเฟล็กซ์ยืดเป็นรีเฟล็กซ์ที่ใช้รักษาท่าทางของร่างกาย มีความจำเป็นที่ทำให้ลำตัวตั้งตรงอยู่ได้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือในขณะที่นั่งอยู่ด้วยอาการง่วงนอน ศีรษะเอียงไปข้างใดข้างหนึ่งเป็นผลให้กล้ามเนื้อคอถูกยืดทันที และรีเฟล็กซ์ยืดทำงานจึงเป็นให้ศีรษะเคลื่อนไหวแบบกระดูกกลับมาตั้งตรงใหม่ รีเฟล็กซ์ยืดยังช่วยการเคลื่อนไหว ที่อยู่ในอำนาจจิตใจด้วย เช่นการออกกำลังกายกระโดดสูงหรือการเคลื่อนไหวแขนและไหล่ไปข้างหลัง ก่อนการตีลูกบอล เป็นต้น

รีเฟล็กซ์เป็นผลจากการทำงานของรีเซปเตอร์ภายในกล้ามเนื้อ เมื่อกล้ามเนื้อ ถูกยืดโดยทันที ในทางกลับกันการยืดอย่างช้า ๆ จะไม่กระตุ้นรีเฟล็กซ์ยืด จึงเป็นถกเถียงข้อหนึ่งสำหรับ

การใช้การยืดช้า ๆ สำหรับการเพิ่มความอ่อนตัว พบว่าเมื่อต้องการให้ยืดเร็ว จะต้องใช้ความลึกมากกว่า 2 เท่าของการยืดช้า จึงจะได้การยืดจำนวนเท่ากัน

1.4.2 การฝึกน้ำหนัก

การวิจัยต่าง ๆ ได้แสดงหลักฐานว่า การฝึกน้ำหนักไม่มีอันตรายต่อ ความอ่อนตัว เมื่อได้กระทำถูกต้อง การฝึกพลังทั้งไอโซโทนิกและไอโซเมตริก และได้พบว่ามีโปรแกรมใดที่มีผลเสียต่อความอ่อนตัว จากหลักฐานต่าง ๆ จึงสนับสนุนได้ว่าการฝึกน้ำหนักเมื่อกระทำด้วย ช่วงการเคลื่อนไหวที่กว้างพอ จะไม่ทำให้ความอ่อนตัวเสียไป

1.4.3 ลักษณะรูปร่างของร่างและสัดส่วน

การวิจัยได้แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันน้อยระหว่างความอ่อนตัวกับลักษณะรูปร่างของร่างกายแต่การงอสะโพก คอ และลำตัว มีความสัมพันธ์มากกับความอ่อนตัว ไขมัน ของร่างกายมีความสัมพันธ์ในทางลบการเคลื่อนไหวในช่วงสุดท้ายไม่มีความสำคัญระหว่างความอ่อนตัวกับความยาวของแขน ขา และลำตัวแต่ผู้ที่แขนและลำตัวยาว เมื่อเทียบกับขาจะได้เปรียบในการก้มตัวเอามือแตะพื้น

1.4.4 ระดับการออกกำลังกาย

การไม่ค่อยได้ออกกำลังกายจะทำให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่าง ๆ สูญเสียความสามารถในการยืดไปได้ ถ้าไม่ได้มีการเคลื่อนไหวเลย เช่น ถูกเข้าเฝือกไว้เมื่อกระดูกหัก จะทำให้คุณสมบัติความอ่อนตัวลดลงไปมาก นอกจากนั้น การไม่ค่อยได้ออกกำลังกายจะทำให้ไขมันสะสมมากขึ้น จึงช่วยจำกัดความอ่อนตัวลงไปอีก ในทางกลับกันการออกกำลังกายเป็นประจำจะช่วยให้ความอ่อนตัวคงอยู่ และความอ่อนตัวที่มากกว่าปกติสามารถทำให้เกิดขึ้นได้โดยการออกกำลังกายเฉพาะอย่าง

1.4.5 ความเฉพาะของความอ่อนตัว

การวิจัยได้แสดงว่า ความอ่อนตัวมีความเฉพาะอย่างมากที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวเฉพาะอย่าง หมายความว่าผู้ที่มีความอ่อนตัวในการเคลื่อนไหวบางอย่างได้มากกว่าปกติอาจมีความอ่อนตัวน้อยกว่าปกติในการเคลื่อนไหวบางอย่างได้

1.4.6 อายุและเพศ

ความอ่อนตัวที่มากที่สุดมีได้ในเด็กระดับประถมและจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อมีอายุได้ 11-12 ปี หลังจากนั้นความอ่อนตัวจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนถึงวัยหนุ่มสาวต่อมาความอ่อนตัวจะลดลงตามอายุเด็ก เด็กพบว่าเด็กหญิงมีความอ่อนตัวมากกว่าเด็กชายในผู้ใหญ่ก็เช่นเดียวกัน

1.4.7 อุณหภูมิ

เมื่อทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 13 °C จะทำให้ความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นประมาณ 20% เชื่อกันว่า การเพิ่มอุณหภูมิของร่างกาย จากการออกกำลังกายจะทำให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อยืดได้มากขึ้น จึงเพิ่มความอ่อนตัวได้ชั่วคราว นอกจากนั้นยังเชื่อกันอีกว่าการเพิ่มการยืดได้ จะทำให้โอกาสที่เนื้อเยื่อจะได้รับอันตรายลดลง

2. ทักษะ

ทักษะ (Skill) เป็นความสามารถในการกระทำการเคลื่อนไหวเฉพาะอย่างหลาย ๆ อย่างร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพและเรียบร้อย ในทางสรีรวิทยาของระบบกล้ามเนื้อและประสาทนั้น นับได้ว่าเป็นการร่วมงานกันของกล้ามเนื้อกลุ่มต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มทำงาน (Agonist) กลุ่มตรง

ข้าม ความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อที่ถูกต้องในเวลาที่ต้องด้วย โดยใช้แรงที่จำเป็น เพื่อที่จะเคลื่อนไหวตามความต้องการตามลำดับเวลาและจังหวะที่ถูกต้อง

2.1 ความสำคัญของทักษะ

ในการที่จะเพิ่มสมรรถภาพของกิจกรรมใดก็ตาม ย่อมต้องการอาศัยการวิเคราะห์กิจกรรมนั้น เพื่อที่จะทราบว่าต้องการใช้ทักษะชนิดใดบ้างจึงจะสามารถสร้างโปรแกรมเพื่อจะเพิ่มทักษะเหล่านั้น เช่น นักบาสเกตบอล จะต้องมีความรู้ในการวิ่ง การกระโดด การเลี้ยงลูก การส่งลูกและการรับลูก เป็นต้น จึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเล่นบาสเกตบอลโดยการเพิ่มทักษะเหล่านั้นอย่างเดียวยังหรือหลายอย่าง ปัญหาที่จะต้องสร้างทักษะเฉพาะอย่างในกิจกรรมนั้น ๆ ก่อน และใช้เทคนิคที่มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มความชำนาญตามหลักแล้วการเพิ่มทักษะที่เกี่ยวข้องกัน

2.1.1 ต้องทราบเมแกนิกส์ที่ถูกต้อง

2.1.2 ปฏิบัติกิจกรรมนั้นซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้งทั้งนี้จะต้องฝึกอย่างถูกต้องจนกระทั่งแบบอย่างของการเคลื่อนไหว ประสิทธิภาพและได้ผลดีจากผลของการฝึกดังกล่าวผู้กระทำให้เพิ่มทักษะได้โดยการเพิ่มการตัดสินใจใน ความเร็ว ระยะทาง และเวลา โดยการพัฒนาสถานการณ์ต่าง ๆ ของกิจกรรมนั้น ๆ

3. ระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับทักษะ

ตามหลักการทำงานของระบบประสาทโดยทั่วไป คือ การเคลื่อนไหวอย่างหยาบและง่าย ถูกควบคุมโดยระบบประสาทส่วนล่าง ส่วนการเคลื่อนไหวอย่างละเอียดและซับซ้อนถูกควบคุมโดยระบบประสาทบน เช่น การเดินหรือการวิ่ง ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่ซ้ำ ๆ กันอาศัยการควบคุมของระบบประสาทกลางเพียงไขสันหลัง ก้านสมอง และซีรีเบลลัม แต่ถ้าการเดินหรือการวิ่งนั้นต้องการเปลี่ยนทิศทางหรือความเร็ว ซึ่งหมายถึงว่าต้องการตัดสินใจและต้องการกล้ามเนื้อมาทำงานร่วมกันเพิ่มขึ้น ย่อมต้องการศูนย์ประสาทชั้นสูงขึ้นไปอีก เช่น ซีรีบรัลคอร์เทกซ์ (เปลือกสมองใหญ่) และธาลามัสมาร่วมทำงานด้วย เชื่อกันว่าเมื่อทักษะเกิดขึ้นจากการฝึกระบบประสาทที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนไหวก็อาศัยศูนย์ประสาทส่วนล่าง เพิ่มขึ้นและอาศัยศูนย์ประสาทบนน้อยลง การทำงานในสมองใหญ่ (ซีรีบรัม) อาศัยทางเดินประสาททางตรงมากขึ้นคือเกี่ยวข้องกับเซลล์ประสาทจำนวนน้อยลงทำให้ใช้เวลาน้อยลงด้วย และอาศัยการทำงานของระบบประสาทที่อยู่ได้อ่านาจิตใจน้อยลงนอกจากในตอนเริ่มต้นของการเคลื่อนไหวเท่านั้น

เมื่อมีทักษะอยู่ในขั้นสูงแล้ว การกระทำนั้น ๆ จะเปลี่ยนเป็นการกระทำของรีเฟล็กซ์ฝึก (Conditioned reflex) เช่น การเคลื่อนไหวของการเดินอาศัยการทำงานที่เป็นรีเฟล็กซ์ฝึกการเริ่มต้นย่อมอาศัยสมองใหญ่ ส่วนการดำเนินต่อไปสามารถอาศัยศูนย์ประสาทที่อยู่ต่ำลงไปได้ในการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย ผลของการเคลื่อนไหวอาศัยปัจจัย 3 อย่างคือ

1. เซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่นำพลังประสาท

2. ความถี่ของพลังประสาท

3. พลังประสาทส่งลงไปถึงเส้นใยกล้ามเนื้อเมื่อใด ปัจจัยที่สำคัญซึ่งเกี่ยวข้องคือกล้ามเนื้อมัดใดที่ถูกยับยั้งไม่ให้หดตัวโดยกลไกยับยั้งของระบบประสาท

อุปสรรคบางประการที่ขัดขวางการทำของทักษะมีดังนี้ คือ

1. สภาวะแวดล้อมทั้งภายในและภายนอก ย่อมจะไม่เหมือนกันทุกครั้งไป การเคลื่อนไหวของทักษะส่วนใหญ่มีความซับซ้อนมาก ย่อมต้องมีการทำงานของข้อต่อไปหลายข้อและกล้ามเนื้อหลายมัด ถึงแม้ว่าการกระทำจะถูกต้องดีแต่ย่อมมีความแตกต่างไปจากแบบฉบับบ้างเล็กน้อย

2. ผู้ฝึกใหม่ย่อมตัดสินใจไม่ดีกว่าการกระทำใดถูกต้อง อาจเลือกกระทำสิ่งที่ ไม่ถูกต้องไปเรื่อย ๆ เช่น ในการหัดขว้างอาจก้าวเท้าที่ผิดไปข้างหน้า โดยที่คิดว่าถูกหรือผู้ที่เล่นบาสเกตบอลที่มีร่างกายสูงและได้ฝึกซ้อมกับผู้ที่เตี้ยกว่า สามารถยิงลูกเข้าห่วงได้โดยใช้เทคนิคที่ผิด ซึ่งประสบความสำเร็จพอสมควร แต่เมื่อต้องไปเล่นกับคู่ต่อสู้ที่มีความสูงเท่าเทียมกันทำให้เทคนิคดังกล่าวไม่ประสบความสำเร็จ

4. การฝึกทางสมอง

การวิจัยได้สนับสนุนว่าทักษะสามารถเพิ่มได้โดยการฝึกทางสมอง คือ การคิดทบทวนถึงแบบฉบับการเคลื่อนไหว อย่างไรก็ดี นักวิจัยบางท่านคือ Stebbins egstrom oxedrine และ Phipps และ Morehouse ได้ลงความเห็นว่าจะเพิ่มทักษะได้โดยการฝึกทางสมองอาจจะเป็นการคิดทบทวนหรือเทคนิคหรืออื่น ๆ ที่ไม่ต้องใช้มือแต่การเพิ่มทักษะอยู่ในขอบเขตจำกัด

หลักของการฝึกความเร็ว

คุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญ 3 อย่างสำหรับการฝึกกีฬาเพื่อให้มีประสิทธิภาพ คือ ความเร็ว (Speed) ความมีพลัง (Strength) และ ความอดทน (Endurance) ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะหลักของการฝึก ความเร็วเท่านั้น ก่อนที่จะกล่าวถึงหลักของการฝึกความเร็ว จะขอกล่าวถึงความสัมพันธ์ของความเร็ว (Speed) กำลัง (Power) และแรง (Force) ในการกีฬาก่อนกำลังเป็นอันตรายของการทำงาน ดังนั้น จึงรวมเรื่องเวลาไว้ด้วย เช่น ถ้าคน 2 คน ยกน้ำหนักให้เคลื่อนไปด้วยระยะทางเท่ากัน แต่คนหนึ่งยกได้ ด้วยอัตราเร็วมากกว่า คนผู้นี้จึงว่ามีกำลังมากกว่า สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Power} &= \text{Force (strength)} \times \text{Velocity (speed)} \\ &= \text{Force} \times \text{Distance} \\ &= \text{Work} \text{ Time} \end{aligned}$$

1. ความสำคัญของกำลังที่เกี่ยวกับความเร็ว

กำลังสูงสุดของนักกรีฑาอาจแสดงได้โดยความสามารถหลายอย่าง เช่น ขว้างหรือปล่อยวัตถุ หรือร่างกายตนเองให้เคลื่อนไปอย่างรวดเร็ว กำลังทำให้เกิดโมเมนตัม และโมเมนตัมก็จะเป็นแรงที่ไปกระแทกวัตถุให้มีการเคลื่อนไหว กำลังมีที่ใช้ในการกรีฑาหลายอย่าง การปล่อยให้วัตถุพุ่งตัวออกไปซึ่งวัตถุอาจถูกขว้าง เตะ หรือ ตี ในการนี้กำลังขึ้นอยู่กับแรงและความเร็วการวิเคราะห์การเตะลูกบอลเมื่อลูกฟุตบอลถูกเตะลูกบอลจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วจำนวนความเร็วสุดท้าย (Total velocity) ขึ้นอยู่กับจำนวนของแรงและความเร็วของแรงที่กระทบบอล การวิ่งระยะสั้นขึ้นอยู่กับกำลังเป็นส่วนใหญ่เกิดจากการพุ่งของร่างกายไปข้างหน้าโดยกำลังขาทั้งสองข้าง อัตราเร็วของการพุ่งขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของแรงและความเร็วของการหดตัวของกล้ามเนื้อ กำลังของกล้ามเนื้อมีบทบาทในระยะเร่งความเร็วของการวิ่งมากกว่าในระยะการวิ่งที่มีความเร็วคงที่แล้วถึงแม้ว่ากำลังขึ้นอยู่กับส่วนประกอบ 2 อย่าง คือ พลังความเร็วกรีฑาแต่ละอย่างอาจต้องการส่วนประกอบอย่างหนึ่งมากกว่า

อีกอย่างหนึ่ง กำลังที่เกี่ยวกับความต้านทานน้อยต้องเน้นในด้านของความเร็ว แต่กำลังที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานมากต้องเน้นทางด้านพลัง เช่น ในการทุ่ม น้ำหนักต้องใช้พลังมากกว่าความเร็ว แต่ในการพุ่งแหลนนั่นส่วนใหญ่ขึ้นกับความเร็วและส่วนน้อย ขึ้นกับพลัง

2. การเพิ่มกำลัง เนื่องจากกำลังขึ้นอยู่กับส่วนประกอบทั้งพลังและความเร็ว ดังนั้นสามารถเพิ่มกำลังได้โดยเพิ่มพลัง เพิ่มความเร็ว หรือเพิ่มทั้งสองอย่าง โดยทั่วไปวิธีที่ดีที่สุดในการเพิ่มกำลังคือการเพิ่มพลัง

2.1 การเพิ่มกำลังโดยการเพิ่มพลัง

จากการค้นคว้าหลายแห่งมีหลักฐานว่า การเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อเหยียดขาโดยโปรแกรมการฝึกน้ำหนัก จะทำให้กำลังเพิ่มขึ้นได้ การเพิ่มนี้วัดได้โดยการที่กระโดดได้สูงขึ้น ยังมีหลักฐานแสดงว่า การออกกำลังชนิดไอโซโทนิคจะได้ผลในการเพิ่มพลังมากกว่าการออกกำลังชนิดไอโซเมตริก

2.2 การเพิ่มกำลังโดยเพิ่มความเร็ว

การเพิ่มความเร็วก็คือการเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว (Agonists) ซึ่งส่วนหนึ่งสามารถทำให้เกิดได้โดยการเพิ่มพลังดังที่ได้กล่าวมาแล้ว วิธีอื่นที่ใช้เพิ่มความเร็ว เช่น การเพิ่มการร่วมงานกัน (Coordination) การอบอุ่นร่างกาย (Warm-up) และการให้กล้ามเนื้อทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 การร่วมงานกัน

เมื่อการร่วมงานกันของกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น จะทำให้การเคลื่อนไหวมีความเร็วมากขึ้น เนื่องจากกล้ามเนื้อต่าง ๆ ร่วมกันทำงานต่อต้านความต้านทานดีขึ้น ปกติแล้วกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้าม (Antagonists) จะคลายตัวช้ากว่าการหดตัวของกลุ่มทำงาน ดังนั้นความสามารถในการคลายตัวจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มความเร็ว ถ้าต้องการเพิ่มความเร็วควรให้ปฏิบัติการเคลื่อนไหวเฉพาะอย่างที่ต้องการ และความถี่ของการซ้อมด้วยความเร็วที่เท่ากันหรือมากกว่าความเร็วที่ต้องการใช้ในการกระทำนั้น

2.4 การอบอุ่นร่างกาย

การวิจัยพบว่าความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น 20% เมื่ออุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้น 29°C และความเร็วการหดตัวลดลงอย่างสำคัญเมื่ออุณหภูมิลดลง 10°C ถึงแม้ว่าหลักฐานในการที่เป็นเช่นนี้ส่วนใหญ่เนื่องมาจากการลดความหนืดในกล้ามเนื้อ ดังนั้น จึงได้มีการใช้การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มอุณหภูมิร่างกายก่อนการแข่งขัน

2.5 การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ

สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการหดตัวของกล้ามเนื้อได้โดยการฝึกเล็ก การฝึกนี้อาจเป็นผลต่อการเพิ่มความเร็วในการหดตัว เช่น ถ้าไขมันในกล้ามเนื้อลดลงหรือความหนืดลดลง จะทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้น หรือถ้าการอ่อนตัวของกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้ามไม่เพียงพอต่อการทำให้อ่อนตัวลงทำให้แรงต้านของกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้ามลดน้อยลง เป็นผลให้ความเร็วของการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ผลของการฝึกจะทำให้ยับยั้งโดยระบบประสาทลดน้อยลง ทำให้สามารถส่งการไปยังกล้ามเนื้อให้ทำงานเป็นจำนวนมากขึ้นได้

3. ความเร็ว

โดยทั่วไปทางด้านการกีฬาจะพิจารณาถึงความเร็ว 3 อย่าง ความเร็วในการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่ง อัตราเร่งของการวิ่ง และความเร็วสูงสุดของการวิ่ง

3.1 ความเร็วในการเคลื่อนไหวร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่ง

คนที่สามารถเคลื่อนไหวด้วยแขนได้รวดเร็วอาจเคลื่อนไหวขาได้ช้า ตามความเป็นจริงแล้วอาจมีความสามารถเคลื่อนไหวได้เร็วเฉพาะส่วนย่อยลงไปอีก เช่น นักวิ่งสามารถเคลื่อนไหวขาได้เร็ว แต่ไม่สามารถเคลื่อนไหวแขนได้เร็วเมื่อกระทำกิจกรรมอื่น เช่น การชกมวย เป็นต้น

3.2 ความเร็วในการวิ่ง

ความเร็วในการวิ่งสามารถแยกได้ 2 อย่าง คือ อัตราเร่งและอัตราเร็วสูงสุด อัตราเร่งมีความสำคัญมากในช่วงความเร็วเพียงระยะ 20-30 เมตร ซึ่งมีความสำคัญในการวิ่งระยะสั้น อีกนัยหนึ่งถ้าเกี่ยวกับระยะทางที่มากกว่า 20-30 เมตร ความเร็วสูงสุดมีความสำคัญกว่าอัตราเร่ง ปัจจัยทั้ง 2 อย่างนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก บางคนออกวิ่งได้ช้าแต่มีความเร็วสูงมาก ส่วนบางคนออกวิ่งได้เร็วแต่ความเร็วสูงสุดไม่มาก เป็นต้น

4. การเพิ่มความเร็วจากการกระทำของแรง

ตามพื้นฐานแล้วความเร็วเป็นผลจากการกระทำของแรง ตัวมวลสารในการเคลื่อนไหวของมนุษย์นั้น ร่างกายแทนมวลสารและแรงนั้นเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อ ถ้าแรงมากกว่าความต้านทานก็จะเกิดความเคลื่อนไหวขึ้น และเมื่อแรงเพิ่มมากขึ้นความเร็วก็จะมากขึ้นด้วยความจริงข้อนี้เป็นไปตามกฎข้อที่สองของนิวตัน ซึ่งเป็นอัตราเร็วของวัตถุเคลื่อนที่นั้นขึ้นโดยตรงกับแรงที่กระทำ โดยแรงที่กระทำมี 2 อย่างคือแรงบวก (Positive force) และแรงลบ (Negative force) แรงบวกเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ส่วนส่วนแรงลบเกิดจากแรงเสียดทานที่ความต้านทานของอากาศ น้อยกว่าแรงโน้มถ่วงและแรงเฉื่อย De Vries คำนวณได้ว่าการวิ่งนั้นอาจมีแรงลบเท่ากับ 3.45 แรงม้า ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ แรงโน้มถ่วง (Gravity) 0.1 แรงม้า การเปลี่ยนความเร็ว (Velocity changes) 0.5 แรงม้า เพิ่มอัตราเร่งของขาและแขน (Acceleration of limbs) 1.68 แรงม้า อัตราเร่งของขาและแขน (Deceleration of limbs) 0.67 แรงม้า และความต้านของอากาศ (Air resistance) 0.5 แรงม้า

5. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็ว

มีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อความเร็วปัจจัยต่าง ๆ มีดังนี้

5.1 ความยาวของกล้ามเนื้อ

เส้นใยกล้ามเนื้อที่มีความยาวเป็น 2 เท่าของเส้นใยกล้ามเนื้ออีกเส้นหนึ่ง ซึ่งมีคุณสมบัติในกล้ามเนื้อเหมือนกันจะสามารถหดตัวได้สั้นได้เป็น 2 เท่าของการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อที่สั้นกว่า ในเวลาเดียวกันกล้ามเนื้อที่มีเส้นใยยาวจึงได้เปรียบทางด้านความเร็วมากกว่ากล้ามเนื้อที่มีเส้นใยสั้น นอกจากนั้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ขนานกับแนวของมัดกล้ามเนื้อยังช่วยเพิ่มข้อได้เปรียบทางความเร็วอีกด้วย

5.2 แรงและอัตราเร่ง

ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันซึ่งกล่าวว่าอัตราเร่งของวัตถุได้สัดส่วนกับแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ หมายความว่าเมื่อแรงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า อัตราเร่งก็จะเพิ่ม

เป็น 2 เท่าแต่นักวิ่งจะเพิ่มอัตราเร่งโดยการเพิ่มแรงของเท้าที่ไต่ขึ้นพื้นที่วิ่ง เกี่ยวกับอัตราเร่งดี จะต้องตระหนักว่าเมื่อกำลังเนื้อหดตัวแรงขึ้นจึงต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น พลังงานที่ใช้ในการหดตัวเพิ่มเป็นกำลัง 2 เท่าของความเร็วในการหดตัว คือ ถ้ากล้ามเนื้อหดตัวเร็วเป็น 2 เท่าของกล้ามเนื้อ จะต้องใช้พลังงานเป็น 2 เท่าของกล้ามเนื้อ ความจริงข้อนี้จะต้องนำไปใช้ในการพัฒนาทางด้านการกีฬาที่เกี่ยวข้องกับความอดทนว่านักกีฬาคงจะมีการเร่งความเร็วหรือไม่

5.3 ผลของกฎกำลังสอง

กฎนี้เกี่ยวกับแรงที่เป็นปฏิกิริยา คือ กฎนี้กล่าวว่าความต้านทานของอากาศและน้ำ จะแปรผันตรงกับความเร็วกำลังสอง เท่ากับความเร็วของร่างกายเพิ่มเป็น 2 เท่า ความต้านทานจะเพิ่มเป็น 4 เท่า และถ้าเพิ่มความเร็วเป็น 4 เท่าความต้านทานจะเพิ่มมากขึ้นเป็น 16 เท่า

5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรง

ได้มีการแสดงการวิจัยว่าแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงหรืออัตราความเร็วของการหดตัวเพิ่มขึ้นกล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้แรงมากที่สุด เมื่อความเร็วของการหดตัวเป็นศูนย์ คือการหดตัวชนิดไอโซเมตริก ในทำนองเดียวกันกล้ามเนื้อจะหดตัวได้เร็วมากที่สุดเมื่อไม่มี ความต้านทานเลย หรืออีกนัยหนึ่งคือ เมื่อมีความต้านทานกล้ามเนื้อจะหดตัวด้วยความเร็ว น้อยลง

5.5 อายุและเพศ

ในผู้ชายความเร็วจะเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 21 ปีความเร็วสูงสุดจะอยู่ที่ 3-4 ปี หลังจากนั้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้นความเร็วจะค่อย ๆ ลดลงด้วยอัตราคงที่ ส่วนผู้หญิงถึงจุดที่มีความเร็วสูงสุดที่อายุน้อยกว่าคือ 18 ปี โดยทั่วไปความเร็วของผู้หญิงมีค่าประมาณ 85% ของผู้ชายความแตกต่างของความเร็ว เกี่ยวข้องกับความเร็วในการต่อสู้กับความต้านทานด้วย

5.6 อุณหภูมิ

นักวิจัยพบว่าความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิการเพิ่มอุณหภูมิอาจทำได้ในคนโดยการให้ความร้อนในส่วนลึกของร่างกายโดยวิธีอื่นการเพิ่มอุณหภูมิของกล้ามเนื้อโดยการออกกำลังกายเพื่ออบอุ่นร่างกายเป็นวิธีที่ดีที่สุด

5.7 ลักษณะรูปร่างของร่างกาย

เป็นการยากที่จะต่อว่าลักษณะรูปร่างแบบให้เหมาะกับกีฬาประเภทใด นอกจากจะกล่าวว่าคนอ้วนเคลื่อนไหวได้ช้า อาจมีสาเหตุมาจากแรงเสียดทานซึ่งเกิดจากโมเมนต์ของไขมันดีกล้ามเนื้อ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากไขมัน ซึ่งต้องเป็นภาระในการเคลื่อนไหวด้วย ผู้ที่เหมาะสมในการวิ่งจัดเป็นผู้ที่มีความสูงขนาดกลางและมีรูปร่างในระหว่างคนผอมและคนขนาดกลางหรือจัดอยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า Their

5.8 พลัง

พลังและความเร็วที่มีความสัมพันธ์กันน้อย ถ้าเป็นการเคลื่อนไหวที่มีความต้านทานน้อย แต่เมื่อความเร็วของการเคลื่อนไหวที่มีความต้านทานมากพลังจะมีส่วนเกี่ยวข้องอยู่มากทั้งมีหลักฐานว่า พลังที่พัฒนาได้จากการฝึกชนิดไอโซโทนิคจะเกี่ยวข้องกับความเร็วกว่าการฝึกไอโซเมตริก

5.9 การอ่อนตัว

เป็นที่ทราบกันว่าการจำกัดการอ่อนตัวน้อยกว่าปกติของบริเวณสะโพกจะทำให้ความเร็วในการวิ่งลดลง เพราะการขัดขวางจากกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้ามเพิ่มมากขึ้นในช่วงที่การเคลื่อนไหวเกือบจะสุด อย่างไรก็ตามก็ยังไม่มีความหลักฐานที่แสดงว่าการอ่อนตัวมากกว่าปกติจะทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้น

5.10 ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความเร็วภายใต้สภาวะต่างกัน

5.10.1 การเคลื่อนไหวอย่างง่ายที่มีความต้านทานน้อย

ความเร็วของการหดตัวของกล้ามเนื้อซึ่งเกิดภายในกล้ามเนื้อเองเป็นปัจจัยที่จำกัดความเร็ว ส่วนการร่วมงานกันของกล้ามเนื้อโดยอาศัยระบบประสาทและแรงกล้ามเนื้อมีความสำคัญรองลงไป

5.10.2 การเคลื่อนไหวซับซ้อนที่มีความต้านทานน้อย

การร่วมงานกันของกล้ามเนื้อและของการเคลื่อนไหวชนิดต่าง ๆ เป็นตัวจำกัดความเร็วของการเคลื่อนไหว

จากการวิเคราะห์โดยการถ่ายภาพ แสดงว่าการวิ่งระยะสั้นที่มีประสิทธิภาพนั้นมีการยกเข่าสูงช่วงก้าวยาวและเท้าลงในตำแหน่งที่อยู่ใต้จุดศูนย์ถ่วงของผู้ซึ่งสิ่งที่มีความสำคัญ ในการวิ่งก็คือแรงขับเคลื่อนไปข้างหน้าควรเคลื่อนไหวดังตรงไปข้างหน้าและข้างหลังแขนและไหล่ควรเคลื่อนไหวนั้นในแนวที่จะดึงร่างกายให้เหมาะสมไปตามทิศทางที่ต้องการและคุ้มครองการพุ่งของร่างกายควรจะเหมาะสมเพื่อให้ได้ความเร็วมากที่สุด Winkert and Kirsten (2022, pp 182-186)

เวลาในการตอบสนอง

ความหมายของเวลาในการตอบสนอง (Response time) คือ เวลาที่รวมทั้งเวลาปฏิกิริยาตอบสนองและเวลาการเคลื่อนไหว เป็นช่วงเวลารวมทั้งหมดตั้งแต่เริ่มมีการกระตุ้นหรือสิ่งเร้าเริ่มปรากฏขึ้นจนถึงร่างกายมีการเคลื่อนไหวจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

ความหมายของเวลาในการตอบสนอง (Response time) คือ เวลาที่อยู่ในช่วงตั้งแต่สิ่งเร้าปรากฏจนกระทั่งเริ่มมีการตอบสนอง

เวลาปฏิกิริยาสามารถแบ่งได้ 3 ระยะ คือ

เวลารับรู้ความรู้สึก (Sense time, Receiving of time) คือ เวลาตั้งแต่ปลายประสาทรับรู้ความรู้สึกมากระแสนประสาทจนถึงประสาทส่วนกลาง

เวลาตัดสินใจ (Decision, Thought time) เป็นเวลาที่ประสาทส่วนกลางตัดสินใจเลือกวิธีการตอบสนอง

เวลาประสาทสั่งการเคลื่อนไหว (Initiation of movement time) คือ เวลาตั้งแต่ประสาทส่วนกลางสั่งงานจนกระทั่งประสาทเดินทางมาถึงกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อเริ่มหดตัวทำงานเวลาปฏิกิริยาดังกล่าวนี้นี้ เป็นการทำงานที่อยู่ในอำนาจของจิตใจซึ่งจะใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเวลาตัดสินใจว่าจะสามารถเลือกพฤติกรรมที่จะตอบสนองได้เร็วเพียงใด สำหรับการเคลื่อนไหวของกระแสนประสาททั้งรับและส่งความรู้สึกนั้นจะไม่ค่อยแตกต่างกันนักคือ จะใช้เวลาประมาณ 90-120 เมตรต่อวินาที (ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2525, น. 92-94)

เวลาในการตอบสนองคือ เวลาที่ใช้ตั้งแต่มีการกระตุ้นรีเซปเตอร์ให้รับรู้ความรู้สึกจนถึงกล้ามเนื้อเกิดการหดตัว ซึ่งการตอบสนองต่อการกระตุ้นนั้นเรียกว่า เวลาปฏิกิริยา เวลาปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยการเดินทางที่นำพลังจากประสาทจากรีเซปเตอร์ ขึ้นไปสู่สมองส่วนที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจโดยการผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวแล้วจึงส่งกลับมายังกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยานั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของเวลาการตอบสนองทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยาร่วมกับเวลาการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นเวลาที่เริ่มจากการเคลื่อนไหวครั้งแรกจนถึงการสิ้นสุดการเคลื่อนไหว (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกัลยา ปาละวิวัฒน์, 2536, น. 54)

เวลาในการตอบสนองเป็นช่วงเวลาตั้งแต่มีการกระตุ้นจนกระทั่งร่างกายเริ่มมีการเคลื่อนไหว ซึ่ง ได้แบ่งเวลาปฏิกิริยาออกเป็น 4 ระยะ คือ (1) ระยะเริ่มการกระตุ้น (Onset of the stimulus) (2) ระยะล่าช้าระยะที่ 1 (First latency period) ซึ่งเป็นระยะของการส่งผ่าน พลังงานประสาทในสมองส่วนกลาง จากเส้นประสาทสัมผัสเข้าไปจนกระทั่งออกมาที่เส้นประสาทยนต์เป็นเวลาส่วนของความคิดและตัดสินใจ (3ระยะของการทำงานของสมองตั้งแต่รับรู้ถึงเมื่อสั่งการลงมายังกล้ามเนื้อ (4) ระยะล่าช้าที่ระบบหน่วยยนต์ (Delay in the motor process) ก่อนที่กล้ามเนื้อหดตัว (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กัลยา ปาละวิวัฒน์, 2536, น. 308)

Shaver (2019, p. 28) กล่าวว่า เวลาในการตอบสนอง คือ ช่วงเวลาระหว่างการรับรู้ของสิ่งที่มากระตุ้นจนถึงเริ่มต้นเคลื่อนไหววิธีวัดเวลาปฏิกิริยาจะเริ่มตั้งแต่มีการแสดงสิ่งกระตุ้น ซึ่งอาจจะเป็นการรับรู้ด้วยการเห็นการได้ยินเสียงการสัมผัสซึ่งจะทำให้ประสาทไฟฟ้าเริ่มทำงานจนกระทั่งผู้ถูกทดสอบเริ่มเคลื่อนไหวนาฬิกาจะหยุดเวลาที่ถูกบันทึกนั้นจะเป็นเวลา และเวลาที่เกิดขึ้นระหว่างการได้รับการกระตุ้นจนถึงการตอบสนองครั้งแรก การวัดเวลาปฏิกิริยาจะต้องใช้นาฬิกาที่สามารถบันทึกเวลาได้ 1/100 วินาที หรือ 1/1000 วินาที และนาฬิกาจะเริ่มทำงานเมื่อมีสิ่งเร้า (สิ่งที่ไปกระตุ้นประสาทให้ทำงาน)

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า เวลาในการตอบสนอง (Response time) เวลาในการเคลื่อนไหว (Movement times; MT) หมายถึง เวลาที่ร่างกายเริ่มเคลื่อนไหวได้ อย่างรวดเร็ว หลังจากได้รับการกระตุ้น ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือวัดเวลาปฏิกิริยา

การแบ่งช่วงเวลาปฏิกิริยาตามหน้าที่ทางประสาทสรีรวิทยา (Neurophysiological) เพื่อประโยชน์ในการศึกษาองค์ประกอบย่อย ๆ ของเวลาปฏิกิริยาที่มีความสัมพันธ์กับตัวรับรู้ความรู้สึก (Receptor) ทางเดินประสาทนำเข้า (Afferent pathways) ขบวนการที่เกิดขึ้นในส่วนกลางทางเดินประสาทส่งออก (Efferent pathways) และการทำงานของกล้ามเนื้อนั้น วัดได้โดยเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalograph)

ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้หลายท่านได้แบ่งเวลาตอบสนองออกเป็นเวลาก่อนการเคลื่อนไหว (Pre-motor) และส่วนที่เคลื่อนไหว (Motor parts) ไว้ดังนี้

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

2. เวลาปฏิกิริยาขณะเกิดเคลื่อนไหว (Motor reaction time) เป็นช่วงเวลาตั้งแต่มีศักย์ไฟฟ้า (Electrical activity) เพิ่มขึ้น จนกระทั่งเริ่มมีการเคลื่อนไหว ความเร็วของเวลาปฏิกิริยา

(RT) เป็นผลมาจากการถูกระตุ้นที่อวัยวะรับความรู้สึก (Sense organ) การกระตุ้นทางการได้ยิน จะมีเวลาปฏิกิริยา (RT) เร็วที่สุด รองลงมาคือการกระตุ้นทางการมองเห็น ความเจ็บปวด การรับรส การดมกลิ่น และการสัมผัส ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเวลาปฏิกิริยาจากการสัมผัสจะมีความเร็วในการตอบสนองต่างกันคือบริเวณที่อยู่ใกล้สมองมากกว่าจะตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มาสัมผัสได้เร็วกว่า และเป็นที่ทราบกันมานานแล้วว่าเวลาปฏิกิริยาที่เกิดจากการกระตุ้นโดยทางระบบหูจะเร็วกว่าเวลาปฏิกิริยาที่เกิดจากการกระตุ้นโดยทางระบบตา ซึ่งมีความแตกต่างกันประมาณ 50 มิลลิวินาที และต่อมาได้มีการค้นพบว่าการกระตุ้นทางระบบหูใช้เวลาเดินทางไปยังซีรีบรัล คอร์เทกซ์ (Cerebral cortex) ประมาณ 8 - 9 มิลลิวินาที หลังจากมีการกระตุ้นในขณะที่การกระตุ้นทางระบบตาต้องใช้เวลาราว 20 - 40 มิลลิวินาที ทั้งนี้เนื่องจากทางเดินประสาทจากหูไปยังบริเวณรับความรู้สึกจากการได้ยิน (Auditory projection area) นั้นอยู่ที่เทมโพรลโลบ (Temporal lobe) ซึ่งใช้ทางเดินประสาทที่สั้นกว่าส่วนทางเดินประสาทจากตาไปยังบริเวณรับความรู้สึกจากการมองเห็น (Visual projection area) นั้นอยู่ที่ออคซิพิทอลโลบ (Occipital lobe) ซึ่งมีทางเดินประสาทที่ยาวกว่าและต้องผ่านกระบวนการที่ซับซ้อนกว่า

ความคล่องแคล่วว่องไว

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ "ความคล่องแคล่วว่องไว" (Agility) เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างกรอบแนวคิดและดำเนินการวิจัย โดยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความเป็นมาและแนวคิดพื้นฐานของความคล่องแคล่วว่องไว

ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) เป็นองค์ประกอบเชิงซ้อนของสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-Related Physical Fitness) ซึ่งมีวิวัฒนาการทางแนวคิดมาอย่างต่อเนื่อง ในอดีตนักวิทยาศาสตร์การกีฬามักมองความคล่องแคล่วว่องไวเป็นเพียงส่วนหนึ่งของความเร็ว แต่ในปัจจุบัน งานวิจัยทางการเคลื่อนไหววิทยา ได้แยกความคล่องแคล่วว่องไวออกมาเป็นตัวแปรอิสระที่มีความเฉพาะเจาะจง ชลธิชา สร้อยสีหา, นภัสกร สุขดี, และรุ่งทิพา ปงหนู (2568, น. 418) ได้อธิบายภูมิหลังของสมรรถภาพด้านนี้ว่า เกิดจากการทำงานที่ประสานกันอย่างซับซ้อนระหว่างระบบประสาทส่วนกลางและระบบกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Coordination) การที่ร่างกายมนุษย์จะสามารถแสดงออกถึงความคล่องแคล่วว่องไวได้นั้น ต้องอาศัยการสั่งการของระบบประสาทไปยังกล้ามเนื้อให้หดตัวและคลายตัวอย่างฉับพลัน ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการเรียนรู้และการฝึกฝนรูปแบบการเคลื่อนไหว (Motor Learning) ซ้ำ ๆ จนเกิดเป็นความจำของกล้ามเนื้อ (Muscle Memory) นอกจากนี้ แนวคิดของความคล่องแคล่วว่องไวในปัจจุบันยังครอบคลุมไปถึงทักษะการรับรู้ โดยไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่การเคลื่อนไหวที่ทางกายภาพเท่านั้น Gaamouri et al. (2022, p. 85) ได้ระบุถึงกระบวนการเกิดแรงและการเปลี่ยนทิศทางว่า ความคล่องแคล่วว่องไวที่สมบูรณ์แบบจะต้องประกอบไปด้วย "การรับรู้สิ่งเร้า (Perception)" "การตัดสินใจ (Decision Making)" และ "การตอบสนองทางกล้ามเนื้อ (Motor Response)" ซึ่งแนวคิดนี้ได้กลายเป็นรากฐานสำคัญในการออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมที่เรียกว่า SAQ (Speed, Agility, and Quickness) ในวงการกีฬาสมัยใหม่

2. ความหมายของความคล่องแคล่วว่องไว

บุญเจือ สีนบุญมา และภัสสร ฐปบุตร (2562, น. 179) ให้ความหมายว่า ความคล่องแคล่วว่องไว คือ ความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายในการที่จะเปลี่ยนตำแหน่ง จากอีกที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการพัฒนาให้สมรรถภาพดังกล่าวมีความสามารถที่สูงขึ้นนั้น จะต้องอาศัยการฝึกซ้อมที่มีความใกล้เคียงกับรูปแบบของชนิดกีฬานั้น ๆ อย่างเจาะจง

นรินทรา จันทศร (2562, น. 3) อธิบายว่า ความคล่องแคล่วว่องไว หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางของร่างกายอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เป็นทักษะที่ต้องอาศัยการทำงานที่ประสานกันระหว่างการหยุด การหมุนตัว และการเปลี่ยนทิศทาง โดยไม่สูญเสียการทรงตัว

ในขณะเดียวกัน ชลธิชา สร้อยสีหา และคณะ (2568, น. 421) ได้สรุปความหมายจากการทบทวนวรรณกรรมไว้ว่า ความคล่องแคล่วว่องไว หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนทิศทางได้ตามความต้องการอย่างรวดเร็ว และสามารถควบคุมตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง ของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด แม้ในสภาวะที่ร่างกายกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงก็ตาม

มุมมองจากงานวิจัยระดับสากล Doganay et al. (2020, pp. 1241) ได้ให้คำจำกัดความเพิ่มเติมว่า ความคล่องแคล่วว่องไว แตกต่างจากการเปลี่ยนทิศทางแบบปกติ ตรงที่ความคล่องแคล่วว่องไวจะต้องมี "การตอบสนองต่อสิ่งเร้า " เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ เช่น การหลบหลีกคู่ต่อสู้ หรือการตอบสนองต่อทิศทางของลูกบอลที่คาดเดาไม่ได้

จากนิยามและความหมายของนักวิชาการที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ความหมายของ "ความคล่องแคล่วว่องไว" ได้ว่า คือ สมรรถภาพเชิงซ้อนของร่างกายที่แสดงออกถึงความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ผ่านการเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว และการเปลี่ยนทิศทางของร่างกายหรือสัดส่วนของร่างกายอย่างฉับพลัน โดยอาศัยการทำงานที่ประสานสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ระหว่างระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ ทั้งนี้ต้องสามารถรักษาสสมดุลและการควบคุมจุดศูนย์กลางของร่างกายไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยไม่สูญเสียความเร็วและจังหวะของการเคลื่อนไหว

3. ความสำคัญของความคล่องแคล่วว่องไว

ความคล่องแคล่วว่องไวถือเป็นปัจจัยชี้วัดความสำเร็จที่สำคัญในกิจกรรมทางกายและชนิดกีฬาที่ต้องอาศัยการเคลื่อนที่แบบพลวัต ความสำคัญของตัวแปรนี้ได้รับการยืนยันผ่านงานวิจัยเชิงประจักษ์ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ดังนี้:

3.1 ความสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขัน

กีฬาแทบทุกประเภทจำเป็นต้องมีการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนและต้องอาศัยการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว (สมชาย รักการวิจัย. (2567, น.1-15) นรินทรา จันทศร (2562, น. 3) ได้เน้นย้ำในงานวิจัยว่า ความคล่องแคล่วว่องไวเป็นสิ่งสำคัญที่นักกีฬาต้องมี เพื่อหาพื้นที่ในการครอบครองเป้าหมาย เช่น พื้นที่ในการรับส่งลูก หรือพื้นที่ในการทำคะแนน นักกีฬาที่มีความคล่องแคล่วว่องไวสูงจะสามารถสร้างความได้เปรียบทางยุทธวิธี ได้เหนือกว่าคู่ต่อสู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัฐพล ตันมี (2562, น. 46) ที่พบว่าในชนิดกีฬาที่ต้องปะทะหรือศิลปะป้องกันตัว ความ

คล่องแคล่วว่องไวมีความสำคัญอย่างยิ่งยวดในการปรับเปลี่ยนทิศทางและตำแหน่งเพื่อหลบหลีกการโจมตีและสวนกลับได้อย่างทันท่วงที

3.2 ความสำคัญต่อการลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บ (Injury Prevention)

การที่กล้ามเนื้อสามารถชะลอความเร็ว (Deceleration) และเปลี่ยนแกนการเคลื่อนที่ได้อย่างมั่นคง ช่วยลดแรงกระแทก (Impact Force) ที่กระทำต่อข้อต่อและเส้นเอ็น Doganay et al. (2020, pp. 1245) พบว่าความคล่องแคล่วว่องไวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core Muscles) นักกีฬาที่มีสมรรถภาพด้านนี้ดี จะมีกลไกการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อ (Proprioception) ที่ไวขึ้น ส่งผลให้ร่างกายสามารถปรับโครงสร้างเพื่อรับแรงกระแทกจากการเปลี่ยนทิศทางแบบฉับพลันได้อย่างปลอดภัย ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการป้องกันการบาดเจ็บของเอ็นไขว้หน้าข้อเข่า (ACL Injury) ที่พบได้บ่อยในนักกีฬา

3.3 ความสำคัญต่อการตอบสนองของระบบประสาท

ความคล่องแคล่วว่องไวไม่ได้มีความสำคัญแค่ในมิติทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) แต่ยังมีผลต่อการพัฒนาระบบประสาทสั่งการ ชลธิชา สร้อยสีหา และคณะ (2568, น. 421) อธิบายว่า การฝึกความคล่องแคล่วว่องไวเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้นักกีฬาสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ เคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ การทำงานของระบบประสาทที่ฉับไวนี้ เป็นทักษะที่สามารถถ่ายโยง (Transfer of Learning) ไปสู่การใช้ชีวิตประจำวัน ช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถหลบหลีกอันตรายจากอุบัติเหตุได้อย่างกะทันหัน

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ประจักษ์ชัดว่าความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) มิใช่เพียงแค่ความสามารถในการวิ่งหลบหลีกสิ่งกีดขวางเท่านั้น แต่เป็นกลไกเชิงซ้อนที่ต้องอาศัยองค์ประกอบด้านการรับรู้ทางสมอง ความรวดเร็วในการสั่งการของระบบประสาท พลังของกล้ามเนื้อในการเบรกและออกตัว และการรักษาสมดุลของร่างกาย ความสำคัญที่ครอบคลุมทั้งมิติของการเสริมสร้างความเป็นเลิศทางกีฬา และการป้องกันการบาดเจ็บทางกายภาพนี้เอง ที่ทำให้ความคล่องแคล่วว่องไวกลายเป็นตัวแปรสำคัญที่ผู้วิจัยนำมาศึกษา เพื่อพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้และสร้างสรรค์โปรแกรมการฝึกที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในงานวิจัยฉบับนี้

วิธีการฝึกสมรรถภาพทางกาย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีที่ใช้ในการฝึกทางกาย แต่ก่อนที่จะกล่าวถึงวิธีต่าง ๆ เหล่านี้ จะพิจารณาถึงเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการฝึก คือ หลักของการฝึกซึ่งจะครอบคลุมทั้ง ความเฉพาะของการฝึก ระยะของการฝึก การออกกำลังการฝึกและหลังการฝึกด้วย

1. หลักของการฝึก

ตามที่ทราบแล้วว่าการที่จะพัฒนาพลังและความอดทนของกล้ามเนื้อนั้น ต้องให้กล้ามเนื้อออกกำลังต่อสู้แรงต้านที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น จนทำให้กล้ามเนื้อขยายตัวเกินและโตขึ้นจึงจะทำให้มีการเพิ่มพลังและความอดทน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือมีการปรับตัวทางสรีรวิทยาเกิดขึ้นทำให้เซลล์ของกล้ามเนื้อมีศักยภาพทางด้านพลังงานเพิ่มขึ้น ดังนั้นหลักฐานของโปรแกรมการฝึกใด ๆ ก็คือต้องทราบต้นตอของพลังงานที่นำมาใช้เพื่อกิจกรรมนั้น และใช้หลักของโหลดเกิน (Overload principle) เพื่อนำมาสร้างโปรแกรมที่จะพัฒนาต้นตอของพลังงานเฉพาะอย่างให้มากกว่าต้นตอของพลังงานอื่น ๆ

1.1 ความเฉพาะของการฝึก (Specificity of training) จะเน้นอีกครั้งหนึ่งว่าโปรแกรมการฝึกใด ๆ ก็ตาม จะต้องมีความเฉพาะเพื่อที่จะพัฒนาระบบของพลังงานส่วนใหญ่ซึ่งใช้ในการออกกำลังกายนั้น ในกิจกรรมการออกกำลังกาย ส่วนมากแล้วจะต้องพิจารณาการสร้างโปรแกรมเพื่อที่จะฝึกระบบพลังงาน 1 หรือ 2 ระบบ แต่สำหรับในการฝึกทั่ว ๆ ไปที่ไม่ได้กำหนดนั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับระบบพลังงานทั้ง 3 ระบบ และบางทีจะเน้นที่ระบบหนึ่งระบบใดด้วย เพื่อความแข็งแรงจะได้เพิ่มตามที่บุคคลนั้นต้องการ เช่น บุคคลซึ่งเพิ่มจากโรคหลอดเลือดโคโรนารีหรืออื่น ๆ ทางด้านหัวใจและปอด การฝึกนั้นจะต้องเน้นถึงระบบแอโรบิกหรือระบบออกซิเจน เป็นต้น

1.2 การทราบระบบพลังงานที่ต้องใช้ เราจะทราบระบบของพลังงานที่ต้องใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างไร คำตอบซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการวิ่งที่ระยะทางต่าง ๆ กันกับระบบของพลังงานที่ใช้ เช่น ในการฝึกการวิ่งมาราธอนจะฝึกเพื่อพัฒนาระบบแอนแอโรบิก เพียง 5% เท่านั้นแต่จะต้องฝึกเพื่อพัฒนาระบบแอโรบิกให้มากถึง 95% นอกจากนี้ ในตารางยังได้ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิ่งระยะเวลาของการออกกำลังกายไว้ด้วย ถ้าจะต้องนำไปใช้กับการออกกำลังกายอย่างอื่นที่ไม่ใช่การวิ่งก็สามารถนำมาใช้เทียบเคียงกับระยะเวลาของการออกกำลังกาย ไม่ว่าจะทำกิจกรรมใดก็ตามจะต้องกล่าวถึง 2 ประการ เกี่ยวข้องกับตารางนี้ คือ

ประการแรก สังเกตว่าระบบของพลังงานนั้น ได้รวมกลุ่มและแบ่งไว้เป็น

1. ระบบ ATP-PC และ LA
2. LA-0
3. ระบบ O

ที่ต้องรวมกลุ่มไว้เนื่องจากว่าไม่สามารถที่จะแยกให้เด็กทราบว่ากิจกรรมใดเกี่ยวข้องกับพลังงานชนิดใด ยกเว้น ระบบพลังงานแอโรบิกหรือระบบออกซิเจนซึ่งได้ศึกษากันมากจึงสามารถแยกได้ ถึงอย่างไรก็ดี กลุ่มของระบบพลังงานที่ควรจะต้องคิดว่าเป็นตัวแทนที่เกี่ยวข้องกับแอนแอโรบิกคือ ATP-PC และ LA แอนแอโรบิก และแอโรบิก คือ LA-0 และแอโรบิกคือ LA-0 และแอโรบิก (O)

ประการ ที่ 2 ที่เกี่ยวข้องคือความแม่นยำของเปอร์เซ็นต์เหล่านี้เป็นการประมาณค่าเท่านั้นไม่ได้เป็นค่าที่แน่นอน อย่างไรก็ตาม จะไม่กระทบกระเทือนต่อประโยชน์ของตาราง เพราะแนวทางเหล่านี้ทำให้สามารถจัดโปรแกรมฝึกที่เฉพาะ ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มสมรรถภาพที่สูงที่สุดได้

1.3 หลักของโหลดเกิน (Overload principle) ที่เกี่ยวข้องกับความหนัก ความบ่อย และช่วงเวลาของการฝึก หลักการในข้อนี้อาศัยหลักการให้มีโหลดเกินซึ่งค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ คือให้ออกกำลังกาย เมื่อมีแรงต้านจนใกล้ระดับสูงสุด และเมื่อความแข็งแรงได้พัฒนาขึ้นแล้ว จะค่อย ๆ เพิ่มโหลดขึ้นไปตลอดระยะเวลาของการฝึก ในการฝึกเกี่ยวกับน้ำหนักนั้นใช้ค่าสูงสุดที่ซ้ำกัน (Repetition maximum) ส่วนโปรแกรมที่ประกอบด้วยการวิ่ง การถีบจักรยานหรือการว่ายน้ำนั้น ในโปรแกรมจะกล่าวถึง ความหนัก ความถี่ และช่วงเวลาของโปรแกรม แทนที่จะกล่าวถึงน้ำหนักที่ยกได้

1.4 การกำหนดของการฝึก ปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดในบรรดาปัจจัยทั้ง 3 ของการฝึกโดยอาศัยหลักโหลดเกิน เช่น ความหนักของโปรแกรมการฝึก ขึ้นตรงกับการพัฒนากำลังแอโรบิกสูงสุดจะสามารถกำหนดความหนักของโปรแกรมการฝึกได้อย่างไร วิธีที่ง่ายที่สุดคือ การใช้วิธีวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate method) ความยากน้อยของการเต้นของหัวใจ เมื่อมีการออกกำลังกาย สามารถใช้เป็นดัชนีของโหลดเกินที่กระทำต่อร่างกายโดยทั่ว ๆ ไปและต่อระบบหัวใจและการ

หายใจโดยเฉพาะได้อัตราการเต้นของหัวใจที่สูงขึ้น หมายถึง การออกกำลังกายที่หนักขึ้นด้วยดังนั้น จึงมีแนวความคิดในการกำหนดอัตราเต้นของหัวใจเป้าหมาย (Target heart rate, THR) ซึ่งจะมีค่าถึงระดับหนึ่ง สามารถใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง ดังนี้

1.4.1 วิธีวัดกำลังสำรองของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximal heart rate reserve method) วิธีนี้ได้พัฒนาขึ้นโดย American College of Sports Medicine (2021) ซึ่งประกอบด้วยการคำนวณกำลังสำรองของอัตราหัวใจสูงสุด (Heart rate reserve, HRR) ซึ่งเป็นค่าแตกต่างระหว่างอัตราหัวใจในขณะพัก (Resting heart rate; HR rest) กับอัตราหัวใจสูงสุด (Maximal heart rate; HR max) $HRR = HR_{max} - HR_{rest}$

เช่น สมมติว่าอัตราเต้นของหัวใจปกติมีค่า 65 ครั้ง/นาที และอัตราเต้นของหัวใจสูงสุดมีค่า 200 ครั้ง/นาที ดังนั้น HRR จึงมีค่า $200 - 65 = 135$ ดังนั้นจึงสามารถหาค่าของ THR ได้ว่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของ HRR บวกกับ HR rest ด้วยการใช้ MRR จากตัวอย่างข้างต้นนั้น 75% THR ก็ควรจะคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} HRR &= 200 - 65 \\ &= 135 \text{ ครั้ง/นาที} \\ 75\% \text{ THR} &= (0.75 \times 135) + 65 \\ &= 101.25 + 65 \\ &= 166 \text{ ครั้ง/นาที} \end{aligned}$$

การออกกำลังกายในขณะการฝึกนั้น จึงควรจะมีค่านักเพียงพอที่จะทำให้อัตราเต้นของ หัวใจเพิ่มถึง 166 ครั้ง/นาที

4.2) วิธีอัตราเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximal heart rate method)

วิธีนี้สามารถคำนวณ THR ได้จากอัตราเต้นของหัวใจสูงสุด เช่น 75% THR ของผู้ที่มี HR max 200 ครั้ง/นาที จะสามารถคำนวณได้โดยง่ายดังนี้

$$\begin{aligned} 75\% \text{ THR} &= 0.75 \times 200 \\ &= 150 \text{ ครั้ง/นาที} \end{aligned}$$

THR (60% ของ HRR หรือ 73% ของ HR max) พิจารณาได้ว่าเป็นระดับกัน ซึ่งแสดงว่าค่าของ THR ที่ต่ำกว่าระดับนี้จะไม่มากพอที่จะกระตุ้นให้มีการพัฒนาทางด้านความอดทน สำหรับคนในวัยหนุ่มสาวนั้นโปรแกรมที่ใช้ในการฝึกความอดทนก็ควรจะทำให้ THR มีค่าระหว่าง 80% และ 90% ของ HRR หรือ 85%-95% ของ HR max ส่วนในคนอายุมากขึ้นต้องใช้ค่า THR ต่ำกว่านี้

ในการใช้วิธีดังกล่าวเพื่อกำหนดความหนักของการฝึกความอดทนนั้น จะต้องทราบอัตราเต้นของหัวใจในขณะพักและอัตราเต้นสูงสุด อัตราเต้นของหัวใจในขณะพักนั้นสามารถทำได้จากหลอดเลือดแดง Radial ที่บริเวณข้อมือ หลอดเลือดแดง Temporal ที่บริเวณหน้าหูหรือหลอดเลือดแดง Carotid ที่บริเวณคอ

อัตราเต้นของหัวใจสูงสุดทั้งในชายและหญิงได้ โดยใช้สูตรดังนี้คือ

$$HR_{max} = 220 - \text{อายุ}$$

ดังเช่น คนที่อายุ 20 ปี ควรจะมี $HR_{max} = 220 - 20 = 200$ ครั้ง/นาที

นอกเหนือจากวิธีการวัดอัตราเต้นของหัวใจแล้ว ยังมีวิธีอื่นที่ใช้วัดหรือกำหนดโปรแกรมการฝึกความอดทนได้อีก วิธีนี้อาศัยแนวคิดของระดับกั้นทางด้านแอนแอโรบิก (Anaerobic threshold) ระดับกั้นทางแอนแอโรบิก นั้นเป็นความหนักของการออกกำลังกาย หรือเป็นการใช้ออกซิเจนที่มี การเร่งการเผาผลาญทางแอนแอโรบิก หรือกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า เป็นความหนักของการออกกำลังกายที่ กรดแลคติกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเลือดและกล้ามเนื้อ ได้มีนักวิจัยหลายท่าน ได้เสนอแนะว่า ควรใช้ความหนักของการออกกำลังกายที่ระดับกั้นทางแอนแอโรบิก (Anaerobic threshold) หรือ สูงกว่าเล็กน้อยเพื่อใช้ในการฝึกความอดทน

มีวิธีการ 2 อย่างสำหรับความหนักของการออกกำลังกายที่ระดับกั้นทางแอนแอโรบิก ทั้ง 2 วิธีนี้ต้องใช้อุปกรณ์ทางห้องปฏิบัติการ

1. การระบายอากาศหายใจต่อนาที

จากความจริงที่ว่า การระบายอากาศต่อนาทีนั้น จะเพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้นตรงกับ การเพิ่มความหนักของการออกกำลังกาย แต่เมื่อถึงระดับกั้นทางด้านแอนแอโรบิกแล้ว การระบายอากาศจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

2. กรดแลคติกในเลือด

ใช้การตรวจระดับกรดแลคติกในเลือด ความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด เพิ่มขึ้นถึง 4 มิลลิโมล/ลิตร ถือว่าถึงระดับกั้นทางด้านแอนแอโรบิกแล้ว

1.5 การกำหนดความบ่อยและช่วงเวลาของการฝึก

โดยทั่วไปแล้ว เมื่อฝึกบ่อยครั้งขึ้นหรือฝึกด้วยช่วงเวลาที่ยาวขึ้น ก็จะทำให้ความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น คำกล่าวนี้เป็นจริงสำหรับการฝึกเพิ่มความอดทน เช่น การฝึก 4 ครั้งต่อสัปดาห์ แทนที่จะฝึก 2 ครั้ง และด้วยช่วงเวลาที่ยาวกว่า 13 สัปดาห์แทนที่จะเป็น 7 สัปดาห์ จะทำให้ ได้ผลต่อการฝึกมากขึ้น จึงสามารถเสนอแนะได้ว่า ความบ่อยของการฝึกในโปรแกรมเพื่อเพิ่มความอดทน นั้นควรจะอยู่ระหว่าง 3-5 สัปดาห์ และสำหรับโปรแกรมการวิ่งเร็วหรือโปรแกรมการฝึกแอนแอโรบิก จะใช้ 3 วันต่อสัปดาห์

1.6 ระยะของการฝึก

โดยทั่วไปก็จะแบ่งช่วงเวลาของการฝึกออกเป็น 3 ระยะหรือฤดู คือ การฝึกในฤดูที่ไม่มีการแข่งขัน (Off-season training) การฝึกในฤดูก่อนการแข่งขัน (Pre-season training) และการฝึกในฤดูการแข่งขัน (In-season training) โปรแกรมต่าง ๆ นั้นก็ขึ้นอยู่กับฤดูต่าง ๆ ดังกล่าวด้วย

1.6.1 การฝึกในฤดูที่ไม่มีการแข่งขัน โปรแกรมของการฝึกในระยะนี้มีมักจะไม่เฉพาะเจาะจงลงไป โดยทั่วไปก็จะให้มีกิจกรรมอยู่ในระดับปานกลาง และจะต้องรักษาระดับของร่างกายให้มีน้ำหนักที่เหมาะสมได้มีการเสนอว่า ในระยะที่มีการแข่งขันก็ควรมีโปรแกรมที่ประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้คือ

1.6.1.1 มีโปรแกรมการยกน้ำหนักเพื่อเพิ่มพลัง เพิ่มความอดทนของกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับกิจกรรมเฉพาะอย่างที่ต้องการ

1.6.1.2 มีโปรแกรมการวิ่งที่ไม่เป็นทางการเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยให้วิ่งเบา ๆ ไม่มากกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โปรแกรมนี้ควรทำร่วมกับโปรแกรมนยกน้ำหนัก

1.6.1.3 ให้มีส่วนเกี่ยวข้องในกิจกรรมทางการกีฬาและเกมส์เพื่อการหย่อนใจ

1.6.1.4 ให้มีส่วนเกี่ยวข้องในการกีฬาเฉพาะอย่างเพื่อที่จะพัฒนา เช่น ผู้ที่เล่น บาสเกตบอลก็ควรจะฝึกความแม่นยำในการชดลูก การเลี้ยงลูกและการส่งลูก เป็นต้น

1.6.2 การฝึกในฤดูก่อนการแข่งขัน

ในระยะก่อนการแข่งขัน คือระยะ 8-10 สัปดาห์ก่อนการแข่งขัน โปรแกรมการฝึก ในระยะนี้ควรจะได้รับ การออกแบบเพื่อพัฒนาความสามารถของระบบพลังงานให้สูงสุด โดยเฉพาะ ระบบพลังงานที่ต้องใช้กิจกรรมนั้น ๆ โปรแกรมการฝึกในระยะนี้ควรจะเป็นการฝึกหนักและเฉพาะ

1.6.3 การฝึกในฤดูที่มีการแข่งขัน

โดยทั่วไปแล้วโปรแกรมที่ใช้สำหรับการฝึกในฤดูที่มีการแข่งขันนั้น จะเน้น ทางด้านการพัฒนาทักษะ ส่วนทางด้านความสามารถทางด้านพลังงานควรได้รับการฝึกในฤดูก่อน การแข่งขันแล้ว อย่างไรก็ตามก็ต้องมีโปรแกรมเพื่อคงสภาพความแข็งแรงไว้ ดังนี้

1.6.3.1 มีโปรแกรมการฝึก 1-2 สัปดาห์ โดยใช้โปรแกรมเดียวกันกับที่ใช้ในฤดูก่อน การแข่งขัน

1.6.3.2 การฝึกยกน้ำหนัก 1 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยสลับกันทำคือฝึกแขน 1 สัปดาห์และ ฝึกแขนขา 1 สัปดาห์

1.6.3.3 ใช้แบบฝึกหัดที่ไม่เพียงแต่จะเพิ่มทักษะ แต่ยังทำให้ความแข็งแรง คงสภาพ อยู่ได้ด้วย เพื่อที่จะทำให้เกิดผลดังกล่าว ตารางการฝึกก็ควรจะมี ความหนักและความนานเพียงพอ เพื่อที่จะให้เกิดความเครียดต่อกล้ามเนื้อกลุ่มที่ต้องการ

1.7 การอบอุ่นร่างกาย (Warm-up)

1.7.1 การอบอุ่นร่างกาย

การอบอุ่นร่างกาย คือ การออกกำลังกายก่อนการฝึกจริง การศึกษาทาง วิทยาศาสตร์บางฉบับรายงานว่า สมรรถภาพที่ไม่มีการอบอุ่นร่างกายก่อนนั้น ไม่มีความแตกต่างจาก สมรรถภาพของกิจกรรมที่มีการอบอุ่นร่างกายก่อน แต่ก็มีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์อีกด้านหนึ่ง ที่แสดงว่า ก่อนการออกกำลังกายอย่างหนักหรือก่อนการแข่งขัน ควรจะได้มีการออกกำลังกายเบา หรืออบอุ่นร่างกายก่อนมีเหตุผลทางสรีรวิทยาหลายประการที่นำมาอธิบายกลไกการอบอุ่นร่างกาย เช่น การเพิ่มอุณหภูมิของกล้ามเนื้อจะทำให้มีการเพิ่มในฤทธิ์ของเอนไซม์เพื่อทำให้ปฏิกิริยาของ การเผาผลาญที่เกี่ยวข้องกับระบบของพลังงานเพิ่มขึ้น เพิ่มการไหลของเลือดจึงเป็นการเพิ่มออกซิเจน และการหดตัวของกล้ามเนื้อเร็วขึ้น เวลาที่ใช้ในรีเฟล็กซ์จึงเร็วขึ้นด้วย

การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้บางประการ สังเกตว่าการใช้ออกซิเจนและอัตราเต้นของ หัวใจในขณะออกกำลังกายเต็มที่นั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับอุณหภูมิของกล้ามเนื้อ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราเต้นของหัวใจและการจับออกซิเจนจะมีค่าสูงขึ้นด้วย อีกทั้งควรสังเกตด้วยว่าเวลาที่ใช้ ในการ ออกกำลังกายจะไม่เพิ่มขึ้น เมื่อกล้ามเนื้อมีอุณหภูมิลดลงกรดแลคติกในเลือดก็จะลดลง เป็นสำคัญ นอกจากนั้น เมื่อมีการออกกำลังกายอย่างหนักทันทีอาจเกิดร่วมกับภาวะที่เลือดไปเลี้ยงหัวใจไม่พอ การออกกำลังกายเบา ๆ ก่อนนั้นจะป้องกันอันตรายจากภาวะดังกล่าว ได้มีการเสนอแนะให้ใช้ การออกกำลังกายเพื่อการอบอุ่นร่างกายดังนี้ คือ การออกกำลังกายชนิดที่มีการยืด (Stretching) เพื่อ เพิ่มการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อในอวัยวะต่าง ๆ การออกกำลังกายชนิดคาลิสเทนิคส์ (Calisthenic) เพื่อ

พัฒนาพลังของแขน ไหลและหน้าท้อง และการออกกำลังกายในกิจกรรมที่จะต้องกระทำจริง ๆ แต่ให้ทำในช่วงสั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อเตรียมร่างกายให้พร้อมสำหรับการออกกำลังกายในกิจกรรมนั้นได้เต็มที่

การออกกำลังกายชนิดที่มีการทำให้ตัวอ่อน เช่น ยืนและยืนมือไปแตะพื้นโดยไม่งอหัวเข่า หรือยืนมือไปแตะนิ้วเท้าโดยสลับกันไป ทั้งนี้ควรจะทำหลาย ๆ ครั้ง การออกกำลังกายเหล่านี้จะเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ซึ่งจะทำให้สมรรถภาพทางด้านทักษะดีขึ้น ช่วยป้องกันเส้นใยกล้ามเนื้อฉีกขาดรวมทั้งเนื้อเยื่ออื่น ๆ ด้วย จึงช่วยต่อต้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและภาวะกล้ามเนื้อเจ็บปวด และช่วยป้องกันการต่อต้านความตึงของกล้ามเนื้อที่เื่อ ซึ่งจะมีผลไปยังไหล่หรือคอที่อาจทำให้เกิดการเคลื่อนไหวไม่สะดวกได้

1.7.2 การออกกำลังกายชนิดคาลิสเทนิกส์

คาลิสเทนิกส์ (หมายถึง การบริหารแบบมือเปล่า) ควรจะกระทำภายหลังยืดร่างกาย คาลิส เทนิกส์ นั้นเกี่ยวข้องกับการที่ให้กล้ามเนื้อหดตัวด้วย ดังนั้นจะช่วยเพิ่มอุณหภูมิกายและอุณหภูมิกล้ามเนื้อโดยเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่จะต้องกระทำจะต้องเน้นว่าไม่ควรทำคาลิสเทนิกส์มากเกินไป เพราะอาจทำให้กล้ามเนื้อเกิดการเมื่อยล้าได้ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในระยะนี้ให้ใช้เพียง 5-10 นาทีเท่านั้น มีวิธีการทางคาลิสเทนิกส์เพื่อใช้ส่วนของกล้ามเนื้อต่าง ๆ สำหรับไหล่และขาหนีบมักจะใช้ทำกระโดดตบมือ (Jumping jacks) สำหรับข้อเท้าและกล้ามเนื้อน่องมักจะใช้วิธียืนบนปลายเท้าแล้ววิ่ง สำหรับกล้ามเนื้อเหยียดเข่านั้นมักจะใช้วิธีทำลูกนั่งครึ่งเข่า (Half-squats) สำหรับไหล่ แขน และหน้าอก จะใช้วิธีการดันพื้น (Push-up) และสำหรับกล้ามเนื้อหน้าท้องนั้นให้ย่อเข่าแล้วยกตัวขึ้นนั่ง

1.8 การผ่อนคลายหรือการทำให้เย็นลง (Warm-down หรือ Cool-down)

ภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักไม่ควรหยุดทันที ควรจะตามด้วย การออกกำลังกายเบา ๆ มีเหตุผลอย่างน้อยทางสรีรวิทยา 2 ประการ คือ

1.8.1 เนื่องจากระดับของกรดแลคติกเลือดและกล้ามเนื้อในระยะฟื้นตัว จะลดลงเร็วด้วยการออกกำลังกายอย่างเบามากกว่าการให้หยุดพักหนึ่ง ดังนั้นการผ่อนคลายหลังออกกำลังกายอย่างหนัก จะทำให้การฟื้นตัวจากการเมื่อยล้าเร็วขึ้น

1.8.2 การออกกำลังกายเบา ๆ ภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักจะทำให้ กลไกกล้ามเนื้อบีบตัวไล่เลือด (Muscle pump) ดำเนินได้ต่อไป ดังนั้นจึงช่วยป้องกันเลือดไม่ให้ถูกดึงอยู่ที่บริเวณแขน ขา โดยเฉพาะบริเวณที่ขาเพราะการหดตัวของกล้ามเนื้อจะช่วยบีบเลือดเข้าไปหัวใจ การกระทำนั้นนอกจากจะลด ความเจ็บปวดและความแข็งของกล้ามเนื้อที่อาจเกิดขึ้นได้ แล้วยังช่วยลดโอกาสของการเป็นลม หน้ามืดที่เกิดเนื่องจากไหลกลับเข้าหัวใจไม่เพียงพอ เป็นผลให้หัวใจสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงสมองไม่พอ

2. วิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการฝึก

การอาศัยความรู้ในปัจจุบันนี้ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้ดีขึ้นได้ด้วยวิธีการฝึกโดยวิธีการต่าง ๆ นั้นประกอบด้วยโปรแกรมเพื่อเพิ่มความสามารถและสมรรถภาพทั้งทางด้านแอโรบิก (ความอดทน) และแอนแอโรบิก

2.1 การฝึกเป็นช่วง (Interval training) การฝึกเป็นช่วง คือ การให้กำลังกายหลาย ๆ ครั้ง แต่กลับด้วยช่วงบรรเทา (Relief period) ช่วงบรรเทานี้ มักให้ออกกำลังกายเบา ๆ

เพื่อที่จะเข้าใจว่าวิธีการฝึกชนิดนี้จะช่วยเพิ่มสมรรถภาพได้ ก็จะมีการพิจารณาการสร้างพลังงานและการเมื่อยล้าที่เนื่องจากการออกกำลังกายเป็นพัก ๆ

2.1.1 การใช้พลังงานและการเมื่อยล้าเมื่อใช้วิธีการออกกำลังกายเป็นช่วง ๆ สิ่งสำคัญในช่วงนี้ คือ ต้องทราบความแตกต่างของการใช้พลังงานเมื่อออกกำลังกายเป็นช่วง ๆ และเมื่อออกกำลังกายตลอดเวลา เพื่อจะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในเรื่องนี้ สมมติว่าให้วิ่งติดต่อกันไปอย่างเต็มที่เท่าที่สามารถจะวิ่งได้ในเวลา 1 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับวิ่งอย่างเต็มที่เพียง 10 วินาที แล้วให้พัก 30 วินาทีระหว่างการวิ่งแต่ละช่วง หากนักกีฬารunning 10 ครั้ง ปริมาณงานที่ได้จะเท่ากับการวิ่ง 1 นาที ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือ ความเมื่อยล้าที่เกิดจากการวิ่งเป็นช่วง ๆ นั้นจะน้อยกว่า เหตุผลในเรื่องนี้นั้น สามารถอธิบายได้ในทางสรีรวิทยาในการวิ่งเป็นช่วง ๆ นั้นจะต้องการพลังงานจากระบบกรดแลคติกน้อยกว่าการวิ่งตลอดเวลา แต่ใช้ระบบฟอสฟาเจน (ATP-PC) มากกว่า ซึ่งแสดงในการออกกำลังกายเป็นช่วง ๆ นั้นจะมีกรดแลคติกหลังน้อยกว่า ดังนั้นจึงเมื่อยล้าช้ากว่า

การทดแทน ATP-PC ที่ใช้หมดไป

ถ้ามีคำถามว่า จะเป็นไปได้หรือไม่ว่า ระบบ ATP-PC สามารถจ่าย ATP ได้ มากกว่าเมื่อวิ่งเป็นช่วง ๆ เปรียบเทียบกับการวิ่งตลอดเวลาเป็นที่ทราบกันว่า ATP-PC จะหมดไปเร็วภายหลังออกกำลังกายเพียง 2-3 นาที แต่อย่างไรก็ดี ระหว่างช่วงการวิ่งเต็มที่นั้นจะมีระยะพักคั่นอยู่ ดังนั้นจึงเกิดคำถามที่ว่า การสร้างพลังงานสามารถเกิดขึ้นได้ในช่วงพักหรือไม่

ในช่วงบรรรพทานั้น ATP-PC ซึ่งใช้หมดไปในกล้ามเนื้อขณะวิ่งเต็มที่ จะสร้างขึ้นเพื่อทดแทนด้วยระบบแอโรบิก อีกนัยหนึ่ง ในช่วงพักนั้นการเป็นหนี้ออกซิเจนจะถูกชดเชยไป นอกจากนั้น ส่วนหนึ่งของออกซิเจน - ไมโอโกลบินที่เก็บสำรองไว้ก็จะสามารถเสริมสร้างขึ้นมา ดังนั้นพลังงานจากระบบ กรดแลคติกจึงไม่สะสมอยู่มาก ในทางตรงกันข้าม ในการวิ่งเต็มที่ตลอดเวลา นั้น ATP-PC ที่เก็บสะสมไว้จะถูกใช้หมดไปภายใน 2-3 นาที หรือ 2-3 วินาที ดังนั้น จึงไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ในขณะการวิ่ง ในสภาวะเช่นนี้จึงต้องใช้พลังงาน ATP จากระบบกรดแลคติก ทำให้ระดับของกรดแลคติกสูงขึ้นมาก เมื่อใช้การฝึกเป็นช่วงจึงสามารถจัดความหนักของการฝึกให้มากได้ถึง 2.5 เท่า ของการฝึกอย่างต่อเนื่องก่อนที่กรดแลคติกในเลือดจะสูงถึงระดับเดียวกัน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างระบบ ATP-PC กับระบบกรดแลคติกในขณะออกกำลังกายเป็นช่วงนั้น จะแปรผันไปได้เล็กน้อยตามชนิดและระดับของการออกกำลังกายในช่วงพัก ในการวิจารณ์ที่กล่าวถึงนั้น เราได้มุ่งกล่าวถึงเฉพาะการออกกำลังกายที่เป็นช่วงสลับกับการพักจริง ๆ แต่ในการฝึกที่ใช้กันจริง ๆ ได้ออกกำลังกายอย่างเบาแทนการพักที่นิ่ง ๆ จึงทำให้ช่วงพักที่ให้ออกกำลังกายอย่างเบา นั้นมีผลทำให้ระบบของกรดแลคติกเพิ่มสูงขึ้นด้วย เกี่ยวกับความจำเพาะในการพัฒนาระบบของพลังงาน การออกกำลังกายเป็นช่วงจะทำให้ ได้ผลดังนี้

2.1.1.1 จะทำให้ ATP-PC ที่ได้เก็บสะสมไว้ถูกนำมาใช้อีกจึงเป็นตัวกระตุ้นที่เพียงพอที่จะช่วยเร่งความสามารถของระบบนี้ และจะช่วยประวิงเวลาการเมื่อยล้าโดยไม่ทำให้มีการสลายไกลโคเจนแบบแอนแอโรบิกมากเกินไป

2.1.1.2 เมื่อมีการปรับปรุงช่วงเวลาและชนิดของช่วงพักจะทำให้การสลายไกลโคเจนแบบแอนแอโรบิกเป็นไปได้เต็มที่ จึงสามารถได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

2.1.1.3 โดยการกำหนดให้ช่วงออกกำลังกายอย่างละครึ่ง และให้กระทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง แต่ทำให้ช่วงพักสั้นลง จะเป็นการกระตุ้นระบบการขนส่งออกซิเจน ดังนั้นจึงเป็นการช่วยพัฒนาระบบพลังงานแบบแอโรบิก

2.1.2 ตัวแปรในการฝึกเป็นช่วง เมื่อนำหลักของโหลดเกินมาใช้ในการฝึกเป็นช่วง สามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรได้ 5 ตัว คือ

2.1.2.1 อัตราและระยะทางของช่วงที่ออกกำลังกาย

2.1.2.2 จำนวนครั้งของการทำซ้ำในการออกกำลังกาย

2.1.2.3 ระยะเวลาของช่วงบรรเทา หรือเวลาระหว่างช่วงออกกำลังกาย

2.1.2.4 ชนิดของกิจกรรมในช่วงพัก

2.1.2.5 ความบ่อยของการฝึกต่อสัปดาห์

2.1.3 การเลือกชนิดของการออกกำลังกายนั้นในช่วงการออกกำลังกาย

คำสั่งของการฝึกในช่วงการออกกำลังกายนั้น มีความจำเพาะต่อกิจกรรมหรือกีฬานั้น ๆ นักว่ายน้ำก็ควรจะได้รับโปรแกรม เพื่อที่จะพัฒนาการเคลื่อนไหวตามความต้องการใน การว่ายน้ำ เป็นต้น

ชนิดของการออกกำลังกายสำหรับการฝึกทางกายโดยทั่วไปนั้นจะขึ้นอยู่กับความชอบ เป็นสำคัญ ซึ่งสามารถจะให้เลือกได้ว่าจะเลือกกิจกรรมเพียงอย่างเดียวหรือกิจกรรมหลายอย่างก็ได้

2.1.4 รายการย่อยของระบบการฝึกเป็นช่วง

สามารถกล่าวโดยย่อถึงวิธีการจัดการของระบบการฝึกเป็นช่วงได้ดังนี้

2.1.4.1 จะต้องหาเสียก่อนว่า จะต้องการเพิ่มพลังงานระบบใด

2.1.4.2 เลือกชนิดของการออกกำลังกายที่จะใช้ในช่วงออกกำลังกาย

2.2 การวิ่งต่อเนื่อง (Continuous running)

การฝึกชนิดนี้กำหนดให้มีการวิ่งหรือการออกกำลังกายต่อเนื่องกันไปเป็นระยะเวลานาน แบ่งโปรแกรมการวิ่งต่อเนื่องออกเป็น การฝึกด้วยการให้วิ่งช้าต่อเนื่อง (Continuous slow-running training) อาจจะเพิ่มชนิดที่ 2 เข้าไปอีกคือ การวิ่งเหยาะจะเป็นฝึกชนิดใดก็ตามระบบพลังงานที่สำคัญที่ต้องใช้คือระบบแอโรบิก ดังนั้น โปรแกรมการวิ่งต่อเนื่องจะช่วยพัฒนาความสามารถด้วยความอดทน

2.2.1 การวิ่งช้าต่อเนื่อง (Continuous slow-running)

โปรแกรมนี้นหมายถึงการวิ่งทางไกลโดยให้วิ่งช้า การวิ่งชนิดนี้อาจเรียกว่า LSD (Long slow distance) ส่วนความหนักนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ที่ได้รับการฝึก อาจจะให้วิ่ง 8 นาที ใน 1 ไมล์สำหรับผู้ที่ยังไม่มีประสบการณ์และเพิ่มความเร็วขึ้นเป็น 6 นาที ใน 1 ไมล์ สำหรับผู้ที่มีความสามารถมากจะวิ่งด้วยอัตราเท่าใดก็ตามแต่ต้องให้มีความหนัก จนทำให้อัตราเต้นของหัวใจ มีค่า 70-75 % ของ HRR หรือประมาณ 80-85% ของ HR max ระยะทางนั้นก็ขึ้นอยู่กับความต้องการเฉพาะของกิจกรรมที่จะต้องกระทำ โดยทั่วไปควรจะให้วิ่งระยะทาง 3-5 เท่าของระยะทางที่จะต้องแข่งขันจริง ๆ

2.2.2 การวิ่งเร็วต่อเนื่อง (Continuous fast-running)

การฝึกชนิดนี้ทำให้มีการเมื่อยล้าเร็วกว่า และได้ระยะทางน้อยกว่า เช่น ความหนักของการวิ่งก็ควรจะทำให้มี THR ขึ้นไปถึง 80-90% ของ HRR หรือ 85-95 % ของ HR max

2.2.3 การวิ่งเหยาะ (Jogging)

คำศัพท์นี้มักจะใช้ในความหมายของการวิ่งอย่างช้าต่อเนื่อง การวิ่งชนิดนี้ได้รับความนิยมกันมากในปัจจุบันเพื่อทำให้ร่างกายแข็งแรง เช่น ใช้เพื่อพัฒนาระบบการไหลเวียนเลือด และระบบการหายใจ และเพื่อป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ

2.3 การวิ่งซ้ำ (Repetition running)

การวิ่งซ้ำ จะคล้ายกับการวิ่งเป็นช่วง แต่มีความแตกต่างกันอยู่ที่ความยาวของช่วง การออกกำลังกายและความหนักของระยะฟื้นตัวระหว่างการทำซ้ำ ระยะทางของช่วงออกกำลังภายในการวิ่งซ้ำมักกำหนดให้อยู่ระหว่าง 880 หลา และ 2 ไมล์ ส่วนการฟื้นตัวนั้นให้มีการฟื้นตัวมากกว่า เช่น อัตราการเต้นของหัวใจในการฟื้นตัวนั้นควรต่ำกว่า 120 ครั้งต่อนาที จุดประสงค์ที่สำคัญของการวิ่งซ้ำเพื่อที่จะกระตุ้นทางด้านระยะเวลาของความเครียดให้นานขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์การแข่งขันจริง ตามพื้นฐานแล้ว การวิ่งซ้ำมี 2 แบบ คือ

2.3.1 การวิ่งระยะทางครึ่งหนึ่งของระยะแข่งขัน หรือการวิ่งเร็วกว่าแล้วกระทำซ้ำกันเพื่อให้ได้ระยะทางซ้ำกัน 1.5 หรือ 2 เท่าของระยะแข่งขัน แต่ก็ต้องอย่าลืมว่าระยะฟื้นตัวควรจะให้ฟื้นตัวเกือบปกติก่อน

2.3.2 การวิ่งด้วยความเร็ว $\frac{3}{4}$ ของระยะแข่งขันหรือวิ่งช้ากว่าเล็กน้อย และวิ่งซ้ำให้ได้ระยะทาง 1.5 หรือ 2 เท่าของระยะแข่งขันการวิ่งซ้ำนั้นจะพัฒนาทั้งความสามารถทางด้านแอโรบิกหรือแอนแอโรบิก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าวิ่งนั้นช้าหรือเร็วตามลำดับ

2.4 การวิ่งโดยการเร่งความเร็ว (Acceleration running)

การฝึกวิธีนี้ให้วิ่งเร็วสลับกับวิ่งช้า อาจถือได้ว่าเป็นการฝึกที่เป็นช่วงโดยไม่ใช่เป็นการ เพราะระยะเวลาของการออกกำลังหรือระยะเวลาในช่วงพักนั้นไม่แน่นอนยิ่งกว่าสัดส่วนของการวิ่งเร็วและวิ่งช้านั้นก็ขึ้นอยู่กับผู้วิ่งว่าจะต้องการเช่นไร โปรแกรมนี้จะพัฒนาทั้งความสามารถทางด้านแอโรบิกและแอนโรบิก

ตัวอย่างของตารางการฝึกประเภทนี้ มีดังนี้

1. ให้อบอุ่นร่างกายโดยการวิ่งอย่างสบายเป็นเวลา 5 - 10 นาที
2. วิ่งเร็วด้วยความเร็วคงที่เป็นระยะทาง $\frac{3}{4}$ ถึง $1\frac{1}{4}$ ไมล์
3. เดินเร็วเป็นเวลา 5 นาที
4. วิ่งตามสบาย แล้วสลับด้วยวิ่งเต็มที่ 65 - 75 หลา กระทำซ้ำจนกระทั่งเกิดการเมื่อยล้า

2.5 การวิ่งเร็ว (Fast running)

การฝึกวิธีนี้ใช้สำหรับนักวิ่งเร็ว เพื่อที่จะพัฒนาความเร็ว (ระบบ ATP - PC) และพลังกล้ามเนื้อให้ใช้เวลา 6 วินาที ในการเร่งความเร็วจนถึงความเร็วสูงสุด ดังนั้นการวิ่ง 1 เที้ยวผู้วิ่งแต่ละครั้งต้องให้มีความเร็วสูงสุด ดังนั้นการฟื้นตัวจะต้องใช้เวลานานจนกว่าจะฟื้นตัวเต็มที่

2.6 วิ่งเร็วเป็นช่วง (Interval fast running)

การวิ่งเร็วเป็นช่วงนั้นให้วิ่งเร็ว 50 หลา และสลับกับการวิ่งเหยาะ 60 หลา จนได้ระยะทางมากถึง 3 ไมล์ แต่เนื่องจากจะมีการเมื่อยล้าเกิดขึ้น จึงวิ่งเร็วเพียง 2 ถึง 3 เที้ยวเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถวิ่งเร็วจนถึงความเร็วสูงสุดได้อีก และเมื่อรวมกับต้องวิ่งเป็นระยะทางยาว ดังนั้นการฝึกด้วยวิธีนี้จึงเหมาะที่จะพัฒนาระบบแอโรบิก

พัฒนาการของวัยรุ่น

ความหมายของวัยรุ่น

วัยรุ่น (Adolescence) มีรากศัพท์มาจากคำว่า Adolescere ในภาษาละติน ซึ่งแปลว่า ความเจริญ หรือการเจริญย่างเข้าสู่ความมีวุฒิภาวะ (To Grow to Maturity) ที่มีพัฒนาการจากวัยเด็ก มีการเปลี่ยนแปลงใน ด้านต่าง ๆ ที่กำลังจะก้าวไปสู่วัยผู้ใหญ่ ความหมายของวัยรุ่นนั้นมีผู้อธิบายให้คำนิยามหรือคำจำกัดความได้หลายทางดังนี้

พัชราภา เอื้ออรรณนิช (2563, น. 97-109) ได้สรุปความหมายของวัยรุ่นไว้ว่า วัยรุ่นจะเป็นช่วงวัย ที่เป็นรอยต่อระหว่างวัยเด็กและวัยผู้ใหญ่ ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เจริญเติบโตทั้งด้าน ร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และทางสังคม เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การเติบโตเป็นผู้ใหญ่ และปรับตัวให้ สามารถใช้ชีวิตอยู่กับสภาพแวดล้อมปัจจุบันของตัวเองได้

พรหมลิขิต ฤทธิ์ร่วม (2565, น. 16-29) ได้ให้ความหมายของเด็กวัยรุ่น หมายถึงบุคคลที่มีการเปลี่ยนแปลงจากเด็กเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ และมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์สังคม และสติปัญญา

เอกวิ หอมขจร (2564, น. 1-123) สรุปความหมายของวัยรุ่นไว้ว่า วัยรุ่นเป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อของชีวิต เนื่องจากเป็นวัยของการเปลี่ยนแปลงจากวัยเด็กเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ จึงมีการเปลี่ยนแปลงใน หลาย ๆ ด้าน ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ สังคม สติปัญญา ค่านิยม และอุดมคติ เป็นวัยของการปรับตัวหากวัยรุ่นสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม ก็จะสามารถผ่านพ้นเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ได้ดี หากไม่สามารถปรับตัวได้จะก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาได้ง่าย ซึ่งปัญหาที่ตามมานั้นหากไม่ได้รับการแก้ไขอย่างทันท่วงทีหรือถูกปล่อยปละละเลย จะกลายเป็นปัญหาสังคมที่ยากต่อการแก้ไข

กชนิภา นราพินิจ และคณะ (2565, น. 986-997) ให้ความหมายของวัยรุ่นโดยสรุปว่า วัยรุ่น หมายถึง วัย ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากวัยเด็กไปสู่วัยผู้ใหญ่ เป็นช่วงวัยที่มีการเปลี่ยนแปลง มีพัฒนาการ การเจริญเติบโตทั้งทางร่างกายและจิตใจ อารมณ์ สังคม และพัฒนาการทางเพศอย่างสมบูรณ์ ตลอดจนพัฒนาทางด้านทัศนคติ ความเชื่อและการปรับตัวทางด้านสังคม เริ่มมีความสนใจในเพศ ตรงข้ามเป็นวัยอยากรู้อยากเห็น ต้องการความเป็นอิสระจากครอบครัวและการยอมรับจากเพื่อน

นิสากร กรุงไกรเพชร และคณะ (2565, น. 163-174) ได้สรุปความหมายของวัยรุ่นว่า วัยรุ่นเป็นวัยที่มี การเปลี่ยนแปลงจากความเป็นเด็กสู่ความเป็นผู้ใหญ่ โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายและ รูปร่างเป็นสำคัญ นอกจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายแล้วช่วงวัยรุ่นจะมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ อีกหลายด้าน เช่น ด้านอารมณ์ สังคม และสติปัญญา

ศศิกันต์ พุ่มแก้ว. (2566, น. 135-165) สรุปได้ว่าวัยรุ่นเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนจากช่วงวัยเด็กเข้าสู่วัยผู้ใหญ่เป็นช่วงวัยที่มีการเปลี่ยนที่สำคัญนำไปสู่การมีวุฒิภาวะ รวมไปถึงการมีพัฒนาการทั้งในด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

ณัฏฐา ศรีมหาพรหม และคณะ (2566, น. 86-96) สรุปความหมายของวัยรุ่นว่า เป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลง จากวัยเด็กไปสู่วัยผู้ใหญ่ ซึ่งอยู่ในช่วงอายุ 13-15 ปี เป็นวัยที่มีการพัฒนาทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคมและสติปัญญา เป็นวัยที่เต็มไปด้วยพลังมีความต้องการที่เป็นอิสระ อยากลอง อยากเลียนแบบ มีอารมณ์เปลี่ยนแปลงได้ง่าย ซึ่งอาจนำไปสู่พฤติกรรมที่กระทำรุนแรงได้

นุชนาถ อุมดี และคณะ (2565, น. 34-48) สรุปความหมายของวัยรุ่นไว้ว่า วัยรุ่นเป็นวัยของการเปลี่ยนแปลงจากเด็กไปสู่ความเป็นผู้ใหญ่ ทั้งทางร่างกาย จิตใจ อารมณ์และสังคม ซึ่งในระยะ วัยรุ่นตอนต้น มีอายุระหว่าง 13-16 ปี

จากที่กล่าวมา สรุปความหมายของวัยรุ่นได้ว่า วัยรุ่นเป็นวัยที่มีการพัฒนาจากวัยเด็กไปสู่วัยผู้ใหญ่ มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

การแบ่งช่วงอายุของวัยรุ่น

วัยรุ่น เป็นวัยที่มีช่วงอายุที่กว้างและมีพัฒนาการในแต่ละระยะหรือแต่ละช่วงที่แตกต่างกันจึงจำเป็นต้องมีการแบ่งวัยรุ่น ออกเป็นช่วงอายุย่อย ๆ เพื่อให้เข้าใจวัยรุ่นมากขึ้น จากการศึกษา แนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง มีผู้อธิบายการแบ่งช่วงอายุของวัยรุ่น ไว้ดังนี้

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข (2544) ได้แบ่งระยะของวัยรุ่นไว้ดังนี้ คือ

1. วัยก่อนวัยรุ่น (Pre Adolescent) อายุ 10-13 ปี
2. วัยรุ่นตอนต้น (Early Adolescent) อายุ 14-16 ปี
3. วัยรุ่นตอนปลาย (Late Adolescent) อายุ 17-19 ปี

เกษมสุข เกลียวศักดิ์ (ม.ป.ป. : 84-88) ได้อธิบายช่วงอายุของวัยรุ่น พอสรุปได้ดังนี้

1. Puberty อายุ 10-12 หรือ 13-14 ปี (วัยกำลังเริ่มเป็นวัยรุ่น) แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ Prepubescent เป็นขั้นที่ลักษณะทางเพศขั้นทุติยภูมิ เริ่มพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ ยังไม่ทำหน้าที่ Pubescent เป็นระยะที่ลักษณะทางเพศขั้นทุติยภูมิยังมีการพัฒนาการต่อไป อวัยวะสืบพันธุ์เริ่มผลิตเซลล์สืบพันธุ์ Post pubescent เป็นระยะที่ลักษณะทางเพศขั้นทุติยภูมิพัฒนาดีแล้ว และอวัยวะสืบพันธุ์ทำหน้าที่อย่างมีวุฒิภาวะแล้ว

2. Early Adolescence อายุ 13 (14) - 17 ปี (วัยรุ่นตอนต้น) ลักษณะธรรมชาติของวัยรุ่นตอนต้น เป็นวัยที่มีความสนใจในสถานการณ์ เป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งร่างกายและจิตใจ หน้าที่ความรับผิดชอบและความสัมพันธ์ รวมทั้งทัศนคติกับผู้อื่น เป็นวัยที่มีอารมณ์รุนแรง มีความไม่คงที่เกิดขึ้นสูง มีปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นมาก เน้นการพูดคุยกับเพื่อนมากกว่าพ่อแม่และครู

3. Late Adolescence อายุ 17 - 21 ปี (วัยรุ่นตอนปลาย) พัฒนาการที่สำคัญของวัยรุ่นตอนปลายคือทางด้านจิตใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเกี่ยวกับความนึกคิดและปรัชญา วัยรุ่นลักษณะธรรมชาติของวัยรุ่นตอนปลาย จะเป็นวัยที่มีความมั่นคงเพิ่มขึ้น ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาเรียนรู้วิธีการที่จะแก้ปัญหาด้วยตนเอง เกี่ยวพันกับผู้ใหญ่น้อยลง มีความสุขุมเยือกเย็นมากขึ้น เห็นข้อเท็จจริงมากขึ้น สนใจในลักษณะต่าง ๆ ของความเป็นผู้ใหญ่

ภรภัทร สัตตะรุจางษ์ (2563, น. 223-238) สรุปเกี่ยวกับการแบ่งช่วงอายุของวัยรุ่นดังนี้ ช่วงอายุ 12-15 ปี เป็นช่วงวัยแรกรุ่น ช่วงอายุ 16-17 ปี เป็นระยะวัยรุ่นตอนกลาง ช่วงอายุ 18-25 ปี เป็นระยะวัยรุ่นตอนปลาย

จากที่ได้กล่าวมาแล้วสรุปการแบ่งอายุของวัยรุ่นได้ว่าการแบ่งอายุออกเป็น 3 ช่วงอายุ ได้แก่ วัยรุ่นตอนต้น ช่วงอายุ 13-15 ปี มีลักษณะค่อนข้างไปทางเด็กเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง วัยรุ่นตอนกลาง ช่วงอายุ 16-17 ปี เป็นช่วงเวลาที่มีการพัฒนาในทุกด้าน พยายามที่จะเปลี่ยนจากความ เป็นเด็ก วัยรุ่นตอนปลาย ช่วงอายุ 17-21 ปี เป็นช่วงเวลาที่มีการพัฒนาเต็มที่ มีความเป็นผู้ใหญ่ มากขึ้น

พัฒนาการ

วัยรุ่น เป็นวัยที่มีการพัฒนาจากวัยเด็ก ก้าวสู่วัยผู้ใหญ่ จึงจำเป็นต้องมีการปรับตัว และ พัฒนาการในการดำเนินชีวิต ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และสติปัญญา เพื่อเตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและ วรรณกรรมที่ เกี่ยวข้อง มีผู้อธิบายพัฒนาการของวัยรุ่น ไว้ดังนี้

วัยรุ่นโดยเฉลี่ยจะเริ่มอายุประมาณ 13 ปี แต่ปัจจุบันเด็กจะเข้าสู่วัยรุ่นเร็วขึ้น โดยเฉพาะ เด็กหญิงที่ปกติจะเข้าสู่วัยรุ่นเร็วกว่าผู้ชายประมาณ 2 ปี เด็กบางคนอาจเริ่มวัยรุ่นก่อนอายุที่กำหนด บางคนอาจถึงวัยรุ่นหลังอายุที่กำหนด ซึ่งวัยรุ่นเป็นวัยที่ร่างกาย จิตใจเปลี่ยนมาเป็นหนุ่มสาวเต็มที่ เริ่มสนใจตนเอง สนใจเพศตรงข้าม เริ่มมองอนาคตคิดถึงอาชีพตนเอง คิดถึงการมีครอบครัว อยากรู้ อยากเห็น อยากมีความสามารถ ความนึกคิดเริ่มเป็นผู้ใหญ่ ส่วนใหญ่เด็กวัยรุ่นชายจะหลังน้ำท่วมครั้ง แรกอายุประมาณ 13-14 ปี เด็กวัยรุ่นชายส่วนมากจะสำเร็จความใคร่ด้วยตนเอง (พรพิมล โพธิ์ขวาง และ พูลสุข ศิริพล, 2565, น. 163-176)

เชตชนันท์ คนงานดี และศักดา งานหมั่น (2567, น. 471-482) ได้จำแนกพัฒนาการ ทางด้านร่างกาย พัฒนาการทางด้านอารมณ์ พัฒนาการทางด้านสังคมและพัฒนาการทางด้าน สติปัญญา (จรรยา ดวงแก้ว, 2540) พัฒนาการทางด้านจิตใจ ดังนี้

ณัชชา ศรีมหาพรหม, สมศักดิ์ จีวันนา, และ กระพันธ์ ศรีงาน (2566, น. 86-96) สรุปได้ ว่าการเปลี่ยนแปลงพัฒนาทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญาของวัยรุ่น เป็นสัญญาณของ การเข้าสู่ผู้ใหญ่ ซึ่งหากวัยรุ่นมีการ ปรับตัวที่ดี รับสภาพการเปลี่ยนแปลงที่ดี ก็จะสามารถผ่านพ้น ช่วงวัยรุ่นเข้าสู่ผู้ใหญ่ได้เป็นอย่างดี ในขณะเดียวกันยังมีวัยรุ่นส่วนหนึ่งที่สามารถปรับตัวกับการ เปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทั้งด้านร่างกาย การทำงานของระบบต่าง ๆ รวมทั้งการบรรลุวุฒิภาวะทางเพศ จิตใจ อารมณ์ สังคม สติปัญญา รวมกับการอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นการขาด ความดูแลเอาใจใส่ การถูกบีบบังคับ การอยู่ในกลุ่มเพื่อนที่มีพฤติกรรมเกเร ก้าวร้าวก็จะเป็นสาเหตุ หนึ่งที่ส่งผลต่อการเกิดพฤติกรรมผิด กฎหมายและพฤติกรรมรุนแรงได้

สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล (2567, น. 1-139) ได้กล่าวถึงลักษณะ พัฒนาการเด็กวัยมัธยมศึกษา หรือเด็กวัยรุ่น (12-18 ปี) พอสรุปได้ว่า

พัฒนาการทางด้านร่างกาย เป็นไปอย่างรวดเร็ว จนเด็กเกิดความตระหนักรู้และวิตกกังวล มีการเปลี่ยนแปลงความสูงรวดเร็วมาก มีการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะสืบพันธุ์ มีการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมทางเพศ เป็นระยะการแตกเนื้อหนุ่มสาว อัตราการเจริญเติบโตของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

อาจเกิดขึ้นไม่พร้อมกันหรือเวลาเดียวกัน เด็กผู้หญิงจะมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วสุดโดยราว 12 ปี เด็กชายจะ 14 ปี หลังจากนั้นจะมีการเจริญเติบโตช้าลง เด็กชายจะหยุดโตประมาณ 21 ปี แต่บางคนถึง 25 ปี เด็กหญิงจะหยุดโตประมาณ 17 ปี แต่บางคนจะโตถึง 21 ปี

พัฒนาการทางเชาว์ปัญญา ตามแนวคิดของเพียเจต์ จะอยู่ในขั้น “Formal Operations” แต่พัฒนาการทางสติปัญญาบางคนยังอยู่ในช่วง “Concrete Operations” และ “Formal Operations” เด็กจะคิดได้อย่างผู้ใหญ่ เนื่องจากบุคคลสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ จึงมีความสนใจในปรัชญา ศาสนา ใช้เหตุผล มีเหตุผล มีหลักการ มีเหตุผลของตนเองเกี่ยวกับความยุติธรรม ความเสมอภาค และมนุษยธรรม

การพัฒนาทางบุคลิกภาพ เด็กจะสนใจตนเอง ต้องมีความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย การยอมรับ และเข้าใจบทบาทของตนในสังคม และความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม บุคคลรอบข้างมีบทบาทจะช่วยวัยรุ่นได้มาก

พัฒนาการทางด้านอารมณ์และสังคม อารมณ์ของเด็กวัยรุ่นค่อนข้างรุนแรงเปลี่ยนแปลงง่าย ความตึงเครียดของอารมณ์วัยรุ่นบางครั้งอาจมาจากการปรับตัวเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย พัฒนาการทางอารมณ์ของวัยรุ่นมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการทางร่างกาย เพื่อนร่วมวัยมีอิทธิพลกับอารมณ์ของวัยรุ่นมาก

พูนศิริ ฤทธิรอน และคณะ (2565, น. 296–308) ได้สรุปลักษณะพัฒนาการเด็กวัยมัธยมศึกษา ไว้ว่า

1. พัฒนาการทางกาย

พัฒนาการทางกายเป็นความงอกงาม ความเจริญเติบโตถึงขีดสมบูรณ์ เพื่อทำหน้าที่อย่างเต็มที่ในระยะวัยรุ่นตอนต้น จะเป็นระยะที่มีพัฒนาการทางด้านร่างกายที่รวดเร็วมาก และมีบทบาทต่อการพัฒนาการทางด้านอื่นๆให้ประสานไปด้วย เช่นพัฒนาการด้านอารมณ์และพฤติกรรมที่วัยรุ่นแสดงออกมา ความเจริญเติบโตส่วนนอกที่มองเห็นได้ง่าย เช่น ส่วนสูง น้ำหนัก รูปร่าง สัดส่วนของร่างกาย ลักษณะเส้นผม ความเจริญภายใน เช่น การทำหน้าที่ของต่อมต่างๆ โครงสร้างกระดูกแข็งแรง มีการผลิตเซลล์สืบพันธุ์ในเด็กชาย การมีประจำเดือนในเด็กหญิง ความเจริญเติบโตจะมีช่วงระยะพัก ถ้าผ่านช่วงนี้ไปจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เด็กที่มีรูปร่างผอมอาจมีรูปร่างอ้วนขึ้นกว่าเดิม ระบบการย่อยอาหารจะทำงานรวดเร็ว เพราะร่างกายกำลังเจริญเติบโต เด็กจะหิวเก่ง กินเก่ง กินไม่เลือก ว่างนอนบ่อย เป็นระยะกำลังกินกำลังนอน กล้ามเนื้อเด็กชายจะเจริญเติบโตมาก อวัยวะเริ่มทำงาน เสียงของเด็กชายจะแตกและห้าว ตอนต้นร่างกายจะไม่ได้สัดส่วน เด็กจะอึดอัดเก้งก้าง อ่อนไหวง่ายกับสัดส่วนอวัยวะต่างๆของร่างกาย

2. พัฒนาการทางอารมณ์

การเปลี่ยนแปลงและการเจริญเติบโตทางร่างกายทั้งภายในและภายนอก กระทบกระเทือนแบบแผนอารมณ์ของเด็กวัยแรกรุ่น เด็กมีอารมณ์เปลี่ยนแปลงง่าย สับสน อ่อนไหว มีความเข้มของอารมณ์สูง ไม่มั่นคง ระดับความเข้มข้นของอารมณ์แต่ละอย่างขึ้นอยู่กับบุคลิกภาพดั้งเดิมของเด็ก ขึ้นอยู่กับตัวเราที่ทำให้เด็กเกิดอารมณ์ เด็กจะเริ่มแสดงบุคลิกประจำตัวออกมาให้ผู้อื่นทราบได้เด่นชัดแล้วในขณะนี้ เช่น อารมณ์ร้อน อารมณ์ขี้วิตกกังวล อารมณ์อ่อนไหวง่าย เจ้าอารมณ์ ขี้อิจฉา มีความรู้สึกด้อยเด่น ฝ่ายเด็กสามารถรู้และทราบได้ และยิ่งระยะปลายวัยรุ่น อารมณ์ของเด็ก

จะเหมือนพายุบูแคม (Storm and Stress) อารมณ์ที่เกิดกับเด็กวัยรุ่นนั้นมีทุกประเภท อาทิ รัก ชอบ โกรธเกลียด อิจฉา ริษยา โอ้อวด แข่งดี อ่อนไหว หลงใหล วุ่นวายใจ เห็นอกเห็นใจ สับสน หงุดหงิด ไม่ว่าอารมณ์ใดมักมีความรุนแรง อ่อนไหวง่าย เปลี่ยนแปลงง่าย ควบคุมอารมณ์ยังไม่สู้ดี บางครั้งมั่นใจสูงบางครั้งไม่แน่ใจ บางคราวเห็นแก่ตัว บางคราวเห็นอกเห็นใจกัน บางครั้งดื้อรั้น เพราะวัยรุ่นมีลักษณะอารมณ์เป็นแบบนี้ บุคคลต่างวัยจึงต้องใช้ความอดทนมากเพื่อจะได้เข้าใจพวกเขา เนื่องจากวัยรุ่นเข้ากับบุคคลต่างวัยได้ยาก จึงมักเกาะกลุ่มกันได้ดีมากกว่าวัยอื่น เพราะเข้าใจและยอมรับกันได้ง่าย ลักษณะที่สำคัญทางอารมณ์ของวัยรุ่น มีความรุนแรงและยังควบคุมอารมณ์ไม่ค่อยได้ เมื่อเกิดอารมณ์ต่างๆขึ้นมาจึงมักทำอะไรตามอารมณ์ โดยไม่ทันยั้งคิด มีความอ่อนไหวและเปลี่ยนแปลงง่าย มักจะเกิดกับอารมณ์ทางลบ เช่น ผิดหวัง เสียใจ เด็กมักหมกมุ่น จึงควรให้เวลาแก่เด็ก ปล่อยให้เด็กจัดการอารมณ์เหล่านั้น คอยให้กำลังใจสังเกตเพื่อป้องกันการตัดสินใจที่อันตราย

3. พัฒนาการสังคม

ในช่วงลักษณะทางสังคมเด็กวัยรุ่นมีการเปลี่ยนแปลงจากวัยเด็กมากส่วนหนึ่ง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย อารมณ์ และสติปัญญาของเด็ก ทำให้วัยรุ่นมีการเรียนรู้และปรับตัวทางสังคมอย่างมาก เด็กจะพัฒนาไปเป็นผู้ใหญ่โดยการพึ่งพาตนเอง มีความรับผิดชอบ เด็กจึงเปลี่ยนจากการที่ต้องใกล้ชิดครอบครัวมาเป็นการออกไปสู่สังคมที่กว้าง เพราะเด็กมีวุฒิภาวะทางปัญญา จึงต้องการเป็นตัวของตัวเอง ชอบอยู่ตามลำพัง มีห้องที่เป็นสัดส่วนเป็นของตนเอง ไม่ชอบให้ผู้ใหญ่มายุ่งยัดเยียด ก้าวร้าวความเป็นส่วนตัว ถ้าครอบครัวเข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จะทำให้วัยรุ่นสามารถปรับตัวอยู่ร่วมกับสังคมได้นอกจากนี้วัยรุ่นเป็นวัยที่มีความต้องการอย่างรุนแรง โดยเฉพาะความต้องการการยอมรับในกลุ่มเพื่อน สังคม ต้องการให้ครอบครัวยอมรับว่าตนเองเป็นผู้ใหญ่ แต่ความต้องการของวัยรุ่นส่วนมากเพื่อนจะมีอิทธิพลมากที่สุด

4. พัฒนาการทางสติปัญญา

เนื่องจากวัยรุ่นมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆมากมายทางร่างกาย ทำให้วัยรุ่นมีพลัง มีความกระตือรือร้น มีความสามารถเพิ่มมากขึ้น วัยรุ่นจึงรู้จักใช้ความคิด พิจารณาเหตุผล สามารถแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นได้ รู้จักสังเกตการกระทำ ความคิดผู้อื่น พยายามปรับปรุงบุคลิกภาพของตนเองให้เป็นที่ยอมรับของสังคม โดยเอาแบบอย่างจากคนอื่นที่ตนเห็นว่าดี หากวัยรุ่นที่มองเห็นแต่ความด้อยต่ำ ปมด้อยของตนเอง ไม่เห็นคุณค่าในตัวเอง มีจิตใจไม่หนักแน่น ก็อาจถูกชักนำให้หลงในสิ่งต่างๆได้ง่าย วัยรุ่นที่ความคิดสร้างสรรค์และมีอุดมการณ์ รู้จักการวางแผนชีวิตในอนาคต มีอารมณ์หนักแน่น มั่นใจในตนเอง กล้าแสดงออก กล้าเผชิญปัญหาในชีวิตประจำวัน และสามารถแก้ไขปัญหาชีวิตได้ จะทำให้วัยรุ่นเป็นบุคคลที่รักษาความสำนึกในคุณค่าแห่งตนไว้ในระดับสูง

4.1 วัยรุ่นเป็นช่วงที่ผู้ใหญ่กล่าวว่า มีความสามารถในการเรียนรู้ได้ดี ได้เร็ว และกว้างไกล เพราะว่าความสามารถทางสติปัญญาของวัยรุ่นมีพัฒนาการถึงระดับเท่าเทียมกับผู้ใหญ่ จะด้อยกว่าก็เพียงประสบการณ์เท่านั้น ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

4.1.1 มีความเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น สัญลักษณ์ กฎเกณฑ์ มักพบวัยรุ่นชอบสร้างสัญลักษณ์ประจำกลุ่มของตน

4.1.2 มีความสามารถในการเชิงวิทยาศาสตร์ รู้จักคิดสาเหตุและผล สามารถคิดหาทางแก้ไขปัญหาได้หลายแบบ นอกจากนี้ยังทำให้ไม่ยอมเชื่ออะไรง่ายๆ จนกว่าจะพิสูจน์ได้ด้วยตนเอง

4.1.3 มีความกว้างไกล สนใจสิ่งใหม่ๆ ไม่ชอบการตอกย้ำซ้ำซาก จึงรู้สึกน่าเบื่อเมื่อผู้ใหญ่สอนซ้ำๆ

4.1.4 มีจินตนาการสูง ชอบวาดความฝัน ชอบสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ เช่น บทกวีการดัดแปลงแต่งรถหรือการแต่งห้องให้ดูสวยงามตามความคิดของเขา

4.1.5 มีความสามารถในการจดจำดีมาก แต่วัยรุ่นไม่ค่อยใช้ความจำให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนมากนัก เป็นเพราะเด็กชอบแสดงความคิดเห็นมากกว่า จึงไม่ชอบการเรียนการสอนที่เน้นความจำ

4.1.6 มีความสามารถในการประเมินความคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองคิดอะไรอยู่ วางแผนจะทำอะไรต่อไป การคิดของตนจะมีประสิทธิภาพเพียงใด

5. พัฒนาการทางด้านจิตใจ

การเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจสภาพทางอารมณ์ของเด็ก เมื่อย่างเข้าสู่วัยรุ่น มักมีอารมณ์ไม่ค่อยคงที่ คือเปลี่ยนแปลงง่ายและรวดเร็ว ลักษณะที่พบบ่อยคือ ความวิตกกังวล เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย รวมถึงอารมณ์ทางเพศที่เพิ่มสูงขึ้น

5.1 วัยรุ่นอายุ 11-14 ปี การเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ สภาพอารมณ์ของเด็กวัยรุ่นเปลี่ยนแปลงง่าย รวดเร็วและวู่วาม ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ได้แก่ ฮอร์โมนเพศสภาพร่างกายและสังคม วัยรุ่นมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย อารมณ์เพศ และพฤติกรรมทางเพศ นอกจากนี้วัยรุ่นระยะนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่มีผลต่ออารมณ์ ทำให้ต้องปรับตัวกับสภาพแวดล้อม กลุ่มเพื่อน จะสนิทสนมกับเพื่อนเพศเดียวกัน

5.2 วัยรุ่นอายุ 15-19 ปี วัยรุ่นระยะนี้ การเปลี่ยนแปลงทางด้านอารมณ์และจิตใจค่อนข้างราบรื่น เริ่มยอมรับสภาพร่างกายและความเป็นเพศชายหรือเพศหญิงของตน การคบเพื่อนจะชอบคบเพื่อนทั้งหญิงและชาย มิตรที่ยาวนานและมั่นคง มีการสร้างสัมพันธภาพกับเพื่อนใหม่ มีเจตคติต่อต้านผู้ใหญ่ เป็นวัยที่มีการผลักดันทางเพศรุนแรง แต่ในช่วงนี้สติปัญญาจะเพิ่มพูนมาก สามารถวิเคราะห์ คิดอย่างมีเหตุผล ประเมินความสามารถของตนเอง แต่ในขณะเดียวกันก็มองสิ่งต่างๆ อย่างแคบ ๆ เนื่องจากการขาดประสบการณ์ ที่จะแก้ไขปัญหาต่างๆ

จากที่ได้กล่าวมาสรุปได้ว่าพัฒนาการวัยรุ่น เป็นวัยที่มีการพัฒนาจากวัยเด็ก ก้าวสู่วัยผู้ใหญ่ จึงจำเป็นต้องมีการปรับตัว และพัฒนาการในการดำเนินชีวิต ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และสติปัญญา เพื่อเตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อัชรัฐ ยงทวี (2563, น. 98-105) ได้ศึกษาความสามารถทางสมองหรือการทำงานด้านการรู้คิดของสมองมีบทบาทสำคัญต่อการแสดงความสามารถทางการกีฬาสูงสุด ความเชี่ยวชาญทางการกีฬาและพรสวรรค์ทางการกีฬา ซึ่งความสามารถทางสมองอาจจะมีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการแข่งขันกีฬาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนไทย การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าความสามารถทางสมองในลักษณะต่าง ๆ จะส่งผลต่อความสำเร็จทางการกีฬาหรือไม่ ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักฟุตบอลวัยรุ่น จำนวน 100 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ประสบความสำเร็จทางการกีฬา จำนวน

50 คน และกลุ่มที่ไม่ประสบความสำเร็จทางการกีฬา จำนวน 50 คน พบว่า นักกีฬาฟุตบอลที่ประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬามีความสามารถทางสมองที่ดีกว่านักกีฬาฟุตบอลที่ไม่ประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬา ในด้านอัตราความถูกต้องของการทดสอบปฏิกิริยาอย่างง่าย ($p=0.03$) จำนวนครั้งของความผิดพลาดในการทดสอบ เทรลเมคกิ้ง บี (Trail Making B) ($p=0.04$) และความเร็วในการตอบสนองของการทดสอบแฟลงเคอร์ของทั้งสองรูปแบบ คือ Congruent task ($p=0.02$) และ Incongruent task ($p=0.01$) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในตัวแปรด้านความเร็วในการตอบสนองของการทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย ความเร็ว และความถูกต้องในการตอบสนองของการทดสอบเวลาปฏิกิริยาแบบตัวเลือก

กิตยาณี คงสุข (2562, น. 15) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเล่นกีฬาแบดมินตันกับการพัฒนาสมองส่วนหน้าและการพัฒนาทักษะการประสานมือและตา (Eye-hand coordination) ในเด็กวัยเรียน อายุ 7-12 ปีที่ได้รับการวินิจฉัยว่ามีภาวะสมาธิสั้น ในโรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชสกลนคร จำนวน 32 คน มุ่งหวังให้สามารถจับไม้แบดมินตัน รับ-ส่งลูกแบดมินตันได้บ้าง ทำการวิจัยในรูปแบบ Pre-test และ Post-test ประเมินการทำงานของสมองส่วนหน้าด้วยแบบประเมิน Stroop test และประเมินการพัฒนาทักษะการประสานมือและตาโดยการโยน-รับบอลเข้าผนังก่อนและหลังการฝึกเล่นแบดมินตันระยะเวลา 1 ชั่วโมงต่อวัน ช่วงเวลาเดียวกันทุกวันรวม 10 ชั่วโมง ทำการศึกษาในเดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2562 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เปรียบเทียบการทำงานของสมองส่วนหน้าและการพัฒนาทักษะการประสานมือและตาก่อนและหลังการฝึกเล่นแบดมินตันด้วยสถิติ Paired Sample t-test ผลการศึกษา พบว่า ผู้ป่วยที่เข้าหลักเกณฑ์ในการศึกษาทั้งสิ้น 32 คน ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลทดสอบ Stroop word, Stroop color, Stroop color-word และ eye-hand coordination ก่อนการฝึกเล่นแบดมินตัน เท่ากับ 17.81 ± 3.03 , 20.28 ± 3.16 , 17.69 ± 3.25 วินาที และ 11.40 ± 2.39 ครั้ง ตามลำดับ หลังการฝึกเล่นแบดมินตัน เท่ากับ 20.84 ± 2.52 , 22.03 ± 2.68 , 19.56 ± 3.13 วินาที และ 14.34 ± 3.05 ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการฝึกเล่นแบดมินตันช่วยในการพัฒนาการทำงานของสมองส่วนหน้าและ Eye hand coordination ดังนั้นการรักษาเด็กสมาธิสั้นโดยการกินยาและฝึกเล่นแบดมินตันควบคู่กัน น่าจะช่วยให้ผลการรักษาดีขึ้นได้

พัชรา สิริวัฒนเกตุ และคณะ (2561, น. 40-56) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และเพื่อเปรียบเทียบผลของโปรแกรมโดยพิจารณาจากคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังใช้โปรแกรม โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมแบบกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอาชีวศึกษา จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 45 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน และสถิติทดสอบที่ ผลการศึกษาพบว่า โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดในการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษา คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในกลุ่มทดลองหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญา

อย่างมีวิจรรย์ญาณ สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในกลุ่มทดลองหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจรรย์ญาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ส่งศรี พุทธเกิด และคณะ (2561, น. 151-152) ได้ศึกษาผลของการเล่นในสนามเด็กเล่น BBL (Brain-Based Learning) ต่อสมรรถภาพทางกายและความฉลาดทางการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้นอายุระหว่าง 7-8 ปี จำนวน 30 คน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้สนามเด็กเล่น BBL จำนวน 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 60 นาที และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพและคะแนนความฉลาดทางการเคลื่อนไหว โดยทดสอบค่าที (t-test) ก่อนและหลังการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า ภายหลังจากการใช้โปรแกรมการเล่นในสนามเด็กเล่น BBL สมรรถภาพทางกายของนักเรียนชายในรายการลูกนั่ง 60 วินาที ดันพื้น 30 วินาที นั่งงอตัวไปข้างหน้าและวิ่งอ้อมหลัก ดีขึ้นกว่าก่อนการทดลอง ($p < 0.05$) และ ในนักเรียนหญิงมีค่าดัชนีมวลกายลูกนั่ง 60 วินาที ดันพื้น 30 วินาที นั่งงอตัวไปข้างหน้า และวิ่งอ้อมหลักดีขึ้นกว่าก่อนการทดลอง ($p < 0.05$) สำหรับการศึกษาด้านความฉลาดทางการเคลื่อนไหวของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงจากการวัดความฉลาดทางการเคลื่อนไหวร่างกาย (PQ) พบว่าหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยของเวลาการวิ่งไล่เหยี่ยวในกระป๋องตามคำสั่งและการวิ่งวิบาก ดีขึ้นกว่าก่อนการทดลอง ($p < 0.05$) สรุปได้ว่าการเล่นในสนามเด็กเล่น BBL ทำให้เด็กนักเรียน มีสมรรถภาพทางกายดีขึ้นและมีผลต่อความฉลาดทางการเคลื่อนไหวทำให้มีความฉลาดในการเคลื่อนไหวร่างกายที่สัมพันธ์กับทักษะดีขึ้น ทั้งการเคลื่อนไหวร่างกายพื้นฐาน และโดยเฉพาะทักษะทางกลไกทั่วไปเกี่ยวกับปฏิกิริยาการตอบสนองการรับรู้และการควบคุมการเคลื่อนไหวร่างกายตามคำสั่งในนักเรียนระดับประถมศึกษา

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Walton et al. (2020, pp. 257-282) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบค่าปกติ (Norms) ของแบบทดสอบ Immediate Post-Concussion Assessment and Cognitive Testing (ImPACT) ที่พัฒนาโดยผู้สร้างแบบทดสอบ ซึ่งทำการศึกษาทั้งกับนักกีฬาทั้งชายและหญิงที่กำลังศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 952 คน (อายุเฉลี่ย 19.2 ± 1.4 ปี) ค่าปกติของแบบทดสอบ ImPACT ในการศึกษาแบ่งออกตามลักษณะทางเพศและช่วงอายุ 4 แบบ คือ 1) ผู้ชายที่อายุไม่เกิน 18 ปี 2) ผู้หญิงที่อายุไม่เกิน 18 ปี 3) ผู้ชายที่มีอายุเกิน 19 ปีขึ้นไป 4) ผู้หญิงที่มีอายุเกิน 19 ปีขึ้นไป พบว่า ค่าปกติทางด้านความจำทางภาษาหรือคำพูด (Verbal Memory) ความจำจากการมองเห็น (Visual Memory) การมองเห็นและความเร็วในการเคลื่อนไหว (Visual Motor Speed) ที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ขณะที่เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) ได้ผลที่ต่ำกว่าค่าปกติของผู้สร้างแบบทดสอบ

Feddermann-Demont et al. (2024, pp. 165-175) ได้ศึกษาความสามารถด้านระบบประสาทและสมอง (Neurocognitive performance) โดยใช้ชุดทดสอบความสามารถทางสมองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (The computerized test battery CNS Vital Signs) สำหรับประเมิน 6 องค์ประกอบย่อย คือ ความจำ (Memory) ความเร็วของทักษะทางกลไก (Psychomotor speed) เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) สมาธิความสนใจ (Complex attention) ความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) และความเร็วในการประมวลผล (Processing speed) ในนักกีฬาฟุตบอลชั้น

นำทั้งเพศชายและหญิง จำนวน 425 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มอายุ คือ 15-19 ปี และ 20-29 ปี พบว่า นักกีฬาฟุตบอล อายุ 15-19 ปี มีความสามารถทางสมองทั้ง 6 ลักษณะที่ดีกว่าเกณฑ์ปกติ (US Norm) ขณะที่ในกลุ่มนักฟุตบอล อายุ 20-29 ปี พบว่ามีเพียงแค่ 2 องค์ประกอบของการทำหน้าที่ของสมองที่ดีกว่าเกณฑ์ปกติ คือ ความเร็วของทักษะทางกลไกและเวลาปฏิกิริยา และยังพบอีกว่า นักฟุตบอลที่มีอายุ 15-19 ปี มีความสามารถในการทำงานของสมอง ทั้ง 6 ลักษณะดีกว่ากลุ่มนักฟุตบอลที่มี อายุ 20-29 ปี

Henry and Sandel (2019, pp. 266-276) ได้ศึกษาการจัดทำเกณฑ์ปกติของความสามารถทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการกระทบกระเทือนทางสมองของนักกีฬา (Sport concussion) เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการรักษาอาการบาดเจ็บและการตัดสินใจในการกลับเข้าสู่การเล่นกีฬา (Return-to-play) โดยใช้ชุดทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ Immediate Post-Concussion Assessment and Cognitive Testing (ImPACT) ที่ประกอบด้วย ความจำทางภาษาหรือคำพูด (Verbal Memory) ความจำจากการมองเห็น (Visual Memory) การมองและความเร็วในการเคลื่อนไหว (Visual Motor) และเวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) ทั้งนี้ได้นำแบบวัดการควบคุมความต้องการของตนเอง (Impulse control) มาใช้เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ ImPACT โดยทำการเก็บข้อมูลกับนักกีฬาเยาวชนของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีอายุ 13-21 ปี จำนวน 4,500 คน แบ่งเป็นเพศชาย 2,250 คน เพศหญิง 2,250 คน ทำให้ได้ค่าปกติคะแนนรวม (Normed composite scores) ของ 4 องค์ประกอบย่อยแบ่งออกตามลักษณะทางเพศและช่วงอายุ

Cona et al. (2020, pp. 21-37) ได้ศึกษาความสามารถทางสมองในส่วนของการยับยั้ง (Inhibition) ความคิดและการเคลื่อนไหว โดยใช้ชุดทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Battery of computerized tests) กับนักวิ่งจำนวน 30 คน ก่อนเข้าร่วมอัลตรามาราธอน จากนั้นแบ่งนักวิ่งตามอันดับการแข่งขันออกเป็นสองกลุ่ม คือ นักวิ่งที่เร็วกว่าและนักวิ่งที่ช้ากว่า มีเปรียบเทียบความสามารถทางสมองในการยับยั้งการเคลื่อนไหว พบว่า นักวิ่งที่เร็วกว่าควบคุมการยับยั้งได้ดีกว่า ไม่เพียงแต่ยับยั้งการเคลื่อนไหวแต่ยับยั้งการประมวลผลข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องด้วย และประสิทธิภาพการรับรู้ของของนักวิ่งที่เร็วกว่าได้รับอิทธิพลจากสิ่งรบกวนทางอารมณ์น้อยลง

Vestberg et al. (2021, pp. 1-4) ได้ศึกษาผลของความสามารถทางความคิดด้านการจัดการ (Executive functions) โดยใช้เครื่องมือทางประสาทวิทยาที่ได้มาตรฐานเพื่อประเมินผู้เล่นทั่วไป รวมไปถึงการประเมินความสามารถทางความคิดด้านการจัดการ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การยับยั้งการตอบสนอง (Response inhibition) และความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive flexibility) โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นชาวสวีเดนผู้ชาย 31 คน ผู้หญิง 26 คน เป็นการเปรียบเทียบผลระหว่างผู้เล่นระดับสูง (HD) ที่มีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 25.3 ปี ผู้เล่นระดับล่าง (LD) มีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 22.8 ปี ในส่วนแรก เป็นการเปรียบเทียบผลระหว่างผู้เล่นระดับสูง (HD) ผู้เล่นระดับล่าง (LD) X และกลุ่มมาตรฐาน พบว่าทั้งผู้เล่นระดับสูง (HD) ผู้เล่นระดับล่าง (LD) มีผลความสามารถทางความคิดด้านการจัดการที่ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มมาตรฐานสำหรับทั้งชายและหญิง ในส่วนที่ 2 แสดงผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางความคิดด้านการจัดการในส่วนของการทำประตู (Goal) และการส่งบอลให้เพื่อนร่วมทีมทำประตู (Assist of

score) กับความสามารถของผู้เล่นในอีก 2 ฤดูกาลถัดมา พบว่า สามารถนำความสามารถทางสมองไปใช้ในการทำนายความสำเร็จของนักกีฬาฟุตบอลได้

การพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชายในปัจจุบัน จำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์การกีฬาเข้าด้วยกัน โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งเป็นรูปแบบการฝึกที่ได้รับความนิยมอย่างมากในแวดวงวิชาการ กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่ต้องอาศัยความรวดเร็วในการเคลื่อนที่บนพื้นที่จำกัด การผสมผสานการฝึกพลัยโอเมตริกที่เน้นวงจรการหดและยืดตัวของกล้ามเนื้อเข้ากับสถานการณ์จริงในเกมฟุตบอล จึงเป็นกุญแจสำคัญในการยกระดับสมรรถภาพแบบองค์รวม ทั้งในด้านกายภาพและกระบวนการคิด

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่ามีจุดเน้นและผลลัพธ์ที่น่าสนใจและสอดคล้องกัน งานวิจัยในประเทศส่วนใหญ่มีมุมมองเน้นไปที่การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางกายภาพและระบบประสาทกล้ามเนื้อ เป็นหลัก โดยพบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกร่วมกับการฝึกซ้อมฟุตบอลตามปกติ มีส่วนช่วยกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางให้สั่งการเส้นใยกล้ามเนื้อได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ตัวแปรด้านความคล่องแคล่วว่องไว พลังกล้ามเนื้อแบบระเบิด และความเร็วในการเปลี่ยนทิศทางของนักกีฬาเยาวชนพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในขณะเดียวกัน ทิศทางของงานวิจัยในต่างประเทศได้ขยายขอบเขตการศึกษาถึงไปถึงความสามารถทางสมอง โดยชี้ให้เห็นว่า ความเหนื่อยล้าทางกายบวกกับสถานการณ์ที่กดดันจากการฝึกเฉพาะเจาะจง จะสร้างภาระทางสมองที่บีบให้นักกีฬาต้องประมวลผลข้อมูลรอบตัวตลอดเวลา ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบผสมผสานนี้ ไม่เพียงแต่มีการทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่ดีขึ้นเท่านั้น แต่ยังมีความก้าวหน้าด้านความเร็วในการ และความยืดหยุ่นทางความคิด ส่งผลให้ระยะเวลาในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าลดลง และสามารถตัดสินใจภายใต้ความกดดันได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการศึกษาเหล่านี้ทำให้เห็นถึงกลไกการทำงานที่ส่งเสริมกันอย่างสมบูรณ์แบบ การฝึกพลัยโอเมตริกทำหน้าที่เสมือนการพัฒนาขีดความสามารถทางกายภาพของร่างกายให้ตอบสนองได้ฉับไว ในขณะที่การฝึกฟุตบอลแบบเฉพาะเจาะจงเปรียบเสมือนการยกระดับกระบวนการคิดของสมองให้รู้จักวิเคราะห์และตัดสินใจ การนำรูปแบบการฝึกทั้งสองมาบูรณาการเข้าด้วยกัน จึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพสูงในการพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลีโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย และเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลีโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย ในช่วงก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย อายุระหว่าง 15-17 ปี ที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาสังกัดสมาคมกีฬา จังหวัดสกลนคร จำนวน 313 คน (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2565, ออนไลน์)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชายอายุระหว่าง 15-17 ปี ที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาสังกัดสมาคมกีฬา จังหวัดสกลนคร จำนวน 26 คน ได้มาจากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรการคำนวณเพื่อประมาณการค่าเฉลี่ยขนาดประชากรกรณีทราบขนาดประชากร (อรุณ จิรวัดนกุล, 2560, น. 156)

1 การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อประมาณค่าเฉลี่ยกรณีทราบขนาดของกลุ่มประชากร คือ

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{d^2(N-1) + Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

$NZ_{\alpha/2}^2$ = ความเชื่อมั่นที่กำหนด คือ (ค่าคงที่เท่ากับ 1.96)

σ^2 = ความแปรปรวน เท่ากับ 0.60 (Sekulic et al., 2019, p. 7)

D = ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 2.54 โดยประมาณค่าขนาดอิทธิพล เท่ากับ 0.5 (Cohen, 1988, p. 567)

N = จำนวนประชากร

จากสูตร แทนค่าได้ดังนี้

$$n = \frac{311(1.96^2)6^2}{2.54^2(313-1) + 1.96^2(6^2)}$$

$$= 20.1223$$

ดังนั้น จะได้กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ 20 คนเพื่อป้องกันการถอนตัว (Drop – out) ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างทำการทดลอง ผู้วิจัยจึงได้คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 30 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง รวมเป็นจำนวน 26 คน

2. การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างเป็นระบบ (Systematic random sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่ใช้กับประชากรที่มีจำนวนมาก และรายชื่อของสมาชิกได้เรียงลำดับตามวันและเวลาการสมัคร มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.1 กำหนดหมายเลขประจำตัวให้แก่ผู้เข้ารับการทดลองทุกคนในกลุ่มประชากร

2.2 หาอัตราส่วน (K) โดย ประชากร (N) และกลุ่มตัวอย่าง (n)

จาก สูตร

$$k = \frac{N}{n}$$

$$k = \frac{313}{26}$$

คือ ประชากร 313 คน ต้องการกลุ่มตัวอย่าง 26 คน จะได้อัตราส่วน เท่ากับ 12

2.3 นำบัญชีรายชื่อนักกีฬาที่จัดเรียงตามวันและเวลาการสมัครเพื่อกำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยกำหนดให้คนแรกที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาสังกัดสมาคมกีฬา จังหวัดสกลนครเป็นกลุ่มตัวอย่างคนที่ 1

2.4. หมายเลขของนักกีฬาคนต่อไปจะถูกกำหนดอย่างเป็นระบบโดยการรวมอัตราส่วนที่ได้จากข้อ 2.2 กับบัญชีรายชื่อนักกีฬาข้อที่ 2.3 ดังนั้นนักกีฬาที่มีหมายเลข 1, 13 (1+12), 25 (13+12), 37 (25+12) และ 49 (37+12) จะเป็นกลุ่มตัวอย่าง และจะทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างเป็นระบบจนได้ครบตามจำนวน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) และเกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ดังนี้

3. เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

3.1 เป็นนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย อายุระหว่าง 15-17 ปี ที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาสังกัดสมาคมกีฬา จังหวัดสกลนคร

3.2 สมัยใจและลงนามในใบยินยอมที่จะเข้ารับการทดสอบและทำการทดลอง และผู้ปกครองยินยอมให้เข้าร่วมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

3.3 มีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 6 เดือน มีสมรรถภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์รวมไปถึงไม่มีอาการบาดเจ็บในระดับที่ต้องพบแพทย์

4. เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

4.1 กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด

4.2 มีอาการเจ็บป่วย หรือเกิดการเจ็บปวดเมื่อมีการยืดกล้ามเนื้อหรือเคลื่อนไหวข้อมือ ข้อ เข่า และข้อเท้า หรือได้รับบาดเจ็บรุนแรง จนไม่สามารถทำการออกกำลังกายต่อได้

4.3 ไม่สามารถที่จะทำการทดลองต่อได้ด้วยสาเหตุอื่น ๆ เช่น ไม่สมัยใจ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบบออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

คือ โปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก ที่ผู้วิจัยประยุกต์จาก อภิสิทธิ์ วงศ์สุทธิ์ (2560, น. 66-78) อติสันต์ อมรรณชศักดิ์ (2563, น. 46-50) และวีระยุทธ กองวงษา (2562, น. 308-319) เป็นการฝึกที่มีระดับความหนักระดับปานกลาง มีรายละเอียดในแต่ละสัปดาห์ดังนี้ (ดังแสดงในภาคผนวก)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ได้แก่

1.1 แบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน Slalom run (Nimphius , 2018 pp. 26-38)

1.2 แบบทดสอบเวลาในการตอบสนองโดยใช้แบบทดสอบมาตรฐาน Eye – body movement test (ณัฐวุฒิ ไวโรจนานันต์ และ ชาญชัย ชันติศิริ, 2559, น. 165-174)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลโดยใช้แบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย และด้านยืดหยุ่นความคิดโดยใช้แบบทดสอบ Trail making test part A (TMT A) และ Trail making test part B (TMT B) (กรมพลศึกษา, 2563, น. 57-72) มีรายละเอียดดังนี้

2.1 แบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย หรือ Simple reaction time task ใช้สำหรับการประเมินความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล (Cojocariu and Abalasei, 2014, pp. 67-73.) วิธีการทดสอบ มีรายละเอียด ดังนี้ อันดับแรกผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องมองที่จอคอมพิวเตอร์ และเมื่อใดก็ตาม ถ้าวัตถุเป้าหมาย ซึ่งเป็นวงกลมสีแดงปรากฏขึ้นกลางจอคอมพิวเตอร์จะต้องปฏิบัติตามการทดสอบโดยใช้นิ้วชี้กดที่ ปุ่ม “/” ที่อยู่บนแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยวัตถุเป้าหมาย (stimuli) จะปรากฏรวมกันทั้งหมด 20 ครั้ง ผลการทดสอบที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการตอบสนองที่ถูกต้อง (Average response time of correct response) และอัตราความถูกต้องหรือแม่นยำ (Accuracy rate : percentage (%))

2.2 แบบทดสอบวัดทักษะทางสมอง ด้านยืดหยุ่นความคิด (Shifting หรือ Cognitive flexibility) โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐาน Trail making test ประกอบด้วย Trail making test part A (TMT A) และ Trail making test part B (TMT B) เป็นการทดสอบการยับยั้ง/การสลับความคิด พลิกแพลงและปรับตัว เป็นจุดเริ่มต้นของการมีความคิดสร้างสรรค์และคิดนอกกรอบ สร้างและพัฒนา โดย Adjutant General's Office, War Department, US Army เป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบ Halstead-Reitan battery (Zhongmi et. al., 2021, pp. 1-18) มีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

2.2.1 การทดสอบ TMT A จะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยลากเส้นโยงตัวเลขตามลำดับจากน้อยไปมาก 1 - 25 เช่น เริ่มลากเส้นจากจุดหมายเลข 1 โยงไปที่จุดหมายเลข 2 และโยงไปที่หมายเลข 3 เป็นต้น บันทึกข้อมูลโดยวัดเวลาจากการโยงเส้นจากจุดเริ่มต้น เชื่อมต่อตัวเลขตามลำดับจนถึงตัวเลขลำดับสุดท้าย ออกมาเป็นหน่วยเวลา (วินาที)

2.2.2 การทดสอบ TMT B จะเป็นการลากโยงชุดตัวเลขสลับกับตัวอักษร ตัวเลขจะมี 1 - 13 และตัวอักษรจะมี A - L ตัวอย่างเช่น เริ่มลากเส้นโยงจากจุดหมายเลข 1 ซึ่งเป็นตัวเลข และโยงไปที่ตัวอักษร A ตามด้วย หมายเลข 2 โยงต่อไปที่ ตัวอักษร B ตามลำดับ จนครบตามจำนวนที่กำหนด บันทึกข้อมูลโดยวัดเวลาจากการโยงเส้นจากจุดเริ่มต้น เชื่อมต่อตัวเลขตามลำดับจนถึงลำดับสุดท้าย ออกมาเป็นหน่วยเวลา (วินาที)

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกที่ผู้วิจัยประยุกต์จาก อภิสิทธิ์ วงศ์สุทธิ (2560, น. 66-78) อติสันต์ อมรวิชชศักดิ์ (2563, น. 46-50) และวีระยุทธ กองวงษา (2562, น. 308-319) มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือดังนี้

1.1 ศึกษาตำราเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบฝึกการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

1.2 ประยุกต์การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกสำหรับนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ทั้งหมด 8 สัปดาห์ และนำแบบฝึกที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและแบบทดสอบความสามารถทางสมอง

2.1 แบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ด้านความคล่องแคล่วว่องไว ด้วยแบบทดสอบ Slalom run (Nimphius , 2018 pp. 26–38) และด้านเวลาในการตอบสนอง ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน Eye-body movement test (ณัฐวุฒิ ไวโรจนานันต์ และ ชาญชัย ชันติศิริ, 2559, น. 165-174) มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาค้นคว้าตำรา เอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการประยุกต์แบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

2.1.2 วิเคราะห์รูปแบบที่เหมาะสมกับการพัฒนาความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อในช่วงอายุระหว่าง 15-17 ปี และพัฒนารูปแบบของแบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่อง

2.2 แบบทดสอบความสามารถทางสมอง โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานความสามารถทางสมองของกรมพลศึกษา (2563, น. 65-73)

วิธีการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการทดลอง คือ โปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก มีขั้นตอนในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1.1 นำโปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruences หรือ IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00

1.2 นำโปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา ปรับปรุงให้เหมาะสมก่อนนำไปทดลองใช้

1.3 นำโปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินหาข้อบกพร่องของแบบฝึกที่สร้างขึ้นในด้านเนื้อหาและความสมบูรณ์ในการทำงานของแบบฝึก

1.4 นำแบบฝึกที่ทดลองใช้แล้วมาทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อทดสอบกับกลุ่มทดลองต่อไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและแบบทดสอบความสามารถทางสมอง

2.1 แบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ มีขั้นตอนในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

2.1.1 นำแบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruences หรือ IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00

2.1.2 นำแบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อให้ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะ ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา ปรับปรุงให้เหมาะสมก่อนนำไปทดลองใช้ต่อไป

2.1.3 นำแบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องของแบบออกกำลังกายที่สร้างขึ้นในด้านเนื้อหา ความสมบูรณ์ในการทำงานของแบบทดสอบ

2.1.4 นำแบบทดสอบที่ทดลองใช้แล้วมาทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อทดสอบกับกลุ่มทดลองต่อไป

2.2 แบบทดสอบความสามารถทางสมอง มีขั้นตอนในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

2.2.1 นำชุดทดสอบความสามารถทางสมอง ทำการทดสอบซ้ำ (Test-retest reliability) แบบ Intra-rater reliability

2.2.2 จากนั้นนำค่าที่ได้จากการทดสอบ 2 ครั้ง เพื่อหาความสอดคล้องของผลการทดสอบ (ค่าสหสัมพันธ์) สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาความเชื่อมั่น คือ สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient หรือ r) มีค่า $r=0.87$

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สร้างความคุ้นเคยกับฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกให้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 สัปดาห์

2. เก็บข้อมูลพื้นฐาน เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง (BMI) ประสิทธิภาพในการเล่น และทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองก่อนการฝึก (Pre - test)

3. โปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก จำนวน 1 ชั่วโมง ต่อวันเป็นเวลา 3 วันต่อสัปดาห์ (จันทร์ พุธ ศุกร์) รวมทั้งหมด 8 สัปดาห์ ก่อนทำการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกกลุ่มตัวอย่างจะถูกขอรับรองให้ใส่เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) รุ่น Educational Starter Pack with Polar Wireless Sensors (AS00329) ในแต่ละสัปดาห์มีขั้นตอนการฝึกคือ ขั้นตอนการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที กำหนดความหนักของการฝึก อยู่ในระดับความหนักระดับเบามาก (Very light intensity) (ร้อยละ 50-60 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) และค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายเท่ากับ 6-8

ตามด้วยขั้นตอนการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก 40 นาที ซึ่งกำหนดความหนักของการฝึกในแต่ละสัปดาห์ คือ สัปดาห์ที่ 1-2 อยู่ในระดับความหนักเบา (Light intensity) ร้อยละ 60-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และค่าคะแนน การรับรู้การออกแรงของร่างกาย (Rating of perceived exertion; RPE) เท่ากับ 9-11 สัปดาห์ที่ 3-8 อยู่ที่ระดับความหนักปานกลาง (Moderate intensity) ร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และค่าคะแนน การรับรู้ การออกแรงของร่างกาย เท่ากับ 12-16 และขั้นตอนการคลายอุ่น 10 นาที โดยอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึก ร้อยละ 60 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดหมายถึงระดับความหนักเบา (Light zone) และร้อยละ 80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดหมายถึงระดับความหนักปานกลางถึงหนัก (Hard zone) และค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายระดับ 3 หมายถึงการรับรู้การออกแรงของร่างกายระดับเล็กน้อย และระดับ 16 หมายถึง การรับรู้การออกแรงของร่างกายระดับมาก โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 สัปดาห์ที่ 1 ในวันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ เป็นรูปแบบการฝึกที่ 1 รูปแบบการฝึกที่ 3 และรูปแบบฝึกที่ 6 ตามลำดับ

3.2 สัปดาห์ที่ 2 ในวันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ เป็นรูปแบบการฝึกที่ 2 รูปแบบการฝึกที่ 5 และรูปแบบการฝึกที่ 4 ตามลำดับ

3.3 สัปดาห์ที่ 3 ในวันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ เป็นรูปแบบการฝึกที่ 3 รูปแบบการฝึกที่ 4 และรูปแบบการฝึกที่ 7 ตามลำดับ

3.4 สัปดาห์ที่ 4 ในวันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ เป็นรูปแบบการฝึกที่ 5 รูปแบบการฝึกที่ 1 และรูปแบบการฝึกที่ 8 ตามลำดับ

3.5 สัปดาห์ที่ 5 ในวันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ เป็นรูปแบบการฝึกที่ 2 รูปแบบการฝึกที่ 3 และรูปแบบการฝึกที่ 7 ตามลำดับ

3.6 สัปดาห์ที่ 6 ในวันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ เป็นรูปแบบการฝึกที่ 1 รูปแบบการฝึกที่ 5 และรูปแบบการฝึกที่ 6 ตามลำดับ

3.7 สัปดาห์ที่ 7 ในวันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ เป็นรูปแบบการฝึกที่ 2 รูปแบบการฝึกที่ 4 และรูปแบบการฝึกที่ 8 ตามลำดับ

3.8 สัปดาห์ที่ 8 ในวันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ เป็นรูปแบบการฝึกที่ 6 รูปแบบการฝึกที่ 7 และรูปแบบการฝึกที่ 8 ตามลำดับ

4. ทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมอง หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

การวิเคราะห์ข้อมูล

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย ในช่วงก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 จำนวน 26 คน โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่อพรรณนาค่า เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง (BMI) ประสบการณ์ในการเล่น

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) ประกอบด้วย

2.1 วิเคราะห์ความแปรปรวน ของความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองทั้งก่อนฝึก (Baseline) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measures) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Bonferroni test

2.2 กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.3 ก่อนการนำสถิติ One way analysis of variance with repeated measures มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติดังกล่าว ถ้าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้น จะเปลี่ยนมาใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Kruskal-Wallis one – way analysis of variance ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีขั้นตอนในการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

2.3.1 ข้อมูลอยู่ในมาตรวัดแบบอันดับหรืออัตราส่วน

2.3.2 กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ ด้วยสถิติ

Shapiro-Wilk test

2.3.3 ความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน

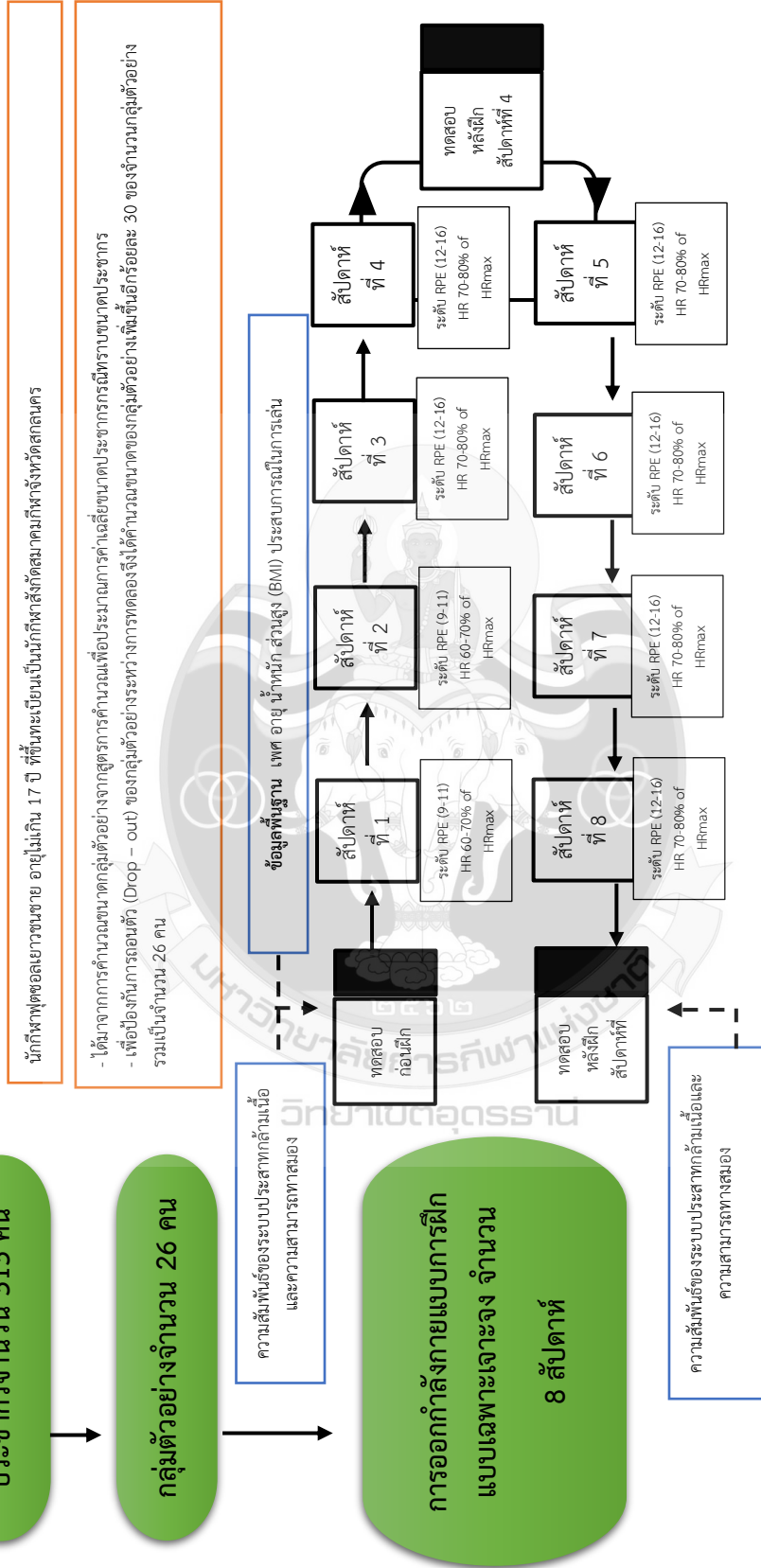
2.3.4 มีตัวแปรอิสระ 1 ตัว ตัวแปรตาม 1 ตัว

2.3.5 ข้อมูลได้จากกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกัน

ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกผลต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย ออกมาเป็นรูป ดังภาพที่ 3.1

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 26 คน

การออกกำลังกายแบบการฝึก
แบบเฉพาะเจาะจง จำนวน
8 สัปดาห์



= การทดสอบก่อน (Baseline) หลังการฝึกกีฬาที่ 4 และหลังการฝึกกีฬาที่ 8 ทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ = แบบทดสอบวัดความคล่องแคล่ววิ่งไ ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน FAF's Slalom test เวลาในการตอบสนอง ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะทางสายตา Eye – Body Movement Test และแบบทดสอบวัดทักษะทางสมรรถภาพด้วยการประมวลผล ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน Simple reaction time task แบบทดสอบวัดทักษะทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน Trail Making Test

ภาพที่ 3.1 รูปแบบการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย และเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลและด้านยืดหยุ่นความคิดของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย ในช่วงก่อนฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง ดังนี้

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง
2. การทดสอบการกระจายของข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

1. ข้อมูลส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชายอายุระหว่าง 15-17 ปี ที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาสังกัดสมาคมกีฬา จังหวัดสกลนคร จำนวน 26 คน และข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วย อายุ (ปี) น้ำหนัก (กิโลกรัม) ส่วนสูง (เซนติเมตร) ดัชนีมวลกาย (กก./ม.^2) ประสบการณ์การเล่นกีฬาฟุตซอล (ปี) (ตาราง 4.1)

ตาราง 4.1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง (n=26)

ตัวแปร	$\bar{X}$	SD
อายุ (ปี)	16.81 Min-max (16-17)	0.40
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	60.66 Min-max (51.75-75.96)	4.76
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	169.92 Min-max (161.00-182.00)	5.61
ดัชนีมวลกาย (นน/สส ² (ม.))	20.99 Min-max (19.97-22.93)	0.98
ประสบการณ์การเล่นกีฬาฟุตบอล (ปี)	3.46 Min-max (3.00-4.00)	0.51

จากตาราง 4.1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายทั้งหมด 26 คน มีอายุเฉลี่ย 16.81 (± 0.40) น้ำหนักเฉลี่ย 60.66 กิโลกรัม (± 4.76) ส่วนสูงเฉลี่ย 169.92 เซนติเมตร (± 5.61) ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.99 (± 0.98) และประสบการณ์การเล่นกีฬาฟุตบอล 3.46 ปี (± 0.51)

2. การทดสอบการกระจายของข้อมูล

2.1 การทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ด้านความคล่องแคล่วว่องไว เวลาในการตอบสนอง และความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลและด้านยืดหยุ่นความคิดของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติวิเคราะห์ One-way analysis of variance with repeated measures และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Bonferroni test ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติดังกล่าว (ตาราง 4.2) ถ้าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นจะเปลี่ยนมาใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Kruskal-Wallis one – way analysis of variance และผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

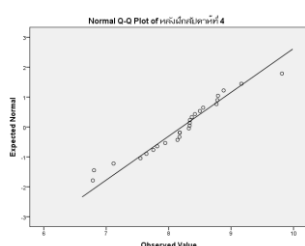
ตาราง 4.2 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test (n=26)

ตัวแปร	Shapiro-Wilk test			
	ก่อนฝึก	หลังฝึก สัปดาห์ที่ 4	หลังฝึก สัปดาห์ที่ 8	แปรผล
ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ				
- แบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว	0.74	0.39	0.91	กระจาย ข้อมูลปกติ
- แบบทดสอบเวลาในการตอบสนอง	0.53	0.82	0.40	กระจาย ข้อมูลปกติ
ความสามารถทางสมอง				
- ด้านความเร็วในการประมวลผล	0.95	0.10	0.27	กระจาย ข้อมูลปกติ
- ด้านยืดหยุ่นทางความคิด				
- Trail making test part A	0.34	0.17	0.14	กระจาย ข้อมูลปกติ
- Trail making test part B	0.14	0.10	0.50	กระจาย ข้อมูลปกติ

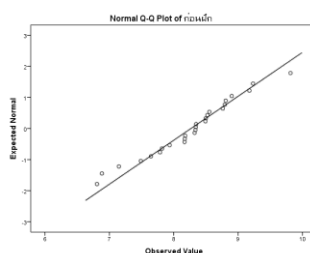
จากตาราง 4.2 พบว่า ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Normal Distribution) ทุกตัวแปรทั้งก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติอิงพารามิเตอร์ (Parametric statistics)

2.2 การทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ pnorm test

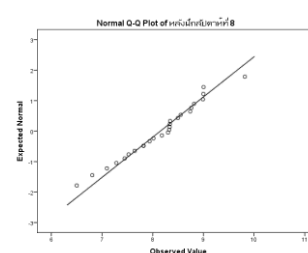
2.2.1 แบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว



ก่อนฝึก

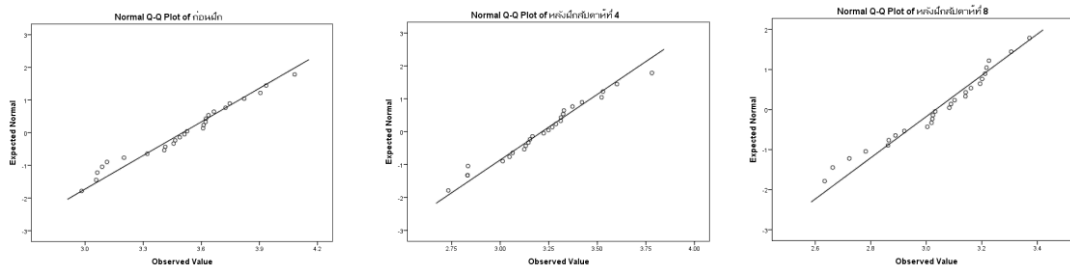


หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4



หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

2.2.2 แบบทดสอบเวลาในการตอบสนอง

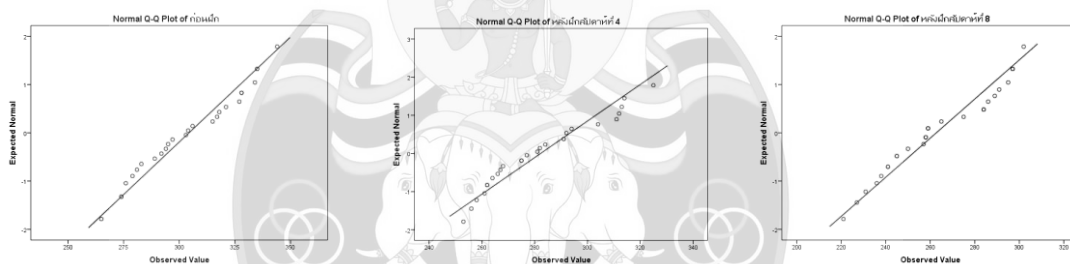


ก่อนฝึก

หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

2.2.3 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล

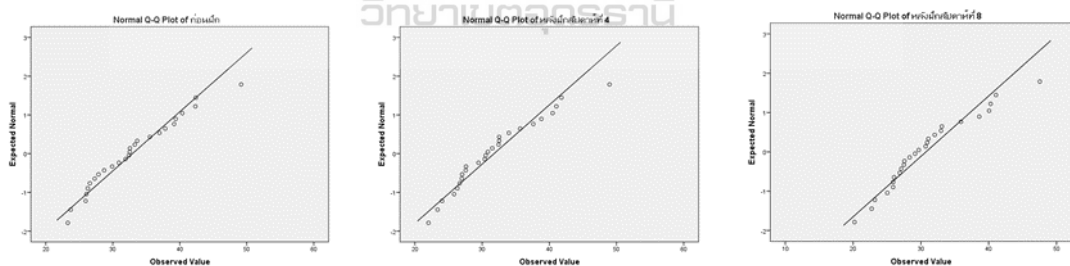


ก่อนฝึก

หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

2.2.4 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด (Trail making test part A)

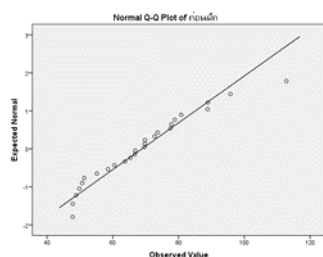


ก่อนฝึก

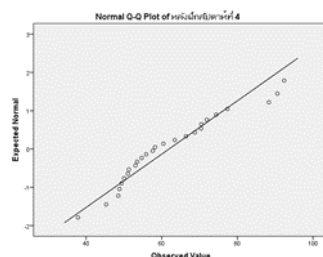
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

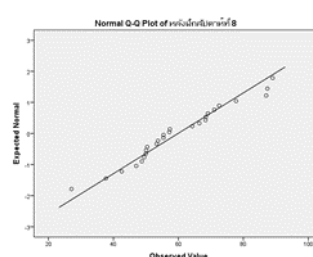
2.2.5 แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด (Trail making test part B)



ก่อนฝึก



หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4



หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคล่องแคล่วว่องไว เวลาในการตอบสนอง ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล และความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด

ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคล่องแคล่วว่องไว เวลาในการตอบสนอง ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล และความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตาราง 4.3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคล่องแคล่วว่องไว เวลาในการตอบสนอง ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล และความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=26)

รายการ	ช่วงเวลา		
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	หลังการฝึก
	$\bar{X}$ (SD)	สัปดาห์ที่ 4 $\bar{X}$ (SD)	สัปดาห์ที่ 8 $\bar{X}$ (SD)
ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ			
- ความคล่องแคล่วว่องไว	8.27 (±0.70)	8.21 (±0.68)	8.15 (±0.76)
- เวลาในการตอบสนอง	3.50 (±0.29)	3.21 (±0.25)	3.03 (±0.19)
ความสามารถทางสมอง			
- ความเร็วในการประมวลผล	304.38 (±22.96)	282.23 (±20.91)	262.73 (±24.67)
- ยืดหยุ่นความคิด			
- Trail making test part A	33.00 (±5.04)	30.58 (±4.89)	28.40 (±5.25)
- Trail making test part B	68.08 (±10.18)	62.13 (±9.13)	56.99 (±9.38)

จากตาราง 4.3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.27 (± 0.70) วินาที 8.21 (± 0.68) วินาที 8.15 (± 0.76) วินาที ตามลำดับ ด้านเวลาในการตอบสนอง ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 (± 0.29) วินาที 3.21 (± 0.25) วินาที 3.03 (± 0.19) วินาที ตามลำดับ ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 304.38 (± 22.96) วินาที 282.23 (± 20.91) วินาที 262.73 (± 24.67) วินาที ตามลำดับ ด้านยืดหยุ่นความคิด Trail making test part A ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.00 (± 5.04) วินาที 30.58 (± 4.89) วินาที 28.40 (± 5.25) วินาที ตามลำดับ Trail making test part B ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.08 (± 10.18) วินาที 62.13 (± 9.13) วินาที 56.99 (± 9.38) วินาทีตามลำดับ

3.2 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมอง

3.2.1 ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

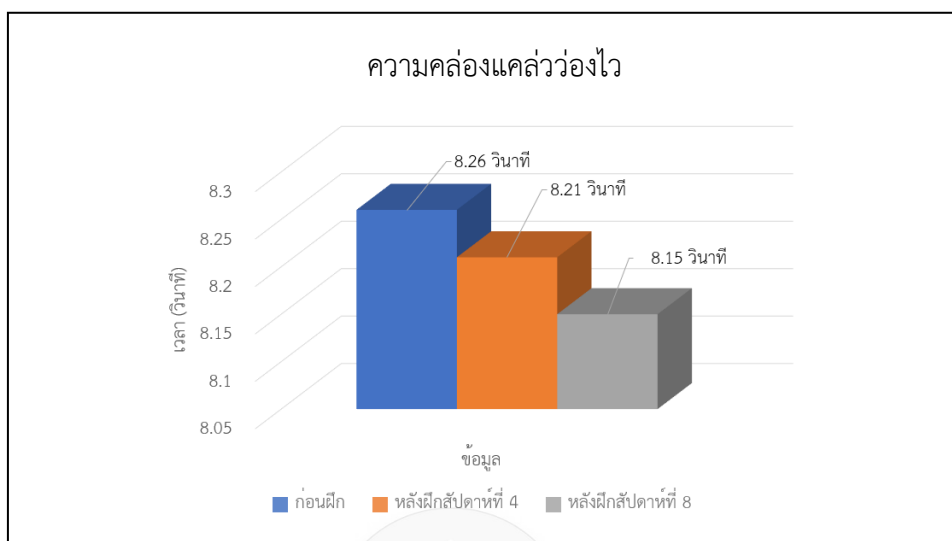
3.2.1.1 ความคล่องแคล่วว่องไว

ผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตาราง 4.4 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านความคล่องแคล่วว่องไว การฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=26)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ความคลาดเคลื่อน	0.18	2	0.09	0.17	0.84
ภายในกลุ่ม	38.49	75	0.51		
รวม	38.66	77			

จากตาราง 4.4 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านความคล่องแคล่วว่องไว ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพ 4.1 ความคล่องแคล่วว่องไว

จากภาพ 4.1 พบว่า ความคล่องแคล่วว่องไวก่อนการฝึกเท่ากับ 8.26 วินาที หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 8.21 วินาทีและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 8.15 วินาที

3.2.1.2 เวลาในการตอบสนอง

ผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านเวลาในการตอบสนองก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตาราง 4.5 การเปรียบเทียบเวลาในการตอบสนองก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=26)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ความคลาดเคลื่อน	2.91	2	1.46	23.53	0.000
ภายในกลุ่ม	4.64	75	0.062		
รวม	7.55	77			

จากตาราง 4.5 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของเวลาในการตอบสนอง ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test

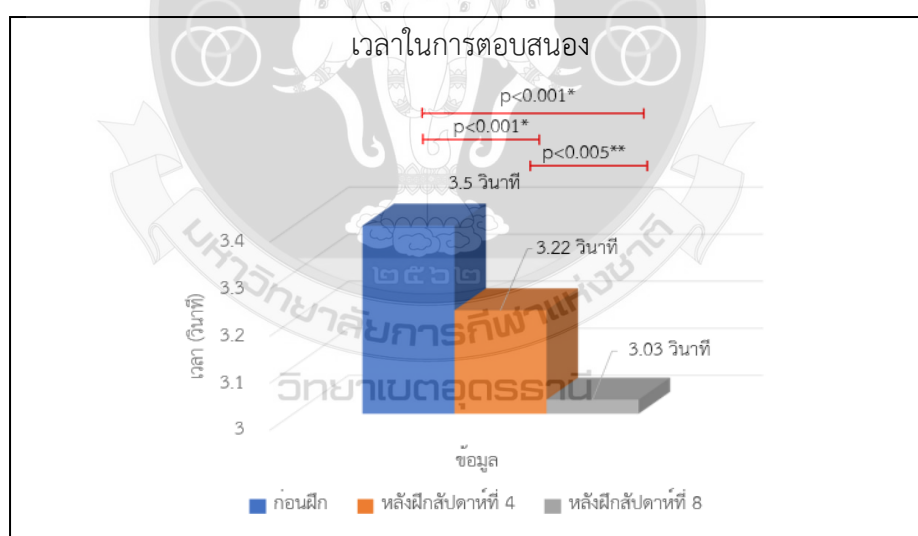
ตาราง 4.6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของความสัมพันธ์ของระบบประสาท กล้ามเนื้อด้านเวลาในการตอบสนองก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=26)

แบบทดสอบ	การวัด	$\bar{X}$	ก่อน	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
เวลาในการ	ก่อน	3.50	-	0.29*	0.47*
ตอบสนอง	สัปดาห์ที่ 4	3.22	-	-	0.18**
	สัปดาห์ที่ 8	3.03	-	-	-

* แตกต่างจากก่อนฝึก

** แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

จากตาราง 4.6 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test พบว่า เวลาในการตอบสนอง ระหว่างก่อนการฝึก ($\bar{X}=3.50$ วินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ($\bar{X}=3.22$ วินาที) และก่อนการฝึก ($\bar{X}=3.50$ วินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($\bar{X}=3.22$ วินาที) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



ภาพ 4.2 เวลาในการตอบสนอง

จากภาพ 4.2 พบว่า เวลาในการตอบสนองก่อนการฝึกเท่ากับ 3.50 วินาที หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 3.22 วินาที และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 3.03 วินาที เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์ พบว่า ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2.2 ความสามารถทางสมอง

3.2.2.1 ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล

ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตาราง 4.7 การเปรียบเทียบความแปรปรวนของความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=26)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ความคลาดเคลื่อน	28700.54	2	14350.27	31.18	0.000
ภายในกลุ่ม	34513.11	75	460.18		
รวม	63213.65	77			

จากตาราง 4.7 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล ด้วยแบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (Simple reaction time task) ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test

ตาราง 4.8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=26)

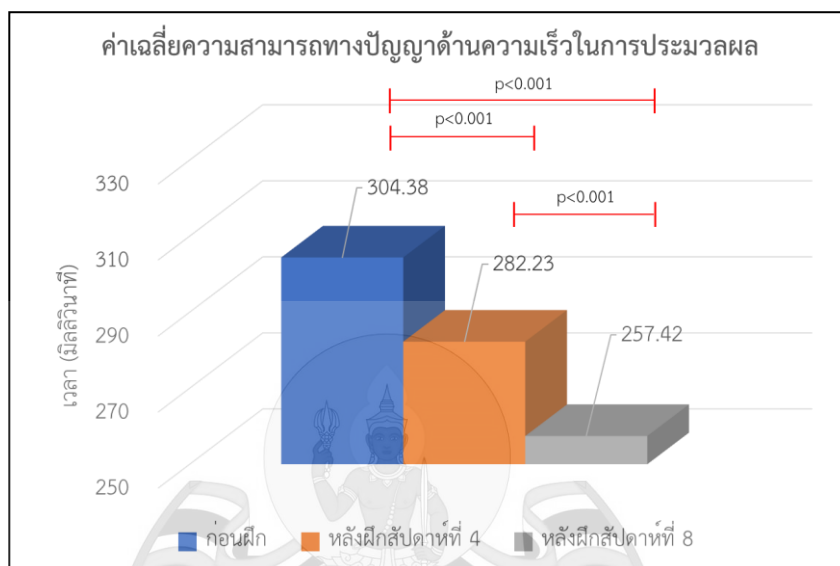
แบบทดสอบ	การวัด	$\bar{X}$	ก่อน	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ความเร็วในการประมวลผล	ก่อน	304.38	-	22.15*	46.96*
	สัปดาห์ที่ 4	282.23		-	24.81**
	สัปดาห์ที่ 8	257.42			-

* แตกต่างจากก่อนฝึก

** แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

จากตาราง 4.8 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test พบว่าความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลด้วยแบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย หรือ Simple reaction time task ระหว่างก่อนการฝึก ($\bar{X}$ =304.38 มิลลิวินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ($\bar{X}$ =282.23 มิลลิวินาที) ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($\bar{X}$ =257.42 มิลลิวินาที) และหลัง

การฝึกสัปดาห์ที่ 4 ($\bar{X}$ =282.23 มิลลิวินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($\bar{X}$ =257.42 มิลลิวินาที) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



ภาพ 4.3 ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล

จากภาพ 4.3 พบว่า ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล ก่อนการฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 304.38 มิลลิวินาที หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 282.23 มิลลิวินาที และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 257.42 มิลลิวินาที เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์ พบว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2.2.2 ความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด

ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิดก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตาราง 4.9 การเปรียบเทียบความแปรปรวนของความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิดก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=26)

	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด						
Trail making test part A	ความคลาดเคลื่อน	275.50	2	137.75	5.37	0.004
	ภายในกลุ่ม	1923.39	75	25.65		
	รวม	2198.89	77			
Trail making test part B	ความคลาดเคลื่อน	1601.90	2	800.95	8.738	0.000
	ภายในกลุ่ม	6874.75	75	91.66		
	รวม	8476.65	77			

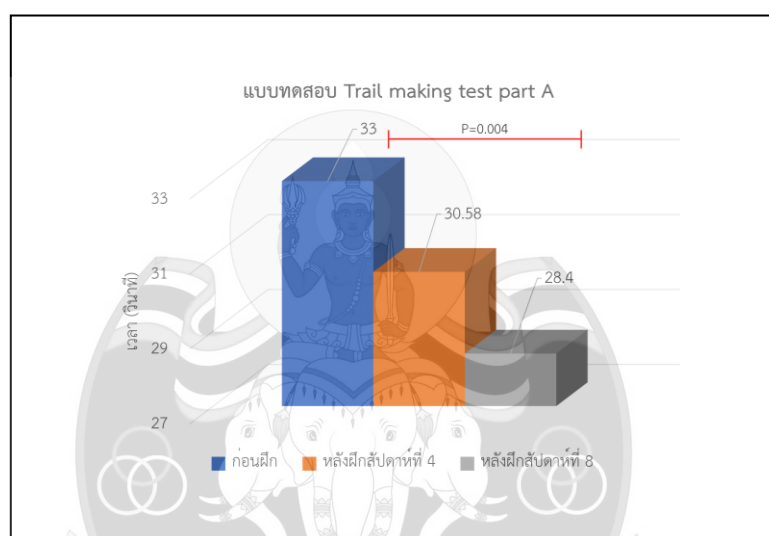
จากตาราง 4.9 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ทั้งแบบทดสอบ Trail making test part A และแบบทดสอบ Trail making test part B ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test

ตาราง 4.10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธี Bonferroni ของความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิดก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=26)

แบบทดสอบ	การวัด	$\bar{X}$	ก่อน	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
Trail making test part A	ก่อน	33.00	-	2.42	4.60*
	สัปดาห์ที่ 4	30.58		-	2.17
	สัปดาห์ที่ 8	28.40			-
Trail making test part B	ก่อน	68.0887	-	5.96	11.09*
	สัปดาห์ที่ 4	62.1265		-	5.13
	สัปดาห์ที่ 8	56.9986			-

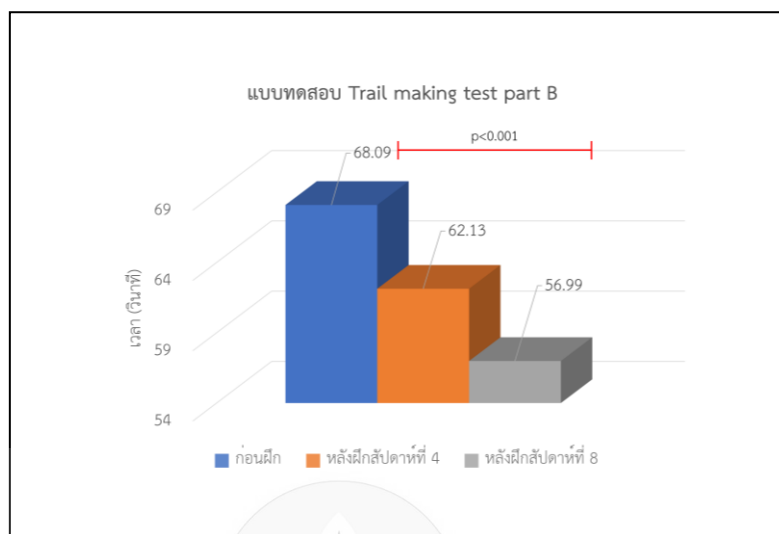
* แตกต่างจากก่อนฝึก

จากตาราง 4.10 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test พบว่าความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ด้วยแบบทดสอบ Trail making test part A มีเฉพาะระหว่าง ก่อนการฝึก ($\bar{X}$ =33.00 วินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($\bar{X}$ =28.40 วินาที) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.004$) และ แบบทดสอบ Trail making test part B มีเฉพาะระหว่าง ก่อนการฝึก ($\bar{X}$ =68.089 วินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($\bar{X}$ =56.999 วินาที) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$)



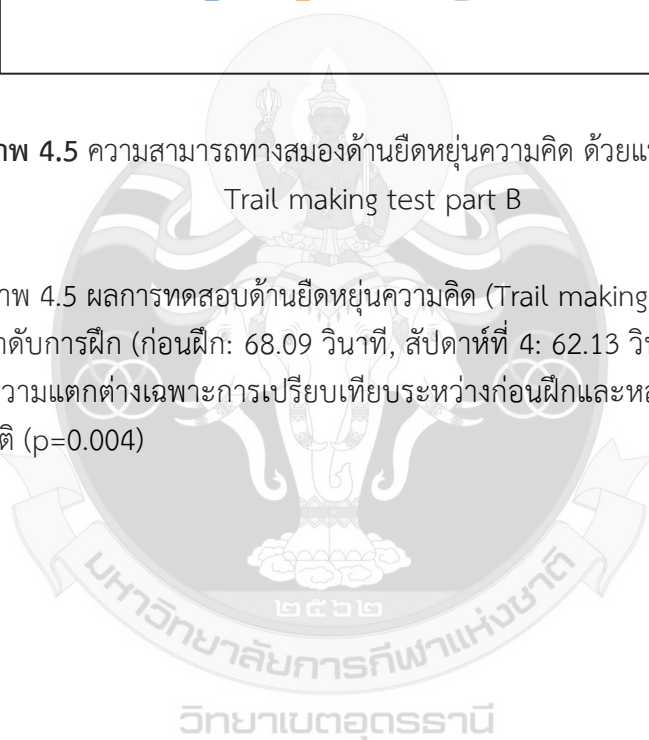
ภาพ 4.4 ความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ด้วยแบบทดสอบ Trail making test part A

จากภาพ 4.4 ผลการทดสอบด้านยืดหยุ่นความคิด (Trail making test part A) พบว่าเวลาที่ใช้ลดลงตามลำดับการฝึก (ก่อนฝึก: 33.00 วินาที, สัปดาห์ที่ 4: 30.58 วินาที, สัปดาห์ที่ 8: 28.40 วินาที) โดยพบความแตกต่างเฉพาะการเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.004$)



ภาพ 4.5 ความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ด้วยแบบทดสอบ Trail making test part B

จากภาพ 4.5 ผลการทดสอบด้านยืดหยุ่นความคิด (Trail making test part B) พบว่าเวลาที่ใช้ลดลงตามลำดับการฝึก (ก่อนฝึก: 68.09 วินาที, สัปดาห์ที่ 4: 62.13 วินาที, สัปดาห์ที่ 8: 56.99 วินาที) โดยพบความแตกต่างเฉพาะการเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.004$)



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย และเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย ในช่วงก่อนฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายทั้งหมด 26 คน มีอายุเฉลี่ย $16.81 (\pm 0.40)$ น้ำหนักเฉลี่ย 60.66 กิโลกรัม (± 4.76) ส่วนสูงเฉลี่ย 169.92 เซนติเมตร (± 5.61) ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย $20.99 (\pm 0.98)$ และประสบการณ์การเล่นกีฬาฟุตซอล 3.46 ปี (± 0.51)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

1.1 ความคล่องแคล่วว่องไว

ความคล่องแคล่วว่องไวก่อนการฝึกเท่ากับ 8.26 วินาที หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 8.21 วินาที และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 8.15 วินาที ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านความคล่องแคล่วว่องไวระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$

1.2 เวลาในการตอบสนอง

เวลาในการตอบสนองก่อนการฝึกเท่ากับ 3.50 วินาที หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 3.22 วินาที และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 3.03 วินาที ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของเวลาในการตอบสนอง ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test พบว่า เวลาในการตอบสนองระหว่างก่อนการฝึก ($=3.50$ วินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ($=3.22$ วินาที) และก่อนการฝึก ($=3.50$ วินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($=3.22$ วินาที) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$

2. ความสามารถทางสมอง

2.1 ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล

ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล ก่อนการฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 304.38 มิลลิวินาที หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 282.23 มิลลิวินาที และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 257.42 มิลลิวินาที ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล ด้วยแบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (Simple reaction time task) ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test พบว่าความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลด้วยแบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย หรือ Simple reaction time task ระหว่างก่อนการฝึก ($\bar{X}=304.38$ มิลลิวินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ($\bar{X}=282.23$ มิลลิวินาที) ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($\bar{X}=257.42$ มิลลิวินาที) และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ($\bar{X}=282.23$ มิลลิวินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($\bar{X}=257.42$ มิลลิวินาที) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด

ความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ด้วยแบบทดสอบ Trail making test part A ก่อนการฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.00 วินาที หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.58 วินาที และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.40 วินาที และแบบทดสอบ Trail making test part B ก่อนการฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.09 วินาที หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62.13 วินาที และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.99 วินาที ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ทั้งแบบทดสอบ Trail making test part A และแบบทดสอบ Trail making test part B ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni test พบว่า ความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นความคิด ด้วยแบบทดสอบ Trail making test part A มีเฉพาะระหว่าง ก่อนการฝึก ($\bar{X}=33.00$ วินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($\bar{X}=28.40$ วินาที) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=0.004$) และ แบบทดสอบ Trail making test part B มีเฉพาะระหว่าง ก่อนการฝึก ($\bar{X}=68.089$ วินาที) กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($\bar{X}=56.999$ วินาที) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p<0.001$)

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาและการเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศชายทั้งหมด 26 คน มีอายุเฉลี่ย 16.81 ($\pm=0.40$) น้ำหนักเฉลี่ย 60.66 กิโลกรัม ($\pm=4.76$) ส่วนสูงเฉลี่ย 169.92 เซนติเมตร ($\pm=5.61$) ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.99 ($\pm=0.98$) และประสบการณ์การเล่นกีฬาฟุตซอล 3.46 ปี ($\pm=0.51$) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.01 ครั้งต่อนาที ($\pm=5.45$) และขณะออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 167.49 ครั้งต่อนาที ($\pm=7.05$) คะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายระหว่างการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.36 ($\pm=2.24$) โดยแยกเป็นรายด้าน ดังนี้

ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

1. ความคล่องแคล่วว่องไว

ผลของการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความคล่องแคล่วว่องไวระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงในโปรแกรมนี้ ให้ความสำคัญกับสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับการแข่งขันจริง (Game-like situations) ซึ่งมุ่งเน้นความสนุกสนานและการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ในเชิงหลักการสอนพลศึกษา การนำผู้เรียนเข้าสู่สถานการณ์ที่มีความซับซ้อนเร็วเกินไป อาจส่งผลให้นักกีฬาบางรายเกิดความไม่สม่ำเสมอในการควบคุมจังหวะการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง ทักษะความคล่องแคล่วว่องไวเป็นทักษะที่ต้องการความแม่นยำสูงในการจัดระเบียบร่างกาย (Body Mechanics) ทั้งจังหวะการวางเท้า การลดจุดศูนย์ถ่วง และการถ่ายเทน้ำหนัก เมื่อแบบฝึกเปิดโอกาสให้เกิดแรงกระแทกจากการเปลี่ยนทิศทางในสถานการณ์ที่ควบคุมได้ยาก การจัดระเบียบร่างกายจึงเสียสมดุลไปชั่วขณะ ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญที่ทำให้เวลาในการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวไม่พัฒนาเท่าที่ควร และอาจส่งผลให้นักกีฬาบางรายเกิดความไม่สม่ำเสมอในการควบคุมจังหวะการเคลื่อนไหว เมื่อกล้ามเนื้อต้องทำงานต่อเนื่องในสภาวะที่มีแรงกระแทกจากการเปลี่ยนทิศทาง อาจเกิดภาวะความเมื่อยล้าที่ทำให้การสั่งการจากระบบประสาทไปยังกลุ่มกล้ามเนื้อขาดความแม่นยำ ส่งผลให้จังหวะการวางเท้าหรือการถ่ายเทน้ำหนักเสียสมดุลไปชั่วขณะ ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญในการทำเวลาทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวให้ดีขึ้น (Aoyama, 2024, pp. 1-11) แม้นักกีฬาจะมีระบบการสั่งการที่รวดเร็วขึ้น แต่กระบวนการนำการสั่งการนั้นมาปรับใช้ในการจัดระเบียบร่างกายเพื่อเปลี่ยนทิศทางยังต้องอาศัยระยะเวลาในการฝึกฝนทักษะกลไกที่นานกว่า 8 สัปดาห์ เพื่อให้กลุ่มกล้ามเนื้อเรียนรู้การทำงานร่วมกันได้อย่างเป็นอัตโนมัติ ซึ่งการใช้ความหนักระดับปานกลางเป็นหลักในการฝึก แม้จะส่งผลดีอย่างยิ่งต่อการกระตุ้นกระบวนการทางสมอง และความยืดหยุ่นทางความคิด ทำให้ผู้เล่นตัดสินใจได้ดีขึ้น แต่ในแง่ของการเพิ่มกำลังของกลุ่มกล้ามเนื้อเพื่อใช้ในการระเบิดตัวเปลี่ยนทิศทางอย่างฉับพลันนั้น ความหนักระดับนี้อาจยังไม่ถึงเกณฑ์ที่เพียงพอ (Lyakh et al., 2020, pp. 266-276)

2. เวลาในการตอบสนอง

ผลของการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำด้านเวลาในการตอบสนอง ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.5 จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni พบว่า เวลาในการตอบสนอง ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการศึกษานี้มีโปรแกรมการฝึกที่สลับซับซ้อนทั้งหมด 8 โปรแกรม ซึ่งเน้นทักษะฟุตบอล เช่น การรับส่งบอล และการหลบหลีกคู่ต่อสู้ เป็นการฝึกให้สมองส่วนควบคุมการเคลื่อนไหววางแผนได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้สัญญาณการสั่งการถูกส่งไปยังกลุ่มกล้ามเนื้ออย่างมีประสิทธิภาพส่วนล่างได้ทันทีที่ได้รับสิ่งเร้า กล้ามเนื้อจึงสามารถเริ่มการหดตัว ได้ไวขึ้นกว่าช่วงก่อนการฝึก (Dastamooz et al., 2023, pp. 1-9) การใช้ความหนักในการฝึกระดับปานกลาง ตามค่าอัตราการเต้นของหัวใจและการรับรู้การออกแรง (RPE 12-15) ถือเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด (Lyakh et al., 2020, pp. 266-276) สำหรับนักกีฬาเยาวชนชายในการพัฒนาทักษะการสื่อสารระหว่างสมองและกล้ามเนื้อ เนื่องจากเป็นระดับที่นักกีฬายังสามารถรักษาความจดจ่อ และสามารถทำได้โดยไม่ถูกรบกวนด้วยความเหนื่อยล้าจนเกินไป ทำให้การเรียนรู้ทักษะใหม่ๆ และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hillman et al., 2025, pp. 89-104) ซึ่งการพัฒนาที่โดดเด่นของเวลาในการตอบสนองสะท้อนให้เห็นว่า การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกมีประสิทธิภาพสูงในการพัฒนา "ระบบการสื่อสารและสั่งการ" แม้ว่าในด้านความคล่องแคล่วว่องไวอาจจะยังไม่เห็นผลชัดเจนเนื่องจากปัจจัยด้านความหนักเบาที่ยังไม่ถึงระดับพัฒนากำลังสูงสุด แต่ในมิติของ "ความไวในการตัดสินใจและการเริ่มเคลื่อนไหว" นักกีฬาสามารถนำสมรรถภาพทางสมองมาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมกล้ามเนื้อให้ตอบสนองต่อคู่ต่อสู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้เปรียบในการแข่งขัน (Hoge et al., 2018, pp. 404-410)

จากการศึกษาของ Chanatsorn et al. (2023, pp. 1-8) พบว่านักกีฬาจะมีเวลาในการตอบสนองอย่างง่ายดีกว่ากลุ่มบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬา นอกจากนั้นประสิทธิภาพในการฝึกยังส่งผลบวกต่อทั้งเวลาในการตอบสนอง และความเร็ว ซึ่งกีฬาฟุตบอลเป็นการทำงานผสมผสานกันระหว่างความเร็วกับระยะส่วนล่าง นอกจากนั้นมีการศึกษารายงานว่าเวลาในการตอบสนองที่เกิดขึ้นในระหว่างการแข่งขันขึ้นอยู่กับทักษะการเคลื่อนไหวขั้นสูงของระยะส่วนล่างโดยเฉพาะกีฬาฟุตบอล ในขณะที่มีหลายการศึกษาที่ศึกษาเวลาในการตอบสนองจากหลายชนิดกีฬาทั้งด้านที่ถนัดและไม่ถนัด พบว่าบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬาจะมีเวลาในการตอบสนองได้ไม่ดีเท่านักกีฬา (Hoge et al., 2018, pp. 404-410) การทำงานของระบบประสาทสั่งการของมนุษย์ ได้แก่ การรับรู้ การตัดสินใจ การวางแผน หรือควบคุม ซึ่งกระบวนการของการรับรู้คือการรับข้อมูลจากภายนอก กระบวนการตัดสินใจขึ้นอยู่กับพื้นฐานการรับสิ่งเร้า และการวางแผนคือการปฏิบัติหรือการตัดสินใจที่จะทำสิ่งนั้น ๆ ทั้งหมดนี้เป็นผลลัพธ์จากการทำงานของกลไกการสั่งการของกระบวนการรับรู้ผ่านการรับรู้ความรู้สึก กลไกการตัดสินใจและการกระทำ และกลไกการบริหาร ในขณะที่การศึกษาของ Hanaue et al. (2023, pp. 1-11) ที่พบว่ากลไกการตอบสนองที่ผ่านการรับรู้ทางสายตาขึ้นอยู่กับระบบประสาท 3 ระบบคือระบบการรับรู้การตอบสนองทางสายตา ระบบการสั่งการของทักษะการเคลื่อนไหวของระยะส่วนล่างในการ

ทำงานชนิดนั้น ๆ และระบบการรับรู้ทางสายตาจะตอบสนองต่อข้อมูลที่รับเข้ามา จากการศึกษาเมื่อเร็ว ๆ นี้พบว่าทักษะการเคลื่อนไหวที่เกิดจากการรับรู้ทางสายตาที่จะส่งผลให้เกิดประโยชน์กับชนิดกีฬานั้น ๆ เป็นผลมาจากการทำงานของระบบประสาทสั่งการของนักกีฬา การรับรู้การทำงานของข้อต่อคือความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทุกส่วนของร่างกายซึ่งมีบทบาทสำคัญในการวางแผนการเคลื่อนไหว ยกตัวอย่างเช่น กลไกการทำงานอย่างรวดเร็วเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีประสิทธิภาพในระหว่างการวางแผน จากการศึกษาทดสอบ Pacific Sports Visual Performance Profile (PSVPP) ที่ประกอบไปด้วย 23 การทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพการรับรู้ทางสายตาที่สัมพันธ์กับการแข่งขันกีฬา นอกจากนี้ยังเป็นการประเมินขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับการรับรู้การหักเหของแสงและสุขภาพของตารวมถึงการทดสอบประสิทธิภาพการรับรู้ที่สัมพันธ์กับกีฬาหลายชนิด ซึ่งหนึ่งในการทดสอบเป็นการทดสอบเวลาในการตอบสนองของนักกีฬา เพื่อประเมินปฏิกิริยาการตอบสนองอย่างรวดเร็วของนักกีฬาที่เกิดจากการรับรู้ทางสายตาผ่านระบบการรับรู้ก่อนที่จะเริ่มเป็นทักษะการเคลื่อนไหว (Hanaue et al., 2023, pp. 266-276) สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นอัตราการเตรียมตัวที่จำเป็นสำหรับการเคลื่อนไหวหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเวลาก่อนที่จะมีการเคลื่อนไหวมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที เวลาปฏิกิริยาที่เกิดจากการสัมผัสประมาณ 110 มิลลิวินาที เกิดจากการได้ยิน 150 มิลลิวินาที และจากการมองเห็น 200 มิลลิวินาที เวลาเกิดปฏิกิริยาเกิดจากการทำงานของสมองส่วนที่เรียกว่า the primary somatosensory cortex และ the posterior parietal cortex โดยการบูรณาการของระบบประสาทสั่งการส่งข้อมูลไปยังสมอง the motor cortex ทั้ง 6 ส่วน ซึ่งเป็นบริเวณที่วางแผนการเคลื่อนไหว สิ่งเหล่านี้เรียกว่าเวลาในการตอบสนองก่อนการสั่งการ ในช่วงที่มีการสั่งการข้อมูลจากสมองส่วนที่ 6 จะถูกส่งไปยังสมองส่วนที่ 4 ของ the motor cortex เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการเคลื่อนไหวหลังจากนั้นสมองส่วน cerebellum จะมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของ cortical excitability ที่จะเป็นตัวกำหนดว่าเวลาปฏิกิริยาจะเร็วหรือช้า เวลาในการตอบสนองเป็นทักษะการเคลื่อนไหวที่ฝึกฝนได้ค่อนข้างยากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมพันธุ์ของนักกีฬา แต่อย่างไรก็ตามเวลาในการตอบสนองสามารถเพิ่มขึ้นร้อยละ 10-20 จากการฝึกการรับรู้ทาง นักกีฬามืออาชีพย่อมมีเวลาในการตอบสนองเร็วกว่านักกีฬาฝึกหัดหรือนักกีฬาที่ไม่ได้รับการฝึกฝน เมื่อนักกีฬามีสมาธิจดจ่ออยู่กับการทำกิจกรรมมาก เวลาตอบสนองของเขาจะเร็วขึ้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลาปฏิกิริยาและความเร็วในการตอบสนองได้แก่ อายุระหว่าง 20-30 ปี รูปแบบของการฝึก สมรรถภาพทางกายของนักกีฬา ระดับความเมื่อยล้า และระดับสติปัญญาของนักกีฬา เวลาปฏิกิริยาเป็นสิ่งสำคัญสำหรับบางชนิดกีฬาโดยเฉพาะฟุตบอล ซึ่งการศึกษาของ (Nascimento et al., 2021, pp. 1-12) ยืนยันว่า หลังจากนักกีฬาฟุตบอลได้รับการฝึกการรับรู้ทางสายตาส่งผลให้มีเวลาปฏิกิริยาดีกว่ากลุ่มควบคุม ดังนั้น จึงส่งผลให้นักกีฬามีประสิทธิภาพในขณะทำการแข่งขัน

ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล และด้านยืดหยุ่นความคิด

ผลของการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำด้านความเร็วในการประมวลผลด้วยแบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย และการยืดหยุ่นทางความคิด ทั้งการทดสอบด้วยแบบทดสอบ Trail making test part A และ Trail making test part B ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ

หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Bonferroni พบว่า ความสามารถทางสมองความเร็วในการประมวลผล ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เพราะว่าการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลร่วมกับการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีระดับความหนักปานกลางถึงสูงสุด โดยอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ในระหว่างสัปดาห์ที่ 1-8 เพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งในสัปดาห์ที่ 1-2 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย 149–163 ครั้งต่อนาที (ร้อยละ 63.90–65.41 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด) และสัปดาห์ที่ 3-8 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายอยู่ที่ 163–176 ครั้งต่อนาที (ร้อยละ 75.18–76.69 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด) และมีคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1-8 เพิ่มขึ้นตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 1-2 มีค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย (Rating of perceived exertion; RPE) เฉลี่ยเท่ากับ 9.80–10.07 และสัปดาห์ที่ 3-8 มีค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายเฉลี่ยเท่ากับ 12.88–15.11 ซึ่งในการออกกำลังกายโดยปกติสามารถเพิ่มระดับความสามารถทางสมองของนักกีฬาได้โดยทางอ้อม โดยการเพิ่มคุณภาพการนอนหลับ ลดระดับความเครียดและความวิตกกังวล รวมทั้งเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจและหลอดเลือด ในขณะที่การออกกำลังกายจะส่งเสริมความสามารถทางสมองโดยตรง โดยการเพิ่มการทำงานของระบบประสาท เพิ่มจำนวนของเซลล์ประสาท เพิ่มความเร็วในการถ่ายทอดสัญญาณกระแสประสาท นอกจากนั้นยังเพิ่มระดับความจำ และเพิ่มกระบวนการเรียนรู้ ในนักกีฬาที่มีสุขภาพดีในวัยกลางคน Liu et al. (2023, pp. 1-12) เพราะการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งประกอบด้วยการฝึกแบบแอโรบิกการฝึกความแข็งแรง การฝึกการทรงตัว และการฝึกทักษะการเคลื่อนไหวที่มีความซับซ้อน ได้รับการยอมรับเพิ่มขึ้นว่าเป็นรูปแบบการฝึกที่มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมความสามารถทางสมอง โดยเฉพาะในมิติของความเร็วในการประมวลผลข้อมูล (processing speed) และความยืดหยุ่นทางความคิด (cognitive flexibility) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของ executive function จากการศึกษาที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่า การผสมผสานรูปแบบการฝึกดังกล่าวสามารถกระตุ้นทั้งกลไกทางสรีรวิทยาและกลไกทางประสาทพร้อมกัน ส่งผลให้สมองมีประสิทธิภาพในการรับ วิเคราะห์ และตอบสนองต่อข้อมูลได้รวดเร็วและยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น (Singh et al., 2025, pp. 866-876) โดยสรุปการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงเป็นรูปแบบการฝึกที่มีศักยภาพสูงในการส่งเสริมความสามารถทางสมอง โดยเฉพาะความเร็วในการประมวลผลข้อมูลและความยืดหยุ่นทางความคิด เนื่องจากสามารถกระตุ้นทั้งกลไกทางสรีรวิทยาและกลไกทางประสาทพร้อมกัน หลักฐานเชิงประจักษ์จากงานทบทวนและเมตา-วิเคราะห์ปีปัจจุบันสนับสนุนว่าการผสมผสานแอโรบิกเข้ากับการฝึกทักษะการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนให้ผลดีกว่าการออกกำลังกายรูปแบบเดียว และควรถูกนำมาใช้เป็นแนวทางหลักในการออกแบบโปรแกรมส่งเสริมสมรรถภาพสมองในกลุ่มเด็ก วัยรุ่น และผู้สูงอายุ ในขณะออกกำลังกายจะเกิดกลไกการทำงานของเซลล์ในระดับโมเลกุลของระบบประสาท รวมทั้ง growth factors ยกตัวอย่างเช่น Brain derived neurotrophic factor (BDNF) ซึ่งบทบาทของ BDNF จะเพิ่มจำนวนของเซลล์ประสาท เพิ่มความเร็วในการถ่ายทอดสัญญาณกระแสประสาท รวมทั้งป้องกันการเกิดอาการบาดเจ็บของเซลล์ประสาท และการเสื่อมถอยของเซลล์

ประสาทด้วย การทำงานของ BDNF ในสมองส่วน Hippocampus จะช่วยส่งเสริมให้เกิดเซลล์ประสาทตัวใหม่จาก Stem cells รวมทั้งผสมผสานระหว่างเซลล์ประสาทตัวใหม่ กับเซลล์ประสาทที่มีอยู่ ให้เกิดการถ่ายทอดสัญญาณประสาทให้เร็วขึ้น (Dastamooz et al., 2023, pp. 1-14) จากการศึกษาแบบภาคตัดขวาง พบว่าสมรรถภาพทางกายที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถทางสมอง (Wang et al., 2024, pp. 1-9) ในขณะที่การศึกษาระยะยาวพบว่าความสามารถทางสมองลดลงค่อนข้างน้อยในด้านความจำในการใช้งาน ความเร็วในการประมวลผล ความตั้งใจ และการบริหารจัดการ (Esteban-Cornejo et al., 2021, pp. 284-295) บางการศึกษาได้ยืนยันว่าการออกกำลังกายโดยใช้ออกซิเจนสามารถเพิ่มความสามารถทางสมองและการบริหารจัดการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Wang et al., 2024, pp. 187-196) นอกจากนั้นการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว และการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ล้วนมีผลต่อความสามารถทางสมอง (Mora-González et al., 2024, pp. 1-17) การศึกษาการตรวจคลื่นสมองด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า พบว่าการออกกำลังกายและนักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดี มีความสัมพันธ์ทางลบกับการลดลงของสมองส่วน Hippocampus สมองสีเทา และสมองสีขาว (Wang et al., 2024, pp. 1-14) นอกจากนั้นยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายโดยใช้ออกซิเจน สามารถเพิ่มสมองส่วน Hippocampus และปริมาณของ Cortical รวมทั้งสามารถเพิ่มการยืดหยุ่นความคิดหลังจากออกกำลังกายเป็นระยะเวลาหนึ่งปี

นอกจากนั้น การศึกษาของ Chen et al. (2025, pp. 1-13) พบว่าการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับการทำงานและการถ่ายทอดสัญญาณกระแสประสาทของสมองส่วน Cortical กลไกการทำงานของสมองที่จะส่งเสริมให้เพิ่มความสามารถทางสมอง การสั่งการ ปริมาณของเซลล์ประสาท และป้องกันการเสื่อมถอยของระบบประสาท ในนักกีฬาที่มีการออกกำลังกายเป็นประจำพบว่า การออกกำลังกายมีผลต่อ ความยืดหยุ่นของระบบประสาท มีปริมาณของโปรตีนเพิ่มขึ้น และมีกระบวนการถ่ายทอดสัญญาณกระแสประสาทเพิ่มขึ้นด้วย (Liang et al., 2022, pp. 75-88) มีการศึกษาจำนวนมากที่ผ่านมาที่ศึกษาถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายโดยเฉพาะการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนต่อโครงสร้างและหน้าที่ของสมอง พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของเซลล์ประสาทของสมองส่วน Hippocampus เพิ่มกระบวนการถ่ายทอดสัญญาณกระแสประสาท รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพของพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมอง (Dastamooz et al., 2023, pp. 1-14) การศึกษาการออกกำลังกายบนลู่วิ่งพบว่า สามารถเพิ่มความจำและการยืดหยุ่นทางความคิดของสมองส่วน Hippocampus (Liu et al., 2025, pp. 1-18) นอกจากนั้นบางการศึกษายังพบว่าการเพิ่มขึ้นของ BDNF, insulin-like growth factor 1 (IGF-1), mitogen-activated protein kinase phosphatase-1 (MKP-1) และ glial-derived neurotrophic factor (GDNF) ล้วนมีความสัมพันธ์กับการออกกำลังกาย (Guo et al., 2025, pp. 1-9) จากการศึกษาของ Wang et al. (2024, pp. 187-196) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึก ความเร็ว ความคล่องแคล่ว และเวลาในการตอบสนอง เปรียบเทียบกับการฝึกแบบ Small side game ต่อความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชน จำนวน 21 คนพบว่า ทั้งสองรูปแบบการฝึกมีความสัมพันธ์กับความสามารถทางสมอง ซึ่งผลการศึกษานี้ยังยืนยันว่า การฝึกที่เฉพาะเจาะจงสำหรับกีฬาฟุตบอล มีผลทำให้

ความสามารถทางสมองเพิ่มขึ้น จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนว่า ความสามารถทางสมองมีส่วนสำคัญต่อประสิทธิภาพของนักกีฬาฟุตบอล โดยเฉพาะรูปแบบการฝึกความคล่องแคล่วเป็นรูปแบบการฝึกเพื่อเพิ่มทักษะและความสามารถในการกลับตัว รวมทั้งความเร็วในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น (Sun et al., 2025, pp. 1-16) ประโยชน์ของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความคล่องแคล่วมีหลักฐานบ่งชี้ชัดเจนว่า มีผลเชิงบวกต่อทั้งโครงสร้างของสมอง และความสามารถทางสมอง (Singh et al., 2025, pp. 866-876) ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดด้านการออกกำลังกายต่อความสามารถทางสมอง พบว่าการออกกำลังกายที่เฉพาะเจาะจงสามารถทำให้ความสามารถทางสมองเพิ่มขึ้น (Hillman et al., 2025, pp. 89-104) ในความเป็นจริงการออกกำลังกายโดยทั่ว ๆ ไป โดยเฉพาะการออกกำลังกายเป็นทีมจะสามารถเพิ่มความคล่องแคล่วและเพิ่มระบบประสาทสั่งการ ซึ่งส่งผลให้มีความสามารถทางสมองเพิ่มขึ้นด้วย (Liu et al., 2025, pp. 1-18) อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าประสิทธิภาพในการเล่นกีฬาจะมีส่วนสัมพันธ์ต่อทักษะการเล่นกีฬาและความสามารถทางสมอง ซึ่งสอดคล้องกับ Lenneman et al. (2024, pp. 1-12) ที่ศึกษาโปรแกรมการฝึกความคล่องแคล่วเป็นเวลา 6 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความจำได้ร้อยละ 11 และมีความคงทนถาวรร้อยละ 2 ในทางตรงกันข้ามกลับไม่เพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกมากกว่า 6 สัปดาห์

ในขณะที่บางการศึกษาประเมินความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชน ในขณะที่ทำการแข่งขันในรายการระดับมีอาชีพ พบว่ามีการยืดหยุ่นทางความคิดสูงกว่า นักกีฬาที่ทำการแข่งขันในระดับต่ำกว่า (Monteiro et al., 2025, pp. 1-21) มากไปกว่านั้น บางการศึกษาพบว่าความสามารถทางสมองมีความสัมพันธ์กับการประสบความสำเร็จทางด้านกีฬาของนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชน แต่อย่างไรก็ตามความรู้ที่ได้จากการศึกษาที่ผ่านมายังขาดการศึกษาเกี่ยวกับ รูปแบบการออกกำลังกายที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของความสามารถทางสมองในนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชน ซึ่งส่วนมากเน้นการศึกษาในนักกีฬาฟุตบอลเท่านั้น จากการศึกษาของ Lucia et al. (2022, pp. 1-17) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกซ้อมฟุตบอลต่อระบบประสาทสั่งการและความสามารถทางสมองของเยาวชนอายุ 7-11 ปี ผลการศึกษาพบว่า นักกีฬาสามารถเพิ่มขึ้นทั้งการยืดหยุ่นความคิด ความเร็วในการประมวลผลทั้งเวลาในการตอบสนองอย่างง่ายและเวลาในการตอบสนองตัวเลือก Casella et al. (2022, pp. 1-12) ในขณะที่มีนักวิชาการได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกการสั่งการของความสามารถทางสมองที่เฉพาะเจาะจงต่อความสามารถในการวางแผนและการตอบสนองทางสายตาต่อสิ่งเล้าในนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชน ผลการศึกษาพบว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะการตอบสนองทางสายตาเพิ่มขึ้น ผลการศึกษายังชี้ได้ว่า การฝึกการสั่งการของความสามารถทางสมองที่เฉพาะเจาะจง มีผลเชิงบวกต่อความสามารถทางสมอง (Esposito et al., 2019, pp. 1843-1851) ซึ่งผลที่ทำให้กลุ่มทดลองมีความสามารถทางสมองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม เป็นเพราะการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการวางแผนเพื่อเตรียมพร้อมในกระบวนการที่จะทำให้นักกีฬาประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ รวมทั้งการควบคุมกระบวนการบริหารจัดการและความสามารถในการเข้าใจ รวมทั้งการตรวจสอบความจำที่ส่งผลให้ประสบความสำเร็จ สอดคล้องกับการศึกษาของ Aoyama (2024, pp. 1-11) ที่พบว่า การฝึกกีฬาฟุตบอลที่เฉพาะเจาะจงมีผลต่อการวางแผนและทักษะการควบคุมยับยั้ง ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวเป็นไปตามกรอบแนวคิดของการเล่น

ฟุตบอล คือทักษะจะเกิดก็ต่อเมื่อขณะนักกีฬาทำการแข่งขันต้องมีการคิดวางแผนไปด้วย มากไปกว่านั้นการส่งลูกฟุตบอลที่มีเป้าหมายเป็นท่าทางที่ต้องอาศัยกระบวนการความสามารถทางสมองขั้นสูง ร่วมกับการควบคุมยับยั้ง ทักษะการรับรู้ และทักษะการประสานสัมพันธ์กัน ซึ่งในความเป็นจริง ในขณะแข่งขันฟุตบอล นักกีฬาทุกคนจำเป็นจะต้องวิเคราะห์เกมการแข่งขันที่กำลังจะขึ้นใหม่ ๆ จากประสบการณ์การแข่งขันที่ผ่านมา รวมทั้งความเป็นได้ที่จะเกิดขึ้นใหม่และความเร็วในการตัดสินใจต่อสิ่งเหล่านั้นหรือวางแผนการควบคุมยับยั้ง ทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะเกิดขึ้นในเวลาจำกัด ในขณะที่นักกีฬาทุกคน ต้องมีสมรรถภาพทางอารมณ์ที่แข็งแกร่ง ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความกดดัน (Heilmann et al., 2024, pp. 1-11)

สรุป

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลร่วมกับพลัยโอเมตริกส่งผลให้ความสามารถของนักกีฬาดีขึ้น ทั้งความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านเวลาในการตอบสนอง ความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลและความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นทางความคิดดีขึ้น เนื่องจากการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่ใช้ไหวพริบ การพลิกแพลง และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในการเล่นอย่างสูง จึงส่งผลต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อด้านเวลาในการตอบสนอง และการประมวลผลที่รวดเร็วของสมองทำให้มีเวลาความเร็วในการประมวลผลและความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นทางความคิดที่ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของงานวิจัยในครั้งนี้คือ ควรมีการศึกษาระยะยาวในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ รวมทั้งมีกลุ่มควบคุมและกลุ่มเปรียบเทียบ ให้ครอบคลุมความหนักของการออกกำลังกายทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับความหนักต่ำ ระดับความหนักปานกลาง และระดับความหนักสูงสุด ต่อการพัฒนากระบวนการประสาทกล้ามเนื้อ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากผลการวิจัย

1.1 ครูพลศึกษา ผู้ฝึกสอน นักวิทยาศาสตร์การกีฬา หรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอนให้เป็นประโยชน์มากที่สุดและเป็นแนวทางในการพัฒนาความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ และความสามารถทางสมองของนักกีฬา

1.2 นักวิจัยและผู้สนใจด้านงานวิจัย และหน่วยงานหรือหน่วยงานวิจัยสามารถนำผลการวิจัยไปพัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อจัดกระบวนการบริหารจัดการงานวิจัยให้มีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อพัฒนาความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ และความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลและความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นทางความคิดของนักกีฬา และควรมีการทดลองกับกีฬาชนิดอื่น ๆ

2.2 ควรมีการศึกษาระยะยาวของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลร่วมกับพลัยโอเมตริกให้ครอบคลุมความหนักของการออกกำลังกายทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับความหนักต่ำ ระดับความหนักปานกลาง และระดับความหนักสูงสุด ต่อพัฒนาความสัมพันธ์ของ

ระบบประสาทกล้ามเนื้อ และความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลและ
ความสามารถทางสมองด้านยืดหยุ่นทางความคิด

2.3 ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ รวมทั้งมีกลุ่มควบคุม และกลุ่ม
เปรียบเทียบเพื่อดูประสิทธิภาพของผลการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจงของ
กีฬาฟุตบอลร่วมกับพลัยโอเมตริก



บรรณานุกรม

- กรมกิจการเด็กและเยาวชน. (2566). รายงานผลการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการด้านการพัฒนาเด็กและเยาวชนแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565. กรุงเทพฯ: กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์.
- กรมพลศึกษา. (2565). เอกสารงานทดสอบสมรรถภาพทางกาย. กรุงเทพฯ: ตันอ้อการพิมพ์.
- กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2563). ความฉลาดทางการกีฬา: บทบาทของความสามารถทางสมองที่มีต่อความสำเร็จทางการกีฬานักกีฬาเยาวชนไทย. กรุงเทพฯ: พลฟิล แมนเนจเม้นท์.
- กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2544). คู่มือส่งเสริมสุขภาพจิตนักเรียนระดับมัธยมศึกษาสำหรับครู. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมอนามัย. (2545). คู่มือการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย: เพื่อสุขภาพที่ดีของคนไทย. สำนักส่งเสริมสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2565). คู่มือผู้นำการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ: หจก.ไอเดียสแควร์.
- การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2565, 25 กันยายน). ข้อมูลนักกีฬา.
<http://reg.sat.or.th/search/sportmanRegis.asp?selecttype=Response>.
- กิตญาณี คงสุข. (2562). การศึกษาประสิทธิภาพของการเล่นแบดมินตันกับการพัฒนาสมองส่วนหน้าและทักษะการประสานมือและตาในเด็กสมาธิสั้น โรงพยาบาลสมเด็จ จัหวัดกาฬสินธุ์. วารสาร โรงพยาบาลสกลนคร, 22(2), 15-24
- กชนิภา นราพินิจ เกสรดา ศรีดาเทพ และสุทธิกานต์ ภูสิมมา. (2565). ผลของโปรแกรมการพัฒนาทุนชีวิตโดยใช้การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมต่อพฤติกรรมการป้องกันการตั้งครรภ์ในวัยรุ่น. วารสารวิชาการสาธารณสุข, 31(6), 986-997.
- เขตชัยนต์ คนงานดี และศักดิ์ดา งานหมั่น. (2567). การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาผู้เรียน. วารสารนวัตกรรมการจัดการศึกษาและการวิจัย, 6(2), 471-482.
- ชลิดา เถาว์ชาลี. (2565). การศึกษาผลของการออกกำลังกายโดยการแกว่งแขนและการออกกำลังกายโดยใช้ลู่วิ่งที่มีต่อผู้มีภาวะเสี่ยงโรคไขมันในเลือดสูง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ. เชียงราย. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- ชัยวัฒน์ อันปัญญา และณดา ธาตานุรักษ์ดี. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติตามแนวคิดของเดวิส ที่ส่งผลต่อทักษะพื้นฐานกีฬาฟุตบอล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย, 7(3), 719-730.
- ชูศักดิ์ เวชแพทย์. (2525). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์. (2536). สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.

- ชลธิชา สร้อยสีหา นภัสกร สุขดี และ รุ่งทิวา ปงหนู. (2568). ผลของการฝึกแบบคอมเพล็กซ์ที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาแฮนด์บอลหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จังหวัดศรีสะเกษ. *Interdisciplinary Academic and Research Journal*, 5(3), 417-430.
- ณัชชา ศรีมหาพรหม สมศักดิ์ จีวัฒนา และกระพัน ศรีงาน. (2566). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมก้าวร้าวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 42(1), 86-96.
- ณัฐพล วรพักตร์ ลักขมี ฉิมวงษ์ และอนันต์ มลารัตน์. (2564). การเปรียบเทียบผลการฝึกแบบควบคู่ที่มีต่อสมรรถภาพทางกลไกของนักกีฬาฟุตบอลหญิงระดับมัธยมศึกษา. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 16(2), 109-120.
- ณัฐพล ตันมี. (2562). ผลของโปรแกรมการฝึกแบบสถานี 6Rh ที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไวและพลังกล้ามเนื้อขาในนักศึกษาวิชาศิลปะการต่อสู้. *วารสารมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ*, 11(2), 44-56.
- ณัฐวุฒิ ไวโรจนานันต์ และ ชาญชัย ชันติศิริ. (2559). การสร้างเครื่องทดสอบเวลาปฏิบัติการตอบสนองของการทำงานระหว่างตากับการเคลื่อนไหวของร่างกายไปยังตำแหน่งเป้าหมายเพื่อใช้ในกีฬาแบดมินตัน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 31(3), 165-174.
- ดนุพล สืบสำราญ. (2563). การพัฒนาผู้เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา ของนักศึกษาศาขาวิชาวิทยาศาสตร์. *วารสารวิทยาลัยนครราชสีมา สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 13(3), 113-124.
- ธำรง บุญยรัตน์. (2563). ผลของการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์การกีฬา. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นรินทรา จันทศร. (2562). ผลการฝึกตาราง 9 ช่องเพื่อพัฒนาทักษะความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาฟุตบอล. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, 13(1), 1-12.
- นัสมล บุตรวิเศษ และอุปรีษฐา อินทรสาด. (2564). ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้สูงอายุในจังหวัดนครนายก. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษาและกีฬา. ชลบุรี. มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ.
- นิตินัย สงวนศรี ชวพัศ โตเจริญบติ และอรญา บุตรอ่ำ. (2568). ผลการฝึกสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม อายุระหว่าง 18-22 ปี. *วารสารส่งเสริมและพัฒนาวิชาการสมัยใหม่*, 3(6), 716-730.
- นิสากร กรุงไกรเพชร สุภาภรณ์ วงศ์เจริญ และอนันท์ หาญยุทธ. (2566). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตภาคเหนือตอนล่าง. *วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน*, 9(2), 163-174.
- นุชนาถ อุมูดี พวงสร้อย วรกุล บุญโรม สุวรรณพาหุ และจิระวัฒน์ ตันสกุล. (2565). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 14(3), 34-48.

- บุญเจือ สีนบุญมา และ ภัสสร ธูปบุตร. (2562). การพัฒนาโปรแกรมการฝึกแบบเอสเอคิ่วร่วมกับการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว. *วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ*, 45(3), 175-186.
- ปริญญา ปทุมมณี. (2561). ผลของการออกกำลังกายด้วยการเล่นพื้นเมืองไทยที่มีต่อความฉลาดทางสติปัญญาในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6. *วารสารนาครบุตรปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 10(พิเศษ), 1-15.
- พัชรา สิริวัฒนเกตุ กนก พานทอง และภัทราวดี มากมี. (2561). การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษาโดยใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณ์ญาณ. *วารสารโรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์*, 14(1), 40-56.
- พัชรภา เอื้ออมรนิช. (2563). การรู้เท่าทันสื่อสังคมออนไลน์ของวัยรุ่นไทยในกรุงเทพมหานคร. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 43(3), 97-109.
- พรรณี ชูทัย. (2522). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: วรุฒิการพิมพ์.
- พิชยา นพกาล. (2567). ผลของการฝึกแบบสถานีด้วยแรงต้านในสภาวะปริมาณออกซิเจนต่ำที่มีต่อสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก สมรรถภาพด้านแอโรบิก และเซลล์เม็ดเลือดแดง. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, 25(1), 1-12.
- พุดพิงศ์ นากา. (2564). การยิงประตูและปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาการยิงประตูฟุตบอลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกีฬาสังกัดมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. *วารสารวิชาการ มจร บุรีรัมย์*, 6(2), 76-87.
- พูนศิริ ฤทธิรอน ดวงหทัย จันทรเชื้อ พัสตราภรณ์ แยมเม่น และกนกวรรณ ศรีวาปี. (2565). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการเด็กปฐมวัย: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ. *วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ*, 15(3), 296-308.
- พรหมลิขิต ฤทธิร่วม ปิยะธิดา นาคะเกษเศียร และอาติลา หะยิมะ. (2565). ประสิทธิผลของโปรแกรมการกำกับตนเองต่อการรับรู้สมรรถนะแห่งตนในการควบคุมพฤติกรรมก้าวร้าวของวัยรุ่นชายในศูนย์ฝึกและอบรมเด็กและเยาวชน. *พยาบาลสารมหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 49(2), 16-29.
- พรพิมล โพธิ์ขวาง และพลสุข ศิริพูล. (2565). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการเด็กปฐมวัย: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ. *วารสารเพื่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม*, 7(2), 163-176.
- ภรภัทร สัตตะจุจางษ์. (2563). มุมมองต่อชีวิตที่สะท้อนภาวะความเป็นผู้ใหญ่ของวัยรุ่นตอนปลายที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 15(2), 223-238.
- วีระยุทธ กองวงษา. (2562). การพัฒนาโปรแกรมการฝึกความเร็วและความคล่องแคล่วโดยใช้การฝึกกับลูกฟุตบอลของนักกีฬาฟุตบอลมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. *วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ*, 45(2), 308-319.
- ศศิกานต์ พุฒแก้ว. (2566). ปัจจัยที่มีผลต่อความฉลาดทางอารมณ์ของเด็กและเยาวชนที่กระทำผิด: ศึกษาเฉพาะกรณีเยาวชนที่ศาลมีคำพิพากษาให้เข้ารับการฝึกอบรม ภายในศูนย์ฝึกและอบรมเด็กและเยาวชนแห่งหนึ่ง. *วารสารสังคมสงเคราะห์ศาสตร์*, 31(2), 135-165.

- ศุภวรรณ ขาติศรีรินทร์ และรชานนท์ งามใจรัก. (2564). ผลของโปรแกรมส่งเสริมกิจกรรมทางกาย ด้วยการเดินนับก้าวต่อสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือดของวัยผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักเกิน. *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 14(3), 1-12.
- สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. (2567). *สุขภาพคนไทย 2567: ความเครียด ภัยเงียบของสังคมไทย*. กรุงเทพฯ: บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- สงศรี พุทธเกิด อัจฉริยา กสิยะพัท และเกษม นครเขตต์. (2561.) ผลของการเล่นในสนามเด็กเล่น BBL ที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย และความฉลาดทางการเคลื่อนไหวในนักเรียนระดับ ประถมศึกษา. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 8(2), 1-12.
- สุพรรณิการ์ ยายรัมย์ สลีนันท์ ศิริธาดากุลพัฒน์ และพินดา ตันศิริ. (2566). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน. *วารสารการพัฒนาการเรียนรู้สมัยใหม่*, 8(4), 166-180.
- สมชาย รักการวิจัย. (2567). ผลการใช้โปรแกรมการฝึกแบบผสมผสานที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬา. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, 15(2), 1-15.
- สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬากรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2560). *การทดสอบสมรรถภาพทางกายภาคสนามกีฬาฟุตบอล-ฟุตซอล วอลเลย์บอล แบดมินตัน*. กรุงเทพฯ: บริษัท กู๊ดอีฟนิ่ง ดิงค์ จำกัด.
- หฤษฎ์ อภิเดช. (2563). *การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ของการเตะด้วยหลังเท้าและหัวเข่าในนักกีฬาฟุตซอล*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา และการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อรุณ จิรวัดนกุล. (2560). *ชีวิตที่ดีสำหรับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: วิทย์พัฒน์.
- อดิศักดิ์ อมรวณิชศักดิ์. (2563). *ผลของการฝึกแบบผสมผสานที่มีต่อความสามารถในการยิงประตูของนักกีฬาฟุตซอลโรงเรียนวัดโสธรวรารามวรวิหาร*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาพลศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อภิสิทธิ์ วงศ์สุทธิ. (2560). *ผลการฝึกทักษะการส่งลูกฟุตบอลด้วยข้างเท้าด้านในและหลังเท้าที่มีผลต่อความแม่นยำในการส่งลูกฟุตบอล*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา. นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- อัครัฐ ยงทวี ชัชภาพร พิทักษ์เสถียรกุล ธิติวัฒน์ น้อยคำเมือง และนิรุทธิ์ สุขดี. (2563). *ความฉลาดทางการกีฬา: บทบาทของความสามารถทางสมองที่มีต่อความสำเร็จทางการกีฬาในนักกีฬาเยาวชนไทย* (รายงานการวิจัย). กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.
- อานนท์ วันลา, และ สมชาย ประเสริฐศิริ. (2563). ผลของการฝึกเกมสนามเล็กและการฝึกแบบทั่วไปที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและประสิทธิภาพในการแข่งขัน. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, 21(2), 45-58.
- เอกกวี หอมขจร. (2564). *ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้สุขภาพทางเพศของนักเรียนชายมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์. พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- Alesi, M., Bianco, A., Padulo, J., Luppina, G., Petrucci, M., & Palma, A. (2016). Improving children's coordinative skills and executive functions: The effects of a football exercise program. *Perceptual and Motor Skills*, 122(1), 27–46.
- Aoyama, S. (2024) *Effects of soccer instruction on the executive functions and agility of children in early childhood. PLoS ONE* 19(10), 1-11.
- American College of Sports Medicine. (2000). *Guidelines for graded exercise testing and prescription (6th ed)*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- American College of Sports Medicine. (2021). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (11th ed.)*. Wolters Kluwer.
- Atakan, M. M., Li, Y., Koşar, Ş. N., Turnagöl, H. H., & Yan, X. (2021). Evidence-Based Effects of High-Intensity Interval Training on Exercise Capacity and Health: A Review with Historical Perspective. *Int J Environ Res Public Health*, 18(13), 1-21
- Ates, M., Demir, M. & Atesoglu, U. (2019). The effect of plyometric training on some physical and physiological parameters of 16-18 years old male soccer players. *Nigde University Journal of Physical Education and Sports Sciences*, 6(5), 201-206.
- Baddeley, A. D. (2020). Working memory and language: An overview, *Journal of Communication Disorders*, 36(12), 189–208.
- Barbero-Álvarez, J. C., Soto, V. & Granda, J. (2017). Effort profiling during indoor soccer competition. *Journal of Sports Science*, 22(231), 500-501.
- Barbero-Alvarez, J., Soto, V. & Barbero-Alvarez V. (2021). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J. Sports Sci*, 26(1), 63-73.
- Barbero-Alvarez, J., Soto, V. & Barbero-Alvarez V. (2021). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J. Sports Sci*, 26(1), 63-73.
- Bekris, E., Gioldasis, A., Gissis, I., Katis, A., Mitrousis, I. & Mylonis, E. (2020). Effects of a futsal game on metabolic, hormonal, and muscle damage indicators of male futsal players. *J. Strength Cond. Res*, 34(1), 1-11.
- Bekris, E., Gioldasis, A., Gissis, I., Katis, A., Mitrousis, I., & Mylonis, E. (2022). Effects of a futsal game on metabolic, hormonal, and muscle damage indicators of male futsal players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(2), 545–550.
- Bennie, J. A., Shakespear-Druery, J., & De Cocker, K. (2020). Muscle-strengthening exercise epidemiology: A new frontier in chronic disease prevention. *Sports Medicine - Open*, 6(1), 1-8.

- Best, J. R. (2019). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review, 30*(4), 331–551.
- Brandon, R. (2019) Jumpers, Throwers and sprinters can improve their results by using the Complex system. *Peak Performance, 3*(114), 9-15.
- Brown, D. L. (2019). Faculty ratings and student grades: A university-wide multiple regression analysis. *Journal of Educational Psychology, 68*(5), 573–578.
- Carling, C., Gall, F. L. & Dupont, G. (2019). Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. *Journal of Sports Sciences, 30*(4), 325-336.
- Casella A, Ventura E, & Di Russo F. (2022). The Influence of a Specific Cognitive-Motor Training Protocol on Planning Abilities and Visual Search in Young Soccer Players. *Brain Sci., 12*(12), 1-12.
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Voss, M. W., Knecht, A. M., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2018). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: A randomized controlled intervention. *Journal of the International Neuropsychological Society, 24*(7), 1–13.
- Chanatsorn, N., Panhuaypong, C., Phuangthong, S., & Wongprasert, R. (2023). The effect of reaction time training on speed and agility in female basketball players. *Journal of Education, Silpakorn University, 21*(2), 1–8.
- Chartsarin, S., & Nguanjarak, R. (2021). Effects of physical activity promotion program using step counting on cardiovascular fitness of overweight adults. *KKU Journal of Public Health Research, 14*(3), 1–12.
- Chen, A., Guo, C., & Qu, S. (2025). The effect of exercise intervention on inhibitory function in obese and overweight children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatrics, 25*(1), 1–13.
- Chu, D. A., & Myer, G. D. (2019). *Plyometrics: Dynamic strength and explosive power*. Sheridan Books.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
- Cojocariu, A., & Abalasei, B. (2014). Does the reaction time to visual stimuli contribute to performance in judo?. *Arch Budo, 10*(3), 67-73.
- Cona, G., Scarpazza, C., Sartori, G., Moscovitch, M., & Bisiacchi, P. S. (2020). Neural bases of prospective memory: A meta-analysis and the attention to delayed intention (AtoDI) model. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 52*(12), 21–37.

- Costa, V. T., Silva, M. A., de Souza, A. P., & Braga, N. (2024). Decrease in reaction time for volleyball athletes during saccadic eye movement task: A preliminary study with evoked potentials. *PLoS One*, 9(17). 1–17.
- Dastamooz, S., Sadeghi-Bahmani, D., Farahani, M. H. D., Wong, S. H. S., Yam, J. C. S., Tham, C. C. Y., & Sit, C. H. P. (2023). The efficacy of physical exercise interventions on mental health, cognitive function, and ADHD symptoms in children and adolescents with ADHD: An umbrella review. *eClinicalMedicine*, 62(102137), 1–14.
- Dewey, J. (2021). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. D.C. Heath & Co.
- Doganay, M., Akpinar, S., & Erkal, M. (2020). Core muscle training and agility in football players: A critical review. *Journal of Sports Science*, 15(4), 1240–1246.
- Ebben, W. P. (2002). Complex training: A brief review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1(2), 42–46.
- Esposito, G., Ceruso, R., & D’Elia, F. (2019). The importance of a technical-coordinative work with psychokinetic elements in youth sectors of soccer academies. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(Suppl. 5), 1843–1851.
- Esteban-Cornejo, I., Stillman, C. M., Rodríguez-Ayllón, M., Kramer, A. F., Hillman, C. H., Catena, A., et al. (2021). Physical fitness, hippocampal functional connectivity, and academic performance in children with overweight/obesity: *The ActiveBrains project*. *Brain, Behavior, and Immunity*, 91(2), 284–295.
- Feddermann-Demont, N., Junge, A., Brugger, P., Straumann, D., & Prien, A. (2024). Neurocognitive function domains are not affected in active professional male footballers, but attention deficits and impairments are associated with concussion. *Sports*, 12(6), 165–175.
- Fédération Internationale de Football Association. (2022, February 25). *Futsal laws of the game 2022–2023*. FIFA. <https://surl.li/xrsmgu>
- Fernandes, R. T. V., Arruda, A. M. V., de Melo, A. S., & Marinho, J. B. M. (2017). Digestibility and metabolizable energy of grain and sunflower meal for slow-growth roosters. *PUBVET*, 11(5), 482–488.
- Freeman, D. (2021). *Teacher learning in language teaching*. Cambridge University Press.
- Freitas, T. T., Pereira, L. A., Alcaraz, P. E., Arruda, A. F. S., Guerriero, A., Azevedo, P. H. S. M., & Loturco, I. (2019). Influence of strength and power capacity on

- change of direction speed and deficit in elite team-sport athletes. *Journal of Human Kinetics*, 68(113), 167–176.
- Gardner, W. L., Avolio, B. J., Luthans, F., May, D. R., & Walumbwa, F. O. (2021). Can you see the real me? A self-based model of authentic leader and follower development. *The Leadership Quarterly*.
- Gaamouri, N., Ben Brahim, M., & Hammami, M. (2022). Neuromuscular and biomechanical adaptation to agility training. *Journal of Kinesiology and Biomechanics*, 28(1), 80-92.
- Ghasemi, A., & Shirzad, E. (2023). Effect of combining eight weeks of neuromuscular training with dual cognitive tasks on landing mechanics in futsal players. *Journal of Sports Sciences*, 41(5), 450-460.
- Gu, Q., Zou, L., Loprinzi, P. D., Quan, M., & Huang, T. (2019). Effects of open versus closed skill exercise on cognitive function: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 10(1707), 1-13.
- Guo, X., Wang, J., Liang, J., Xie, T., & Zhang, L. (2025). Effects of different long-term exercise interventions on working memory accuracy and reaction time in healthy children and adolescents: A systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 14(6), 1–9.
- Hamilton, D., & Harris, S. (2019). The equilibrium real funds rate: Past, present, and future. *IMF Economic Review*, 64(4), 1–14.
- Hanaue et al. (2023). *Soccer heading immediately alters brain function and brain-muscle communication*. *Frontiers in Human Neuroscience*, 17.
- Henry, L. C. & Sandel, N. (2019). Adolescent subtest norms for the Impact neurocognitive battery. *Applied Neuropsychology: child*, 4(4), 266-276.
- Heilmann, F., Knöbel, S., & Lautenbach, F. (2024). Improvements in executive functions by domain-specific cognitive training in youth elite soccer players. *BMC Psychology*, 12(5), 1–11.
- Hettinger, R. & Muller, E. (2019). Muskelleistung und muskeltraining. *Arbeits. Physiology*, 15(6), 111-126.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2025). Be smart, exercise your heart: Exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 26(2), 89–104.
- Hoge, J. M., McGuine, T. A., & Hetzel, S. (2018). An examination of adolescent athletes and nonathletes on baseline neuropsychological test scores. *Journal of Athletic Training*, 53(4), 404–410.

- Huijgen, B. C., Leemhuis, S., Kok, N. M., Verburgh, L., Oosterlaan, J., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2019). Cognitive functions in elite and sub-elite youth soccer players aged 13–17 years. *PLOS ONE*, *10*(12), 1–13.
- Juwono, I. D., & Setiawan, A. (2022). Novel futsal sports-specific training: Its effect on cognitive intelligence and physical performance in youth male athletes. *Journal of Health Science and Medical Research*, *40*(4), 305-315.
- Koppelaar, H., Kordestani Moghadam, P., Khan, K., Kouhkani, S., Segers, G., & van Warmerdam, M. (2019). Reaction time improvements by neural bistability. *Behavioral Sciences*, *9*(3), 1-14.
- Kun, I. & Toth, L. (2019). Measurement of cognitive ability and thinking level of 10– and 13-year-old football players with football-specific tasks. *Biomed. Hum. Kinet*, *4*(45), 49–53.
- Li, S. (2025). Effects of exercise on executive function and attention in children and adolescents with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, *13*(3), 1–14.
- Liang, X., Li, R., Wong, S. H. S., Sum, R. K. W., Wang, P., Yang, B., & Sit, C. H. P. (2022). The effects of exercise interventions on executive functions in children and adolescents with autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, *52*(1), 75–88.
- Lenneman et al. Selmi, W., Hammami, A., Hammami, R., Ceylan, H. İ., Morgans, R., & Simenko, J. (2024). *Effects of a 6-Week agility training program on emotional intelligence and attention levels in adolescent tennis players. Applied Sciences*, *14*(3), 1-12.
- Lertladaluck, K., Suppalarkbunlue, W., Moriguchi, Y., & Chutabhakdikul, N. (2021). School-based mindfulness intervention improves executive functions and self-regulation in preschoolers at risk. *The Journal of Behavioral Science*, *16*(2), 58–72.
- Liu, J., Min, L., Liu, R., Zhang, X., Wu, M., Di, Q., et al. (2023). The effect of exercise on cerebral blood flow and executive function among young adults: A double-blinded randomized controlled trial. *Scientific Reports*, *13*(1), 1–12.
- Liu, L., Xin, X., & Zhang, Y. (2025). The effects of physical exercise on cognitive function in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, *16*(5), 1–18.
- López-Fernández, J., García-Unanue, J., Sánchez-Sánchez, J., Colino, E., Hernando, E., & Gallardo, L. (2020). Bilateral asymmetries assessment in elite and sub-elite male futsal players. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, *17*(3169), 1-11.

- Lucia, S., Bianco, V., & Di Russo, F. (2022). Effects of cognitive-motor training on anticipatory brain functions and sport performance in semi-elite basketball players. *Brain Sciences*, 12(1), 1–17.
- Lyakh, V., Witkowski, Z., Gushcha, S., & Gushcha, G. (2020). Coordination training in football: Theoretical and practical aspects. *Physical Education of Students*, 24(5), 266-276.
- Mackenzie, B. (2019, February 25). *Complex training*.
<https://www.brianmac.co.uk/complex.htm>
- McInnes, S.E., Carlson, J. & Jones, C. (2019). *The physiological load imposed on basketball players during competition*. *J Sports Sci*, 13(23), 387–397.
- Milanez, V. F., Bueno, M. J. D. O., Caetano, F. G., & Chierotti, P. (2020). Relationship between number of substitutions, running performance and passing during under-17 and adult official futsal matches. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(3), 406–418.
- Milioni, F., Vieira, L. H., Barbieri, R. A., Zagatto, A. M., Nordsborg, N. B., Barbieri, F. A., Dos-Santos, J. W., Santiago, P. R., & Papoti, M. (2016). Futsal match-related fatigue affects running performance and neuromuscular parameters but not finishing kick speed or accuracy. *Frontiers in Physiology*, 7(518), 1-10.
- Mohr, M., Krstrup, P. & Bangsbo, J. (2018). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 3(21), 519-528.
- Monteiro, R. L. M., Chinaglia, A. G., Tahara, A., & Monteiro, P. H. (2025). *The role of cognitive functions in youth soccer players' performance in small-sided games using a machine learning approach*, *SportRxiv*, 17(6), 1-21.
- Mora-González, J., Esteban-Cornejo, I., Solís-Urra, P., Rodríguez-Ayllón, M., Cadenas-Sánchez, C., Hillman, C. H., Kramer, A. F., Catena, A., & Ortega, F. B. (2024). The effects of an exercise intervention on neuroelectric activity and executive function in children with overweight/obesity: The ActiveBrains randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34(1), 1-17.
- Nascimento, H., Alvarez-Peregrina, C., Martinez-Perez, C., & Sánchez-Tena, M. Á. (2021). *Vision in futsal players: Coordination and reaction time*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 1-12.
- Nelson, C. (2020). The Magical Mystery Four: How is Working Memory Capacity Limited, and Why?. *Curr Dir Psychol Sci*, 19(1), 1–15.

- Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2018). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 26–38.
- Opstoel, K., Chapelle, L., Prins, F. J., & De Meester, A. (2020). Personal and social development in physical education and sports: A review study. *European Physical Education Review*, 26(4), 797–813.
- Parr, J. V. V., Uiga, L., Marshall, B., & Wood, G. (2023). Soccer heading immediately alters brain function and brain–muscle communication. *Frontiers in Human Neuroscience*, 17(1145700), 1-10.
- Pupo, D., Detanico, D. & Giovana, S. (2020). Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. *J. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 14(1), 41-51.
- Rachote, R., Kumpuang, C., & Chimwong, L. (2024). The effects of plyometric training combined with weighted sandbags and elastic resistance bands on leg muscle power and blocking skills in volleyball. *Journal of Sports Science and Health*, 25(2), 1-14.
- Rattunde, U., & Sickenberger, W. (2017). *Explorative study of a reaction time comparison between professional athletes and novices using a hand-eye coordination board*. Ernst Abbe University of Applied Sciences.
- Ribeiro, J. N., Gonçalves, B., Coutinho, D., Brito, J., Sampaio, J. and Travassos, B. (2020). Activity profile and physical performance of match play in elite futsal players. *Front. Psychol*, 11(1709), 1-9.
- Rodrigues, V. M. et. al. (2018). Intensity of official futsal matches. *J Strength Cond Res*, 25(9), 2482-2487.
- Ruiz-González, D., Lamoneda, J., Mañas, A., Centeno-Prada, R. A., & Domínguez-Muñoz, F. J. (2021). Bio-psycho-social effects of combined aerobic and resistance training in older adults: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 12(673132), 1-14.
- Sánchez-Sánchez, J., Bishop, D., García-Unanue, J., Ubago-Guisado, E., Hernando, E., López-Fernández, J., Colino, E., & Gallardo, L. (2018). Effect of a repeated sprint ability test on the muscle contractile properties in elite futsal players. *Scientific Reports*, 8(1), 1-8.
- Sekulic, D., Tahiraj, E., Maric, D., Olujic, D., Bianco, A., & Zaletel, P. (2019). What drives athletes toward dietary supplement use: Objective knowledge or self-perceived competence? Cross-sectional analysis of professional team-sport

- players from Southeastern Europe during the competitive season. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 1-9. .
- Sember, V., Jurak, G., Kovač, M., Morrison, S. A., & Starc, G. (2020). Children's physical activity, academic performance, and cognitive functioning: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 8(307), 1-17.
- Shaver, J. P. (2019). *Handbook of Research on Social Studies Teaching and Learning A Project of the National Council for Social Studies*. New York: Macmillan.
- Singh, B., Bennett, H., Miatke, A., Dumuid, D., Curtis, R., Ferguson, T., & Maher, C. (2025). Effectiveness of exercise for improving cognition, memory and executive function: A systematic umbrella review and meta-meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 59(12), 866–876.
- Spyrou, K., Freitas, T. T., Marín-Cascales, E., & Alcaraz, P. E. (2020). Physical and physiological match-play demands and player characteristics in futsal: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 11(569897), 1-17.
- Sun, G., Ding, X., Zheng, Z., & Ma, H. (2025). Effects of exercise interventions on cognitive function in individuals with cognitive impairments: An umbrella review of meta-analyses. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 17(3), 1–16.
- Suppalarkbunlue, W., Chutabhakdikul, N., Lertladaluck, K., & Moriguchi, Y. (2023). Promoting inhibitory control in preschool children through music-movement activities in the classroom. *Journal of Research in Childhood Education*, 37(2), 275–291.
- Sweatt, J. D. (2020). *Mechanisms of memory* (2nd ed.). Academic Press.
- Thompson-Schill, S. L., Jonides, J., Marshuetz, C., Smith, E. E., Esposito, M., Kan, I. P., et al. (2002). Effects of frontal lobe damage on interference effects in working memory. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 2(4), 55–142.
- Tongterm, T., Phimpaphan, P., & Jaakkola, T. (2025). Efficacy of a culturally contextualized recreation program using northeastern Thai folk plays on executive functions in primary school students. *Retos*, 63(5), 1–10.
- Trajković, N., Madić, D. M., Sporiš, G., & Bogataj, Š. (2024). Agility ladder training combined with plyometric or multidirectional speed drills: Short-term adaptations on jump, speed, and change of direction performance in young female volleyball players. *Pediatric Exercise Science*, 36(1), 1–10.

- Teixeira, A. S., Hartmann Nunes, R. F., Yanci, J., Izzicupo, P., Forner Flores, L. J., Romano, J. C., et al. (2019). Different pathways leading up to the same futsal competition: Individual and inter-team variability in loading patterns and preseason training adaptations. *Sports*, 7(7), 1–15.
- Theofilou, G., Ladakis, I., Mavroidi, C., Kilintzis, V., Mirachtsis, T., Chouvarda, I., & Kouidi, E. (2022). The effects of a visual stimuli training program on reaction time, cognitive function, and fitness in young soccer players. *Sensors*, 22(17), 1–14.
- Turan, T. N., Kasab, S. A., Nizam, A., Hannah, J., Gordon, N., Lynn, M. J., Derdeyn, C. P., Fiorella, D., Janis, L. S., Lane, B. F., Montgomery, J., & Chimowitz, M. I. (2019). Type and duration of exercise in the SAMMPRIS trial. *The Neurologist*, 24(1), 10–12.
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2021). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PLoS ONE*, 7(4), 1–4.
- Walton, S. R., Broshek, D. K., Freeman, J. R., Hertel, J., Meyer, J. P., Erdman, N. K., & Resch, J. E. (2020). Institutionally based Impact Test® normative values may differ from manufacturer-provided normative values. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 35(3), 275–282.
- Wang, J., Yang, Y., Li, L., Yang, X., Guo, X., Yuan, X., et al. (2024). Comparative efficacy of physical activity types on executive functions in children and adolescents: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 27(3), 187–196.
- Wang, M., Wu, S., Ma, Q., Hu, H., Liu, Y., Wang, Y., et al. (2024). The role of exercise in restoring executive function: A comparison of tobacco-exposed college athletes and sedentary students. *Frontiers in Physiology*, 15(3), 1–9.
- Wang, Y., Wang, H., & Zhao, H. (2024). Effects of aerobic exercise on executive function among overweight and obese children: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 15(2), 1–14.
- Ward, P., & Williams, A. M. (2020). Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25(1), 93–111.
- Willis, J. (2001). *Three brain-based teaching strategies to build executive function in students*. Edutopia.
- Winkert, K., & Kirsten, J. (2022). Cardiopulmonary exercise testing: Methodological aspects. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 73(5), 182–186.

- Won, A., Bailey, J., Bailenson, J., Tataru, C., Yoon, I. A., & Golianu, B. (2017). Immersive virtual reality for pediatric pain. *Children*, 4(52), 1–15.
- Yanez, C., Ochoa, N., Cardozo, L., Peña, J., Diaz, N., Ojeda, W., & Rodriguez, J. (2023). Assessment of neuromuscular fatigue 24 hours after a futsal simulated protocol in university female athletes. *International Journal of Exercise Science*, 16(1), 205–216.
- Yiannaki, C., Barron, D. J., Collins, D., & Carling, C. (2020). Match performance in a reference futsal team during an international tournament: Implications for talent development in soccer. *Biology of Sport*, 37(1), 147–156.
- Zarei, M., & Ahmadi, S. (2024). Enhancing soccer-specific motor skills through visual training: A quasi-experimental study in young soccer players. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 1(132), 15-25.





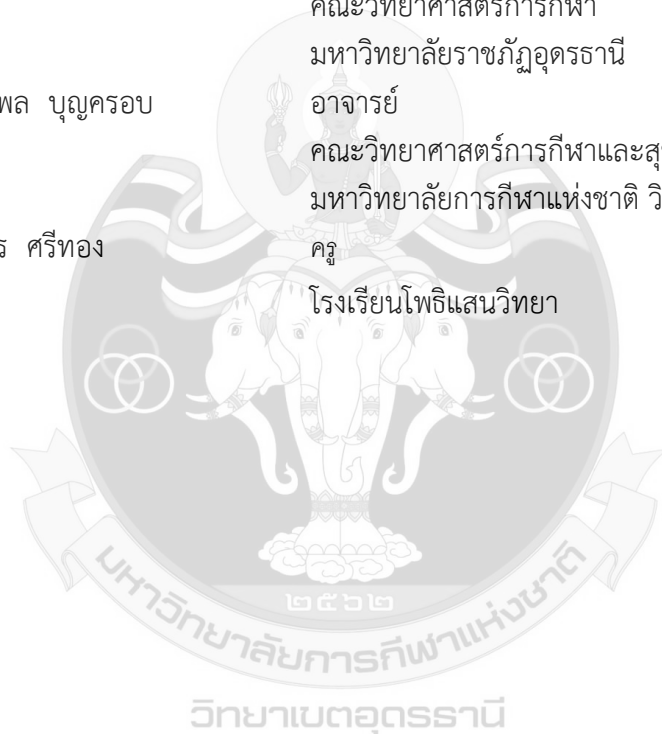
ภาคผนวก

วิทยาเขตอุดรธานี



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. อาจารย์สุพล ยะปะภา | อาจารย์
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี |
| 2. ผศ.ดร.ไวรุจน์ อิมโพ | อาจารย์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร |
| 3. อาจารย์อิศวรา จันทร์สมคอย | อาจารย์
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี |
| 4. อาจารย์วัชรพล บุญครอบ | อาจารย์
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี |
| 5. นายเข้มเพชร ศรีทอง | ครู
โรงเรียนโพธิ์แสนวิทยา |





ภาคผนวก ข
หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ

วิทยาเบตอุดรธานี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ...งานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี (P: Phone ๒๘๑๒๖)
 ที่ ...กค.๐๕๒๐.๐๔/๑๑๓๒ ...วันที่ ...๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕
 เรื่อง ...ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ

ด้วย คณะศึกษาศาสตร์ โดยงานบัณฑิตศึกษา มีนักศึกษาราย นายพงศกร ทนอินทรอาจ
 หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
 ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถ
 ทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ งานบัณฑิตศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้
 ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างยิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วย
 ความเรียบร้อย จึงขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดของท่าน ได้แก่ นายสุพล ยะปะภา ตำแหน่ง อาจารย์
 และวัชรพล บุญครอบ ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูล
 สำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป ดังรายละเอียดที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี
 เช่นเคย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนะ ฤทธิธรรม)
 รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์



วิทยาเขตอุดรธานี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ...งานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี (P: Phone ๒๘๑๒๖)
 ที่ ...กค.๐๕๒๐.๐๔/๑๑๓๒ ...วันที่ ...๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕
 เรื่อง ...ขอความอนุเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ

ด้วย คณะศึกษาศาสตร์ โดยงานบัณฑิตศึกษา มีนักศึกษาราย นายพงศกร ทนอินทรอาจ
 หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
 ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถ
 ทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ งานบัณฑิตศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้
 ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างยิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วย
 ความเรียบร้อย จึงขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดของท่าน ได้แก่ นายสุพล ยะปะภา ตำแหน่ง อาจารย์
 และวัชรพล บุญครอบ ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูล
 สำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป ดังรายละเอียดที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี
 เช่นเคย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนะ ฤทธิธรรม)
 รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์



วิทยาเขตอุดรธานี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ...งานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี IP: Phone ๒๘๑๒๖.....

ที่ ...กค.๐๕๒๐.๐๔/๑๑๓๓.....วันที่ ...๑...พฤศจิกายน ๒๕๖๕.....

เรื่อง ...ขอความอนุเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย.....

เรียน รองคณบดีคณะศิลปศาสตร์

ด้วย คณะศึกษาศาสตร์ โดยงานบัณฑิตศึกษา มีนักศึกษาราย นายพงศกร ทันอินทราอาจ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ งานบัณฑิตศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดของท่าน ได้แก่ นายอิศวรา จันทรสมคอย ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลสำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป ดังรายละเอียดที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี เช่นเคย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนะ ฤทธิธรรม)
รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์



วิทยาเขตอุดรธานี

ที่ กก ๐๕๒๐/ว ๕๒๖๕



มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ๔๑๐๐๐

๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนโพธิ์แสนวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์

จำนวน ๑ ชุด

๒. แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

จำนวน ๑ ชุด

ด้วย มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี มีนักศึกษาราย นายพงศกร หันอินทรอาจ คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำ วิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ และความสามารถทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี พิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพ เครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอความอนุเคราะห์ นายเข็มเพชร ศรีทอง ตำแหน่ง ครู เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลสำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี เช่นเคย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

๒๕๖๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพงษ์ เฉลิมชิต)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี

วิทยาเขตอุดรธานี

สำนักงานรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

โทร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

โทรสาร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

ที่ กก ๐๕๒๐/ว ๕๗๘

มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ๔๑๐๐๐

๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์

จำนวน ๑ ชุด

๒. แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี มีนักศึกษาราย นายพงศกร ทันอินทรอาจ คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี พิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอความอนุเคราะห์ ดร.ไวรุจน์ อิมโพธิ์ ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลสำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี เช่นเคย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

๒๕๖๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพงษ์ เฉลิมชิต)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี
วิทยาเขตอุดรธานี

สำนักงานรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

โทร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

โทรสาร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

**แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คณะศึกษาศาสตร์**

ตามหนังสือที่ กก ๐๕๒๐.๐๔/๑๑๓๒ ลงวันที่ ๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕ ได้ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายพงศกร หันอินทรอาจ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย นั้น

ข้าพเจ้า นายสุพล ยะปะภา ได้พิจารณาแล้ว

- ☒ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้
☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้
 เนื่องจาก.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ



วิทยาเขตอุดรธานี

แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คณะศึกษาศาสตร์

ตามหนังสือที่ กก ๐๕๒๐/ว๕๒๙ ลงวันที่ ๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕ ได้ขอความอนุเคราะห์
เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายพงศกร ทนอินทรอาจ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์
หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถ
ทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย นั้น

ข้าพเจ้า ดร.ไวรุจน์ อัมโพธิ์ ได้พิจารณาแล้ว

- ☒ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้
☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้
เนื่องจาก.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ไวรุจน์ อัมโพธิ์)



วิทยาเขตอุดรธานี

**แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คณะศึกษาศาสตร์**

ตามหนังสือที่ กก ๐๕๒๐.๐๔/๑๑๓๓ ลงวันที่ ๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕ ได้ขอความอนุเคราะห์
เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายพงศกร หันอินทรอาจ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์
หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถ
ทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย นั้น

ข้าพเจ้า นายอิศรรา จันทน์สมคอย ได้พิจารณาแล้ว

- ☒ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้
☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้
 เนื่องจาก.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ



วิทยาเขตอุดรธานี

**แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คณะศึกษาศาสตร์**

ตามหนังสือที่ กก ๐๕๒๐.๐๔/๑๑๓๒ ลงวันที่ ๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕ ได้ขอความอนุเคราะห์
เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายพงศกร ทันอินทรอาจ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์
หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถ
ทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย นั้น

ข้าพเจ้า นายวัชรพล บุญครอบ ได้พิจารณาแล้ว

- ☒ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้
☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้
 เนื่องจาก.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายวัชรพล บุญครอบ)



วิทยาเขตอุดรธานี

แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คณะศึกษาศาสตร์

ตามหนังสือที่ กก ๐๕๒๐/ว๕๒๙ ลงวันที่ ๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕ ได้ขอความอนุเคราะห์
เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายพงศกร หันอินทรอาจ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์
หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถ
ทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย นั้น

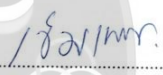
ข้าพเจ้า นายเข้มเพชร ศรีทอง ได้พิจารณาแล้ว

- ☒ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้
☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้

เนื่องจาก.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ


(นายเข้มเพชร ศรีทอง)



มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ
วิทยาเขตอุดรธานี



รูปแบบการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก เป็นการออกกำลังกายที่ผู้วิจัยประยุกต์จาก อภิสิทธิ์ วงศ์สุทธิ (2560, น. 66-78) อติสันต์ อมรรณชศักดิ์ (2563, น. 46-50) วีระยุทธ กองวงษา (2562, น. 308-319)

รูปแบบ ที่	รูปแบบการฝึก	หมายเหตุ
1	รูปแบบการฝึกที่ 1	
2	รูปแบบการฝึกที่ 2	
3	รูปแบบการฝึกที่ 3	
4	รูปแบบการฝึกที่ 4	
5	รูปแบบการฝึกที่ 5	
6	รูปแบบการฝึกที่ 6	
7	รูปแบบการฝึกที่ 7	
8	รูปแบบการฝึกที่ 8	

โปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก จำนวน 8 สัปดาห์

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก จำนวน 8 สัปดาห์ เป็น
การออกกำลังกายที่ผู้วิจัยประยุกต์จาก อภิสิทธิ์ วงศ์สุทธิ (2560, น. 66-78) อติสันต์ อมรรณิษศักดิ์
(2563, น. 46-50) วีระยุทธ กองวงษา (2562, น. 308-319)

สัปดาห์ที่	วัน/เวลา	รูปแบบการฝึก
1	จันทร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 1
	พุธ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 3
	ศุกร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 6
2	จันทร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 2
	พุธ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 5
	ศุกร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 4
3	จันทร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 3
	พุธ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 4
	ศุกร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 7
4	จันทร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 5
	พุธ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 1

สัปดาห์ที่	วัน/เวลา	รูปแบบการฝึก
5	ศุกร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 8
	จันทร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 2
	พุธ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 3
6	ศุกร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 7
	จันทร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 1
	พุธ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 5
7	ศุกร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 6
	จันทร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 2
	พุธ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 4
8	ศุกร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 8
	จันทร์ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 6
	พุธ 17.00 – 18.00 น.	รูปแบบการฝึกที่ 7

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบบออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกซึ่งเป็นเครื่องมือมาตรฐาน ที่ผู้วิจัยประยุกต์จาก อภิสิทธิ์ วงศ์สุทธิ (2560, น. 66-78) อติสันต์ อมรรณิซศักดิ์ (2563, น. 46-50) วีระยุทธ กองวงษา (2562, น. 308-319)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ได้แก่

2.1.1 แบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน Slalom run (Nimphius , 2018 pp. 26-38)

2.1.2 แบบทดสอบเวลาในการตอบสนองโดยใช้แบบทดสอบมาตรฐาน Eye – body movement test (ณัฐวุฒิ ไวโรจนานันต์ และ ชัญชัย ชันติศิริ, 2559, น. 165-174)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผลโดยใช้แบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย และด้านยืดหยุ่นความคิดโดยใช้แบบทดสอบ Trail making test part A (TMT A) และ Trail making test part B (TMT B) (กรมพลศึกษา, 2563, น. 57-72) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย หรือ Simple reaction time task ใช้สำหรับการประเมินความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล (Cojocariu, 2011; Cojocariu & Abalasei, 2014) วิธีการทดสอบ มีรายละเอียด ดังนี้ อันดับแรกผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องมองที่จอคอมพิวเตอร์ และเมื่อใดก็ตาม วัตถุเป้าหมาย ซึ่งเป็นวงกลมสีแดงปรากฏขึ้นกลางจอคอมพิวเตอร์จะต้องปฏิบัติตามการทดสอบโดยใช้นิ้วชี้กดที่ ปุ่ม “/” ที่อยู่บนแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยวัตถุเป้าหมาย (stimuli) จะปรากฏรวมกันทั้งหมด 20 ครั้ง ผลการทดสอบที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการตอบสนองที่ถูกต้อง (Average response time of correct response) และอัตราความถูกต้องหรือแม่นยำ (Accuracy rate : percentage (%))

2.2.2 แบบทดสอบวัดทักษะทางสมอง ด้านยืดหยุ่นความคิด (Shifting หรือ Cognitive flexibility) เป็นการทดสอบการยับยั้ง/การสลับความคิด พลิกแพลงและปรับตัว เป็นจุดเริ่มต้นของการมีความคิดสร้างสรรค์และคิดนอกกรอบ สร้างและพัฒนาโดย Adjutant General’s Office, War Department, US Army เป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบ Halstead-Reitan battery (Zhongmi et. al., 2021, pp. 1-18) ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน Trail making test ประกอบด้วย Trail making test part A (TMT A) และ Trail making test part B (TMT B) มีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

2.2.2.1 การทดสอบ TMT A จะให้ผู้เข้ารับการวิจัยลากเส้นโยงตัวเลขตามลำดับจากน้อยไปมาก 1 - 25 เช่น เริ่มลากเส้นจากจุดหมายเลข 1 โยงไปที่จุดหมายเลข 2 และโยงไปที่หมายเลข 3 เป็นต้น บันทึกข้อมูลโดยวัดเวลาจากการโยงเส้นจากจุดเริ่มต้น เชื่อมต่อตัวเลขตามลำดับจนถึงตัวเลขลำดับสุดท้าย ออกมาเป็นหน่วยเวลา (วินาที)

2.2.2.2 การทดสอบ TMT B จะเป็นการลากโยงชุดตัวเลขสลับกับตัวอักษร ตัวเลขจะมี 1 - 13 และตัวอักษรจะมี A - L ตัวอย่างเช่น เริ่มลากเส้นโยงจากจุดหมายเลข 1 ซึ่งเป็นตัวเลข และโยงไปที่ตัวอักษร A ตามด้วย หมายเลข 2 โยงต่อไปที่ ตัวอักษร B ตามลำดับ จนครบตามจำนวนที่กำหนด บันทึกข้อมูลโดยวัดเวลาจากการโยงเส้นจากจุดเริ่มต้น เชื่อมต่อตัวเลขตามลำดับ จนถึงลำดับสุดท้าย ออกมาเป็นหน่วยเวลา (วินาที) มีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก เป็นการออกกำลังกายที่ผู้วิจัยประยุกต์จาก อภิสิตี วังศ์สุทธิ (2560, น. 66-78) อติสันต์ อมรรณชศักดิ์ (2563, น. 46-50) วีระยุทธ กองวงษา (2562, น. 308-319)



การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

รูปแบบการฝึกที่ 1 เวลา 17.00 – 18.00 น.

จำนวน 1 ชั่วโมง

จำนวนนักกีฬา : 26 คน

อุปกรณ์ : ลูกบอล กรวย มาร์คเกอร์ กล่องกระโดด

ขั้นตอนการฝึก

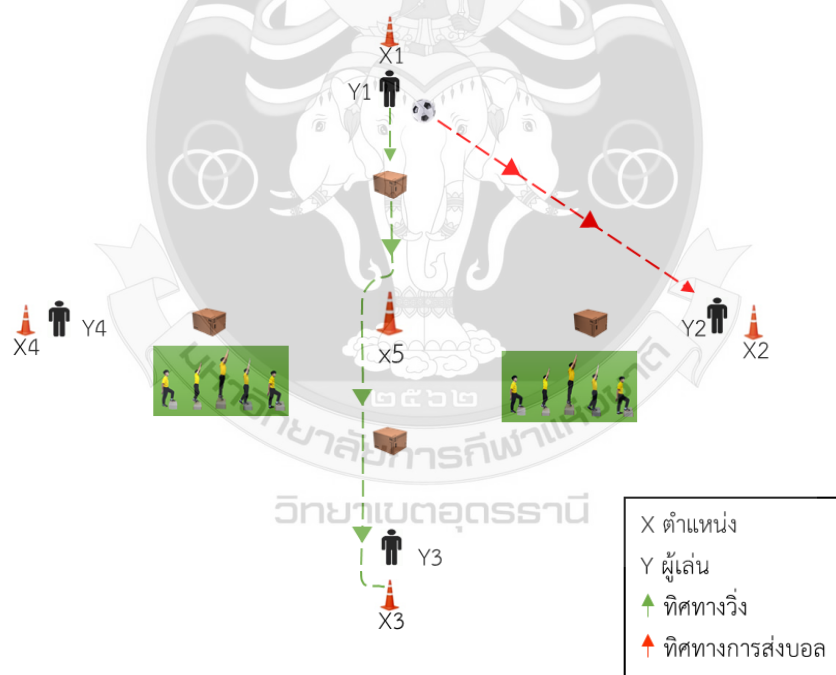
1.อบอุ่นร่างกาย (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)

2. รูปแบบการฝึก

กิจกรรมที่ 1 (20 นาที)

- HR 60 – 70 % of HR max
- RPE (9 – 11)



1. แบ่งผู้เล่นออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กันยืนตามจุดที่กำหนด X1, X2, X3 และ X4
2. ผู้เล่น Y1 ส่งบอลด้วยข้างเท้าด้านในไปยัง ผู้เล่น Y2 แล้ววิ่งตรงเข้าตรงกลาง
3. ปฏิบัติท่า Explosive step ups ในการเริ่มต้น ให้วางเท้าข้างใดข้างหนึ่งไว้บนกล่องและเท้าอีกข้างหนึ่งวางลงกับพื้นแล้ว กระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุดโดยดันตัวออกจากกล่องเพื่อสลับเท้าและลงหยุดโดยให้ขาอีกข้างอยู่ด้านบนของกล่อง สลับไปเรื่อย ๆ จนกว่าการทำซ้ำ

ทั้งหมดจะเสร็จสมบูรณ์ ใช้แขนช่วยพยุงขณะกระโดด เมื่อลงหยุดบนกล่องให้แกว่งแขนไปข้างหลัง และเมื่อกระโดดให้แกว่งแขนขึ้นเหนือศีรษะ จำนวน 3 ครั้ง

4. โยกตัวหลบสิ่งกีดขวางในตำแหน่ง X5 แล้ววิ่งด้วยความเร็วสูงสุด ไปยังตำแหน่ง X3

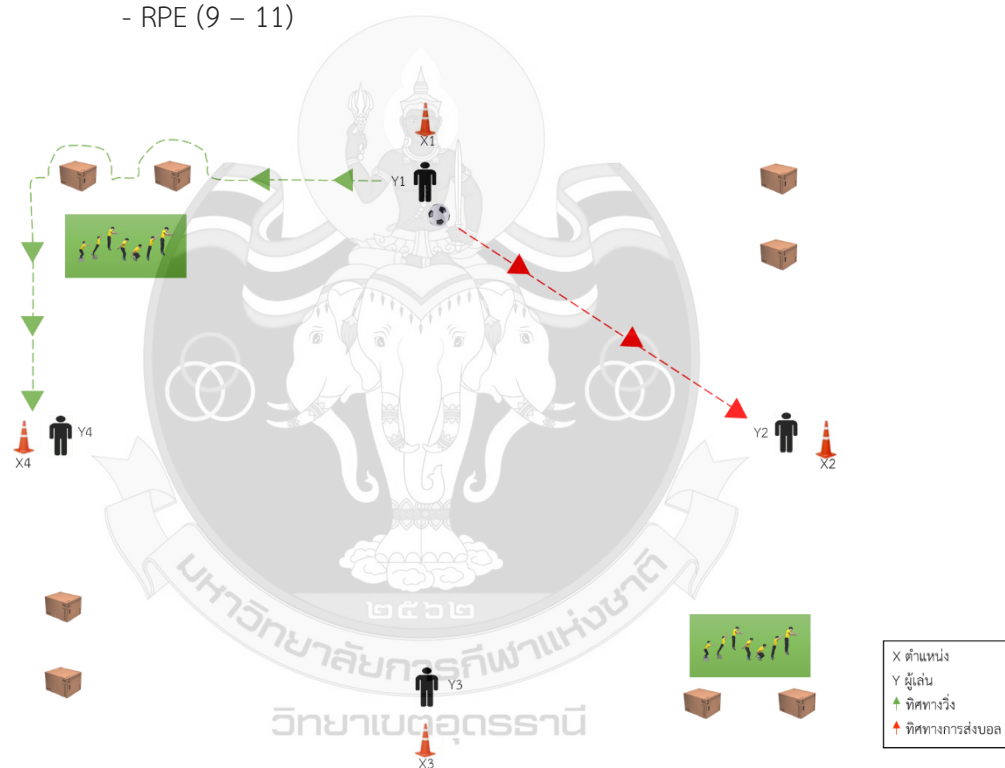
5. ผู้เล่นคนต่อ ๆ ไปทำเช่นเดียวกันไปเรื่อย ๆ จนครบตามที่กำหนด

6. ทำการเริ่มต้นใหม่โดยการเปลี่ยนทิศทาง (ย้อนกลับ) ปฏิบัติเช่นเดิม

กิจกรรมที่ 2 (20 นาที)

- HR 60 – 70 % of HR max

- RPE (9 – 11)



1. แบ่งผู้เล่นออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กันยืนตามจุดที่กำหนด X1, X2, X3 และ X4

2. ผู้เล่น Y1 ส่งบอลด้วยข้างเท้าด้านในไปยังผู้เล่น Y2 แล้ววิ่งตรงไปทางด้านขวา

3. ปฏิบัติทำ Drop Jumps วิธีปฏิบัติ ยืนแบบพ่นคลายบนกล่องหันหน้าไปหาทิศทางที่จะกระโดด ย่อเข้าทิ้งแขนลงข้างลำตัว เหวี่ยงแขนขึ้นเหนือศีรษะ พร้อมกับกระโดดเท้าคู่ไปข้างหน้าโดยเหยียดร่างกายขึ้นไปในอากาศอย่างรวดเร็วให้สูงที่สุดและได้ระยะทางไกลที่สุด ด้วยแรงพยายามสูงสุด ลงสู่พื้นด้วยเท้าทั้งสองข้างพร้อมกันในท่าอเข่าย่อตัว เพื่อผ่อนแรงกระแทกในการลงสู่พื้น แล้วกระโดดขึ้นไปในอากาศอย่างต่อเนื่องโดยใช้เวลาในการสัมผัสพื้นให้น้อยที่สุด จำนวน 2 ครั้ง

4. รีดด้วยความเร็วสูงสุด ไปยังตำแหน่ง X4 ถือว่าทำเสร็จในหนึ่งผู้เล่น
5. ผู้เล่นคนที่ได้รับบอลผู้เล่น Y2 ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับผู้เล่น Y1 จากตำแหน่งของ

ตนเอง

6. หลังจากทำครบตามที่กำหนด ให้ผู้เล่นปฏิบัติเปลี่ยนทิศทาง (ย้อนกลับ)
3. การคลายอุ่น (10 นาที)
 - HR 50 – 60 % of HR max
 - RPE (6 – 8)



การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

รูปแบบการฝึกที่ 2 เวลา 17.00 – 18.00 น.

จำนวน 1 ชั่วโมง

จำนวนนักกีฬา : 26 คน

อุปกรณ์ : ลูกบอล กรวย มาร์คเกอร์ กล่องกระโดด

ขั้นตอนการฝึก

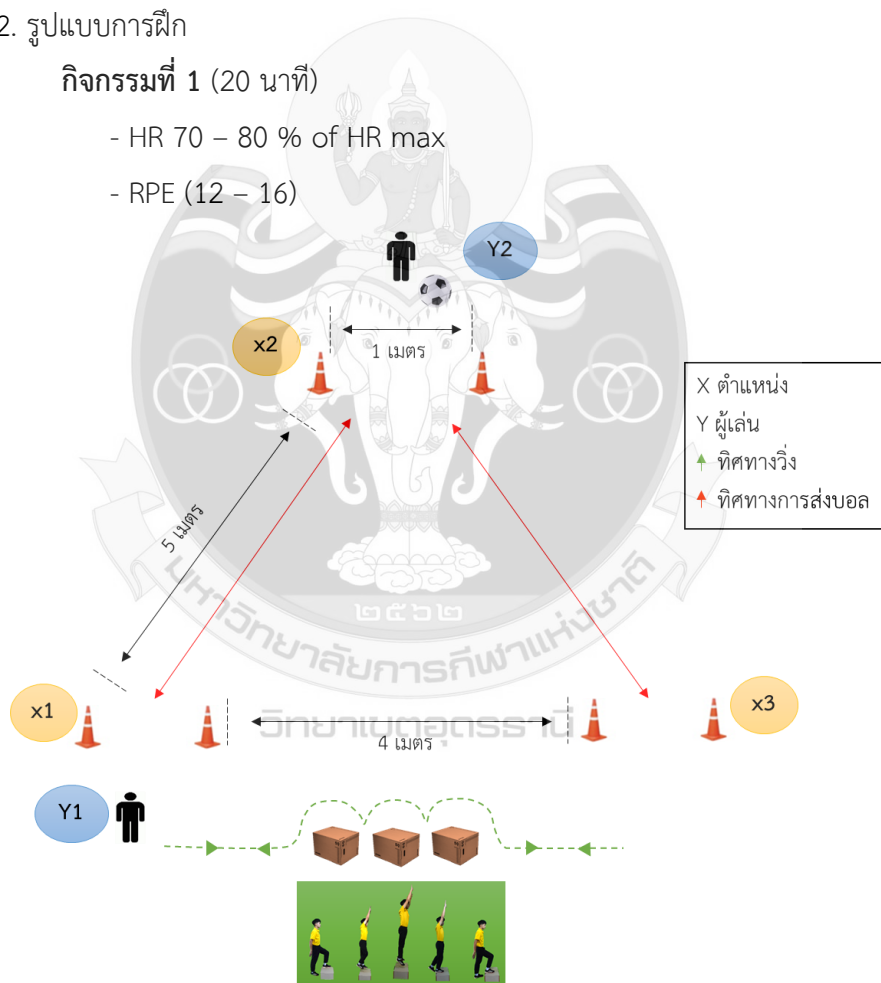
1.อบอุ่นร่างกาย (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)

2. รูปแบบการฝึก

กิจกรรมที่ 1 (20 นาที)

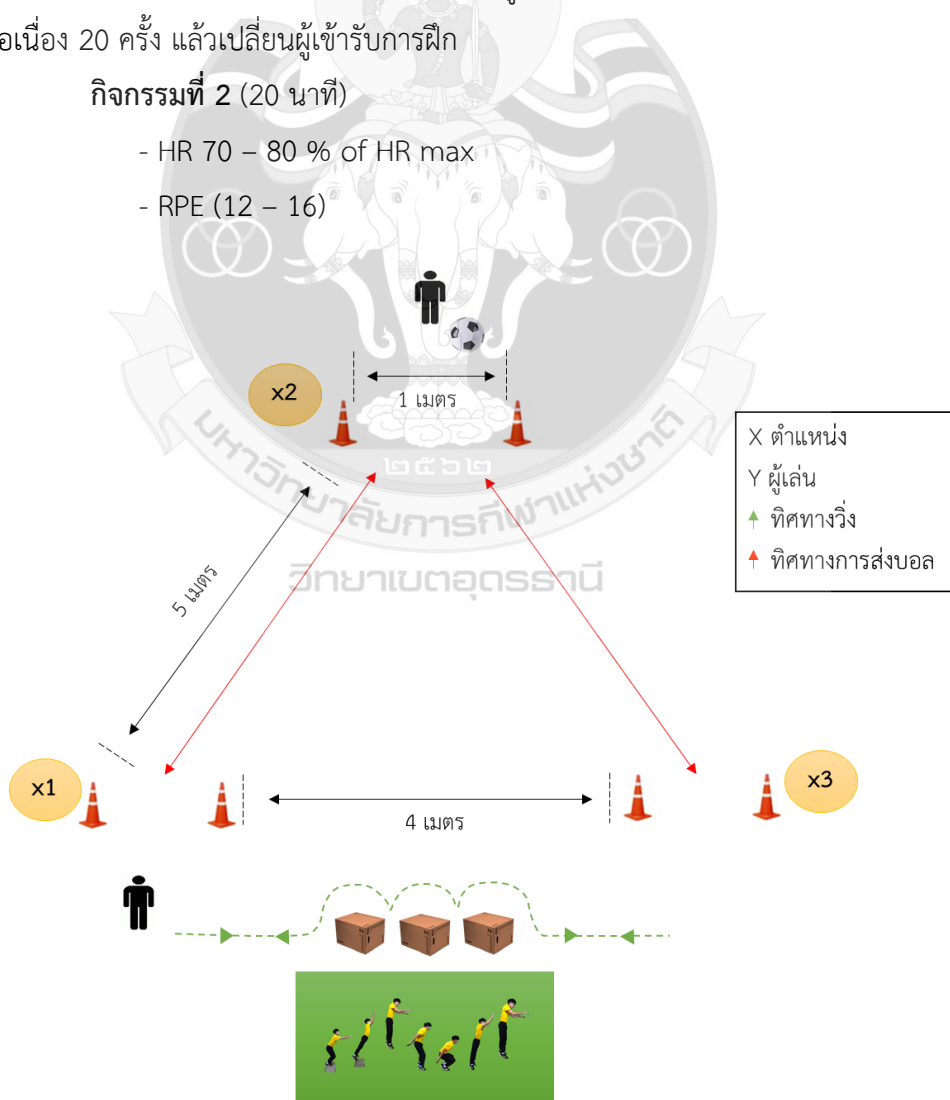
- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)



1. ผู้เล่น 2 คนต่อลูกบอล 1 ลูก
2. ผู้เล่นยืนตำแหน่ง X1 และ X2
3. เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณเริ่ม ให้ผู้เล่นตำแหน่ง X2 ส่งลูกบอลไปยังช่องว่างระหว่างกรวยที่กำหนดในตำแหน่ง X1 ที่ผู้เล่น Y1 ยืน
4. ผู้เล่น Y1 ส่งบอลกลับไปยังผู้เล่น Y2
5. ผู้เล่น Y1 เคลื่อนที่ไปด้านขวาเพื่อปฏิบัติท่า Explosive step ups ในการเริ่มต้น ให้วางเท้าข้างใดข้างหนึ่งไว้บนกล่องและเท้าอีกข้างหนึ่งวางลงกับพื้นแล้ว กระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุดโดยดันตัวออกจากกล่องเพื่อสลับเท้าและลงหยุดโดยให้ขาอีกข้างอยู่ด้านบนบนของกล่อง สลับไปเรื่อย ๆ จนกว่าการทำซ้ำทั้งหมดจะเสร็จสมบูรณ์ ใช้แขนช่วยพยุงขณะกระโดด เมื่อลงหยุดบนกล่องให้แกว่งแขนไปข้างหลังและเมื่อกระโดด ให้แกว่งแขนขึ้นเหนือศีรษะ จำนวน 3 ครั้ง
6. เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง X3 รับลูกบอลแล้วส่งกลับ เคลื่อนที่ซ้ายสลับขวาส่งบอลแบบต่อเนื่อง 20 ครั้ง แล้วเปลี่ยนผู้เข้ารับการฝึก

กิจกรรมที่ 2 (20 นาที)

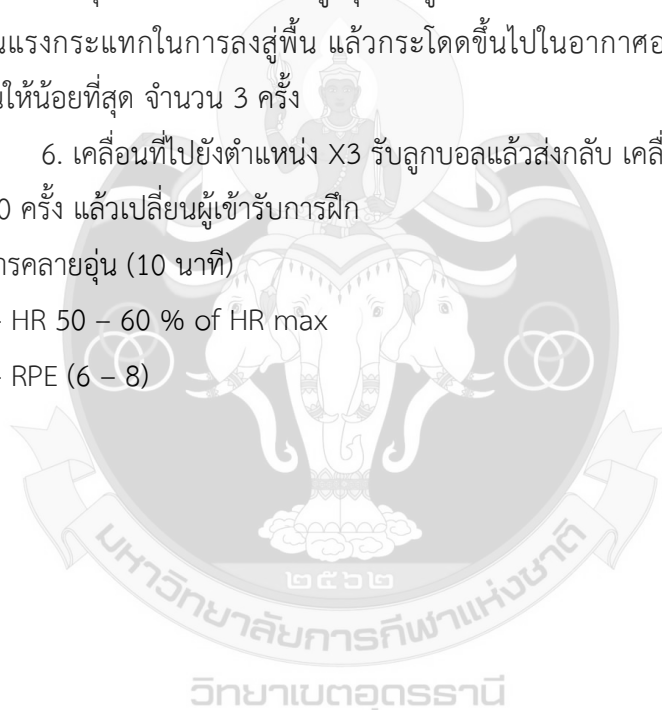
- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)



1. ผู้เล่น 2 คนต่อลูกบอล 1 ลูก
2. ผู้เล่นยืนตำแหน่ง X1 และ X2
3. เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณเริ่ม ให้ผู้เล่นตำแหน่ง X2 ส่งลูกบอลไปยังช่องว่างระหว่างกรวยที่กำหนดในตำแหน่ง X1 ที่ผู้เล่น Y1 ยืน
4. ผู้เล่น Y1 ส่งบอลกลับไปยังผู้เล่น Y2
5. เคลื่อนที่ไปด้านขวาเพื่อปฏิบัติท่า Drop Jumps วิธีปฏิบัติ ยืนแบบผ่อนคลายนกปล่อยหันหน้าไปหาทิศทางที่จะกระโดด ย่อเข้าที่เขย่งลงข้างลำตัว เหวี่ยงแขนขึ้นเหนือศีรษะพร้อมกับกระโดดเท้าคู่ไปข้างหน้าโดยเหยียดร่างกายขึ้นไปในอากาศอย่างรวดเร็วให้สูงที่สุดและได้ระยะทางไกลที่สุดด้วยแรงพยายามสูงสุด ลงสู่พื้นด้วยเท้าทั้งสองข้างพร้อมกันในท่าย่อเข้าย่อตัว เพื่อผ่อนแรงกระแทกในการลงสู่พื้น แล้วกระโดดขึ้นไปในอากาศอย่างต่อเนื่องโดยใช้เวลาในการสัมผัสพื้นให้น้อยที่สุด จำนวน 3 ครั้ง
6. เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง X3 รับลูกบอลแล้วส่งกลับ เคลื่อนที่ซ้ายสลับขวาส่งบอลแบบต่อเนื่อง 20 ครั้ง แล้วเปลี่ยนผู้เข้ารับการฝึก

3. การคลายอุ่น (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)



การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

รูปแบบการฝึกที่ 3 เวลา 17.00 – 18.00 น. จำนวน 1 ชั่วโมง

จำนวนนักกีฬา : 26 คน

อุปกรณ์ : ลูกบอล กรวย มาร์คเกอร์ กล่องกระโดด

ขั้นตอนการฝึก

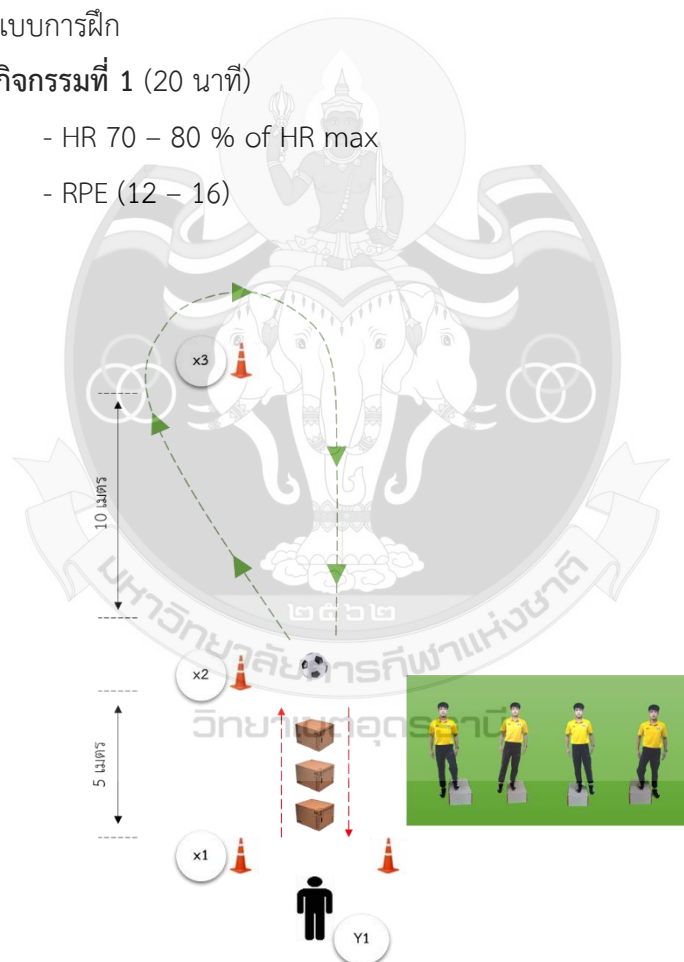
1. อบอุ่นร่างกาย (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)

2. รูปแบบการฝึก

กิจกรรมที่ 1 (20 นาที)

- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)



1. ให้ผู้ทดลองยืนอยู่ในตำแหน่ง X1 โดยลูกฟุตบอลวางในตำแหน่ง X2

2. เมื่อสัญญาณนกหวีดเริ่ม ให้วิ่งไปข้างหน้าในแนวตรงปฏิบัติทำ box shuffle

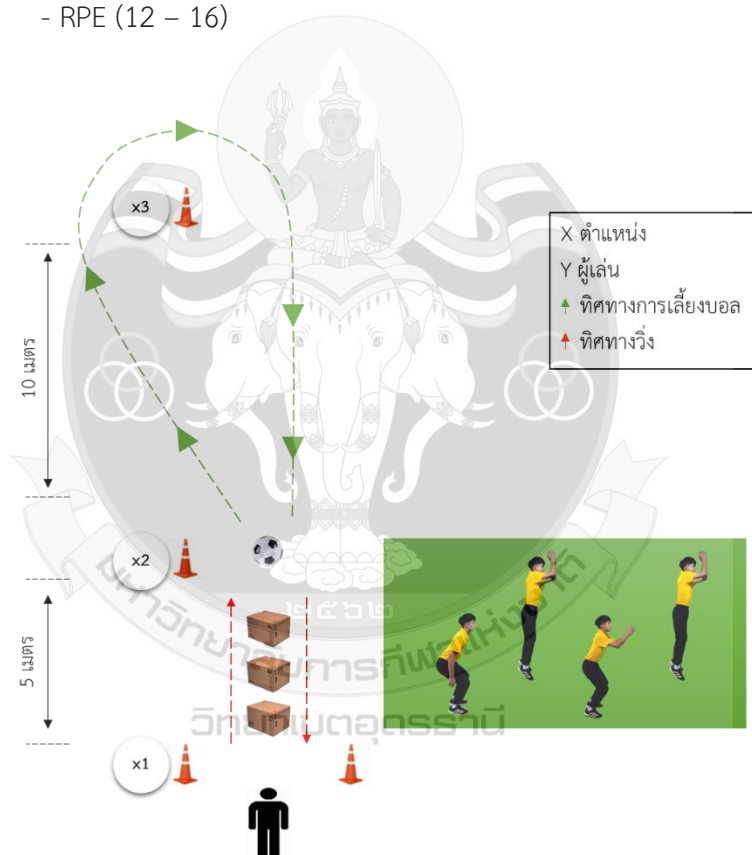
วิธีปฏิบัติ เริ่มยืนทางด้านซ้ายของกล่องโดยวางเท้าขวาไว้ตรงกลางกล่อง กระโดดข้ามกล่อง

อย่างรวดเร็ว ลงสู่พื้นด้วยเท้าขวาวางบนพื้นและเท้าซ้ายอยู่ด้านบนของกล่อง สลับจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งต่อไปจนกว่าการทำซ้ำทั้งหมดจะเสร็จสมบูรณ์

3. เคลื่อนที่ไปตำแหน่ง X2 และใช้เท้าเลี้ยงลูกฟุตบอลไปตำแหน่ง X3 โดยอ้อมตำแหน่ง X3 ในลักษณะตามเข็มนาฬิกา กลับมาตำแหน่ง X2 พร้อมกับหยุดลูกฟุตบอลไว้ในตำแหน่ง X2 จากนั้นให้วิ่งไปตำแหน่ง X1 ถือว่าเป็นการสิ้นสุดการฝึก 1 รอบ โดยระหว่างการฝึก ผู้ทดลองจะถูกกระตุ้นให้ใช้ความเร็วสูงสุด

กิจกรรมที่ 2 (20 นาที)

- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)



1. ให้ผู้เล่นยืนอยู่ในตำแหน่ง X1 โดยลูกฟุตบอลวางในตำแหน่ง X2
2. เมื่อสัญญาณนกหวีดเริ่ม ให้วิ่งไปข้างหน้าในแนวตรงปฏิบัติท่า Double-Leg Hops วิธีปฏิบัติ ยืนตรงเท้ากว้างเท่าหัวไหล่ ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้าหรือชี้ออกด้านนอกเล็กน้อยย่อเข่าลง ดึงแขนไปด้านหลังและขึ้นลง ต้นขาควรขนานกับพื้นหรือเกือบขนานกับพื้น ระเบิดแรงกระโดดขึ้นทางด้านบนติดตัวให้แรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ วางเท้าสองข้างลงบนพื้นปล่อยให้เข่าอ

เท่าที่ได้ เกร็งกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าไว้เพื่อรองรับแรงกระแทกในขณะทิ้งอเข่า ซึ่งเป็นท่าที่ทำให้กล้ามเนื้อยืดยาวขึ้น กระโดดตดตัวขึ้นทางด้านบนอีกครั้ง ทำซ้ำจนกว่าจะเสร็จสมบูรณ์

3. เคลื่อนที่ไปตำแหน่ง X2 และใช้เท้าเลี้ยงลูกฟุตบอลไปตำแหน่ง X3 โดยอ้อม ตำแหน่ง X3 ในลักษณะตามเข็มนาฬิกากลับมาตำแหน่ง X2 พร้อมกับหยดลูกฟุตบอลไว้ในตำแหน่ง X2 จากนั้นให้วิ่งไปตำแหน่ง X1 ถือว่าเป็นการสิ้นสุดการฝึก 1 รอบ โดยระหว่างการฝึกผู้ทดลอง จะถูกกระตุ้นให้ใช้ความเร็วสูงสุด

3. การคลายอุ่น (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)



การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

รูปแบบการฝึกที่ 4 เวลา 17.00 – 18.00 น.

จำนวน 1 ชั่วโมง

จำนวนนักกีฬา : 26 คน

อุปกรณ์ : ลูกบอล กรวย มาร์คเกอร์ กล่องกระโดด

ขั้นตอนการฝึก

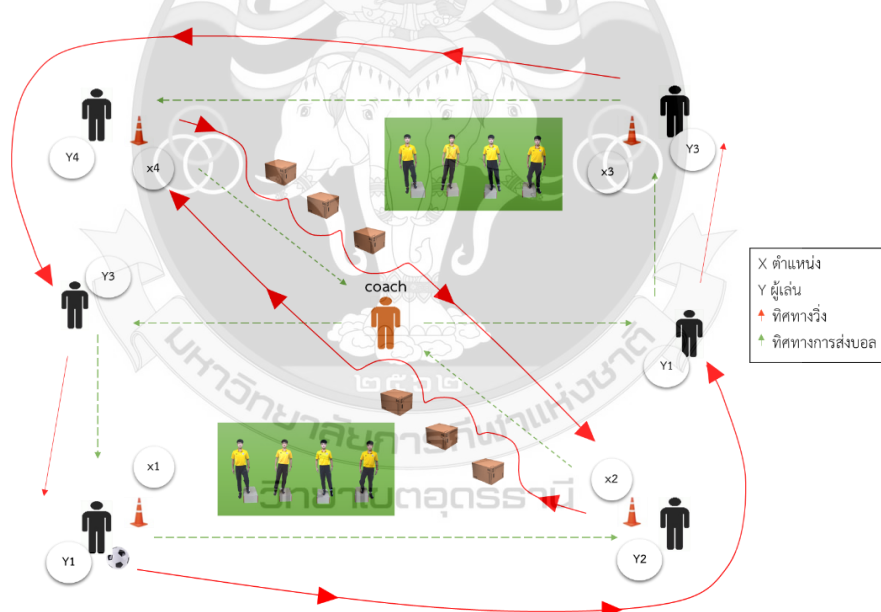
1.อบอุ่นร่างกาย (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)

2. รูปแบบการฝึก

กิจกรรมที่ 1 (20 นาที)

- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)



1. แบ่งผู้เล่นออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กันยืนตามจุดที่กำหนด X1, X2, X3

และ X4

2. ผู้เล่น Y1 ส่งบอลไปยังผู้เล่น Y2 แล้ววิ่งอ้อมหลังผู้เล่น Y2

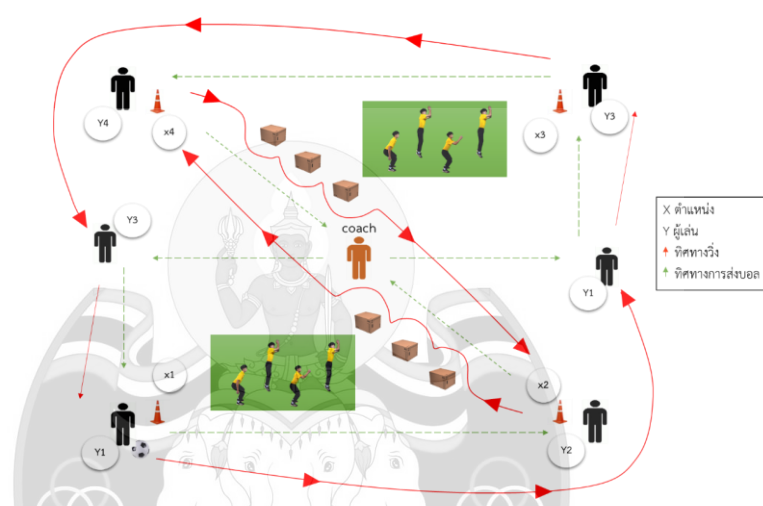
3. ผู้เล่น Y2 ส่งบอลไปยัง Coach แล้วปฏิบัติทำ box shuffle วิธีปฏิบัติ เริ่มยืน

ทางด้านซ้ายของกล่องโดยวางเท้าขวาไว้ตรงกลางกล่อง กระโดดข้ามกล่องอย่างรวดเร็ว ลงสู่พื้นด้วยเท้าขวาวางบนพื้น และเท้าซ้ายอยู่ด้านบนของกล่อง สลับจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งต่อไปจนกว่าการทำซ้ำทั้งหมดจะเสร็จสมบูรณ์ ตามด้วยวิ่งไปยังตำแหน่ง X4

4. ผู้เล่น Y1 วิ่งรับบอลจาก Coach แล้วส่งให้ผู้เล่น Y3 หลังจากนั้น วิ่งไปต่อท้ายแถวตำแหน่ง X3

กิจกรรมที่ 2 (20 นาที)

- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)



1. แบ่งผู้เล่นออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กันยืนตามจุดที่กำหนด X1, X2, X3 และ X4

2. ผู้เล่น Y1 ส่งบอลไปยังผู้เล่น Y2 แล้ววิ่งอ้อมหลังผู้เล่น Y2

3. ผู้เล่น Y2 ส่งบอลไปยัง Coach แล้วปฏิบัติท่า Double-Leg Hops วิธีปฏิบัติ ยืนตรงเท้ากว้างเท่าหัวไหล่ ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้าหรือชี้ออกด้านนอกเล็กน้อย ย่อเข่าลง ดึงแขนไปด้านหลังและขึ้นลง ต้นขาควรชนกับพื้นหรือเกือบชนกับพื้น ระเบิดแรงกระโดดขึ้นทางด้านบนติดตัวให้แรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ วางเท้าสองข้างลงบนพื้นปล่อยให้เข่างอเท่าที่ได้ เกร็งกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าไว้เพื่อรองรับแรงกระแทกในขณะที่ย่อเข่า ซึ่งเป็นท่าที่ทำให้กล้ามเนื้อยืดยาวขึ้น กระโดดติดตัวขึ้นทางด้านบนอีกครั้ง ทำซ้ำจนกว่าจะเสร็จสมบูรณ์ ตามด้วยวิ่งไปยังตำแหน่ง X4

4. ผู้เล่น Y1 วิ่งรับบอลจาก Coach แล้วส่งให้ Y3 หลังจากนั้น วิ่งไปต่อท้ายแถวตำแหน่ง X3

3. การคลายอุ่น (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

รูปแบบการฝึกที่ 5 เวลา 17.00 – 18.00 น. จำนวน 1 ชั่วโมง

จำนวนนักกีฬา : 26 คน

อุปกรณ์ : ลูกบอล กรวย มาร์คเกอร์ กล่องกระโดด

ขั้นตอนการฝึก

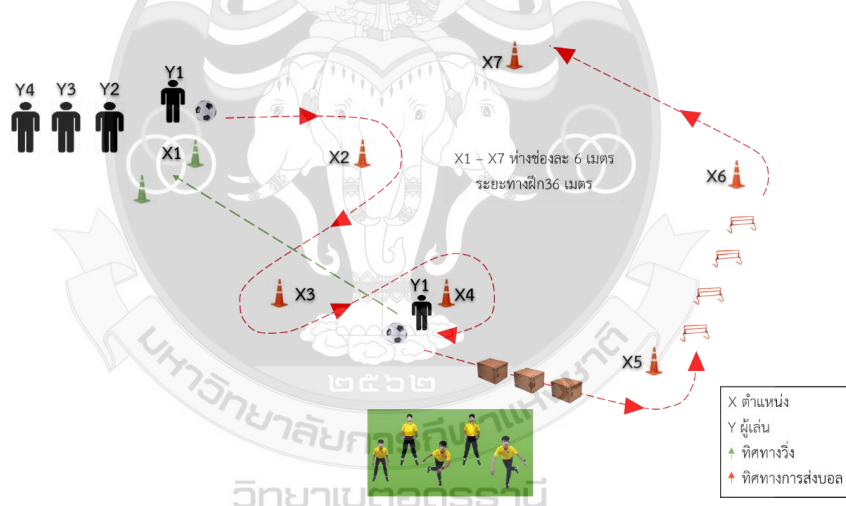
1.อบอุ่นร่างกาย (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)

2. รูปแบบการฝึก

กิจกรรมที่ 1 (20 นาที)

- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)



1. ให้ผู้เล่นยืนอยู่ในตำแหน่ง X1 โดยมีลูกฟุตบอล
2. เมื่อสัญญาณนกหวีดเริ่ม ให้เลี้ยงลูกฟุตบอลไปอ้อมตำแหน่ง X2, X3 และ X4
3. หยดลูกบอลระหว่างตำแหน่ง X3 และ X4 จากนั้น ส่งบอลกลับไปให้ผู้เล่น Y2

ที่ตำแหน่ง X1

4. วิ่งต่อไปยังตำแหน่ง X5 โดยปฏิบัติท่า Skater hops วิธีปฏิบัติ ยืนโดยให้น้ำหนักอยู่ที่เท้าขวาและงอเข่าขวา ยกขาซ้ายขึ้นจากพื้นไขว้มาด้านหลัง จากนั้นยกขาขวาขึ้นจากพื้นสลับขาซ้ายลงแตะพื้นและทิ้งน้ำหนักให้อยู่ที่เท้าซ้ายและงอเข่าซ้าย ยกขาขวาขึ้นไขว้ไปด้านหลัง ทำซ้ำจนกว่าจะเสร็จสมบูรณ์ หากจำเป็นให้แตะเท้าหลังลงบนพื้นทางด้านหลังเพื่อความสมดุล (ฝึกเซตละ 6 ครั้ง ด้วยความพยายามสูงสุด)

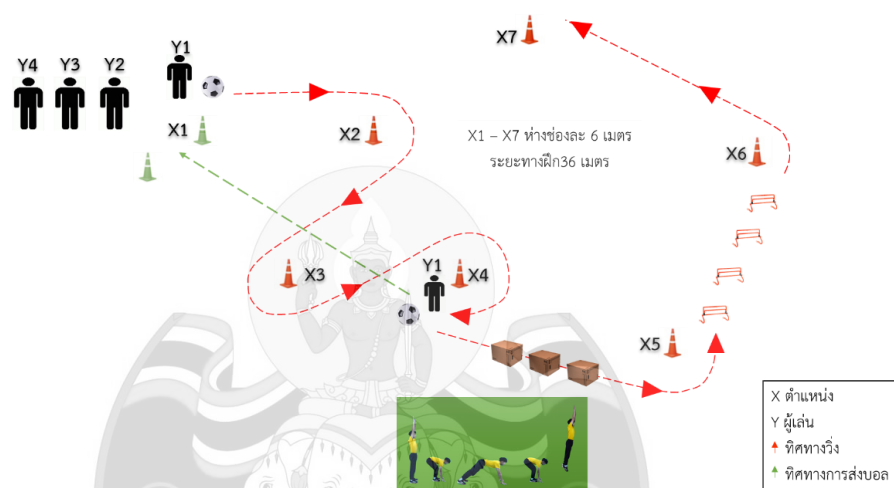
5. วิ่งต่อไปยังตำแหน่ง X6 โดยปฏิบัติท่าวิ่งยกเข่าสูง

6. วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดจากตำแหน่ง X6 ไปยังตำแหน่ง X7

กิจกรรมที่ 2 (20 นาที)

- HR 70 – 80 % of HR max

- RPE (12 – 16)



1. ให้ผู้เล่นยืนอยู่ในตำแหน่ง X1 โดยมีลูกฟุตบอล

2. เมื่อสัญญาณนกหวีดเริ่ม ให้เลี้ยงลูกฟุตบอลไปอ้อมตำแหน่ง X2, X3 และ X4

3. หยุดลูกบอลระหว่างตำแหน่ง X3 และ X4 จากนั้น ส่งบอลกลับไปให้ผู้เล่น Y2

ที่ตำแหน่ง X1

4. วิ่งต่อไปยังตำแหน่ง X5 โดยปฏิบัติท่า burpee วิธีปฏิบัติ ยืนตัวตรงแขนแนบ

ลำตัวขาชิดกันหรืออาจแยกขาได้เล็กน้อยย่อตัวลง งอเข่า ใช้มือทั้งสองข้างยันไว้กับพื้นกระโดด

เหยียดขาไปข้างหลัง แขนและหลังตรง ปลายเท้าแตะพื้นโดยทำนี่คือท่าเริ่มต้นของท่าวิดพื้น วิดพื้น 1

ครั้ง โดยย่อแขนกระดกให้หน้าอกห่างจากพื้นประมาณ 5 – 10 เซนติเมตร หลังตรงระนาบกับพื้น

ยืดแขนขึ้นให้เหยียดตรง กลับมาในท่าเริ่มต้นของท่าวิดพื้น ยกขาทั้งสองข้าง 2 ข้างกลับมาข้างหน้า งอ

หลังและมือทั้ง 2 ข้างยังคงแตะพื้นไว้กระโดดให้สูงพอประมาณ เหยียดขาและปลายเท้าตรง ชูแขนทั้ง

2 ข้างขึ้นข้างบนให้สุดมือ ถือว่าจบ 1 ครั้งของท่า (ฝึกแต่ละ 6 ครั้ง ด้วยความพยายามสูงสุด)

5. วิ่งต่อไปยังตำแหน่ง X6 โดยปฏิบัติท่าวิ่งยกเข่าสูง

6. วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดจากตำแหน่ง X6 ไปยังตำแหน่ง X7

3. การคลายอุ่น (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max

- RPE (6 – 8)

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

รูปแบบการฝึกที่ 6 เวลา 17.00 – 18.00 น.

จำนวน 1 ชั่วโมง

จำนวนนักกีฬา : 26 คน

อุปกรณ์ : ลูกบอล กรวย มาร์คเกอร์ กล้องกระโดด

ขั้นตอนการฝึก

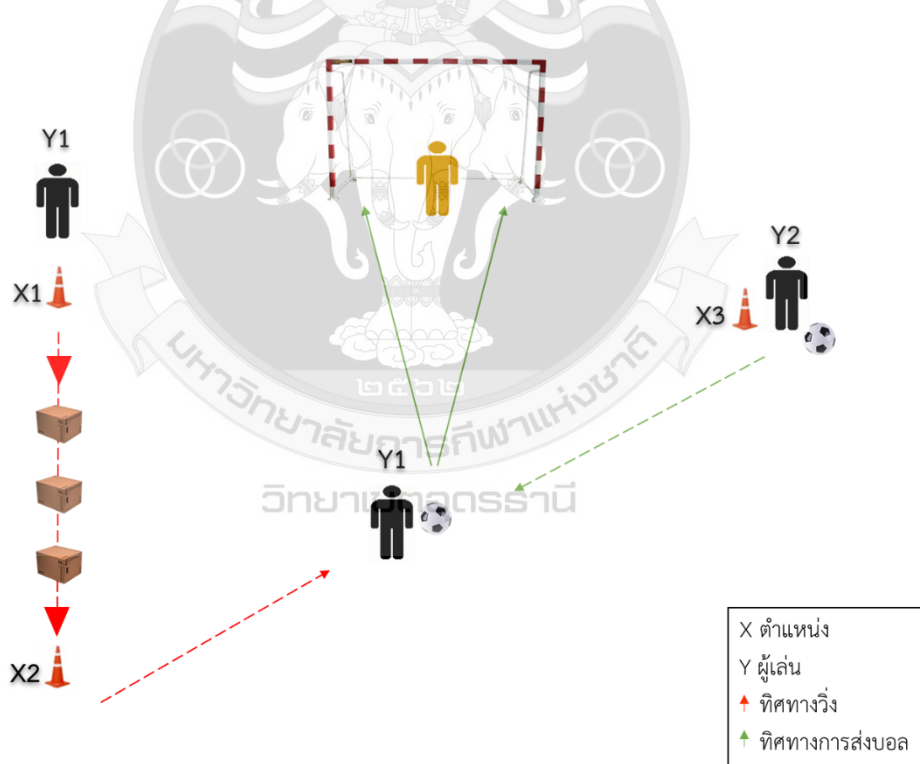
1.อบอุ่นร่างกาย (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)

2. รูปแบบการฝึก

กิจกรรมที่ 1 (20 นาที)

- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)



1. ให้ผู้เล่น Y1 ยืนอยู่ในตำแหน่ง X1

2. เมื่อสัญญาณนกหวีดเริ่ม เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง X2 โดยปฏิบัติท่า burpee วิธีปฏิบัติ ยืนตัวตรงแขนแนบลำตัวขาชิดกันหรืออาจแยกขาได้เล็กน้อย ย่อตัวลง งอเข่า ใช้มือทั้งสองข้างยันไว้กับพื้นกระโดดเหยียดขาไปข้างหลัง แขนและหลังตรง ปลายเท้าแตะพื้นโดยทำนี้คือท่าเริ่มต้นของท่าวิดพื้น วิดพื้น 1 ครั้ง โดยย่อแขนกระดกให้หน้าอก ห่างจากพื้นประมาณ 5 – 10 เซนติเมตร หลังตรงระนาบกับพื้น ยืดแขนขึ้นให้เหยียดตรง กลับมาในท่าเริ่มต้นของท่าวิดพื้น ยกขาทั้งสองข้าง 2 ข้างกลับมาข้างหน้า งอหลังและมือทั้ง 2 ข้างยังคงแตะพื้นไว้กระโดดให้สูงพอประมาณ เหยียดขาและปลายเท้าตรง ชูแขนทั้ง 2 ข้างขึ้นข้างบนให้สุดมือ ถือว่าจบ 1 ครั้งของท่า (ฝึกเซตละ 6 ครั้ง ด้วยความพยายามสูงสุด) แล้ววิ่งไปรับบอลตรงกลางจากผู้เล่น Y2

3. ผู้เล่น Y2 เลี้ยงบอลด้วยความเร็ว ไปยังตำแหน่ง X6 เลี้ยงบอลกลับมายังตำแหน่ง X5 เลี้ยงบอลไปที่ตำแหน่ง X7 เลี้ยงบอลกลับมายังตำแหน่ง X5 เลี้ยงบอลไปที่ตำแหน่ง X8 เลี้ยงบอลไปที่ตำแหน่ง X4 แล้วส่งให้ผู้เล่น Y1

4. ผู้เล่น Y1 พลิกลูกบอล ยิงประตู

5. ผู้เล่น Y1 ไปต่อท้ายแถวที่ตำแหน่ง X3

6. ผู้เล่น Y2 ไปต่อท้ายแถวที่ตำแหน่ง X1

3. การคลายอุ่น (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max

- RPE (6 – 8)

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

รูปแบบการฝึกที่ 7 เวลา 17.00 – 18.00 น.

จำนวน 1 ชั่วโมง

จำนวนนักกีฬา : 26 คน

อุปกรณ์ : ลูกบอล กรวย มาร์คเกอร์ กล้องกระโดด

ขั้นตอนการฝึก

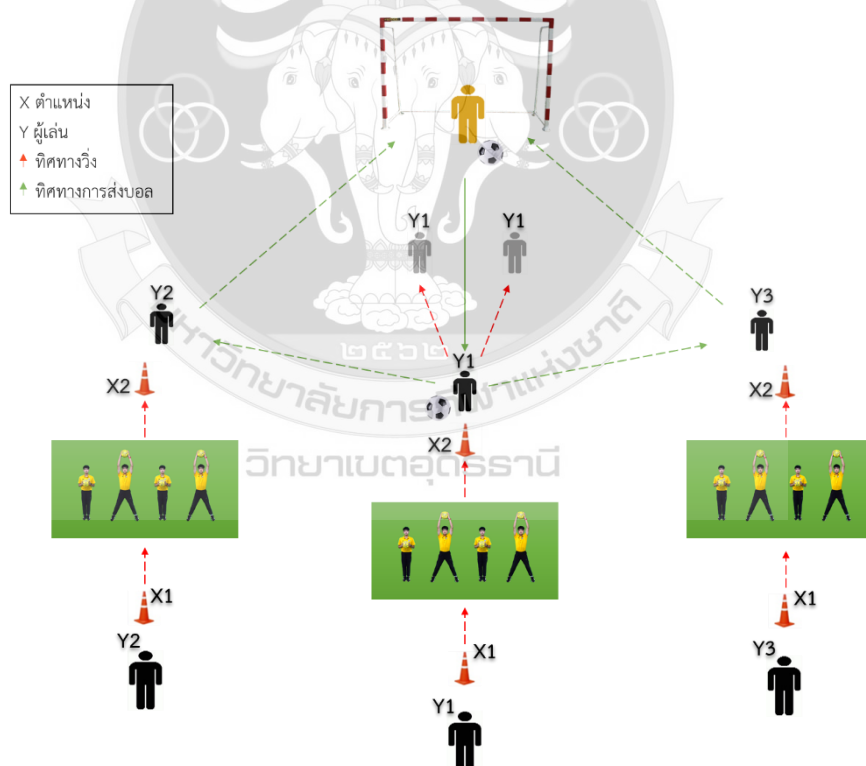
1.อบอุ่นร่างกาย (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)

2. รูปแบบการฝึก

กิจกรรมที่ 1 (20 นาที)

- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)



1. ผู้เล่น Y1, Y2 และ Y3 เคลื่อนที่จากตำแหน่ง X1 ไปยังตำแหน่ง X2 โดยปฏิบัติ

ทำ press jacks วิธีปฏิบัติ ยืนถือลูกบอลอย่างไว้ใกล้หน้าอกและวางเท้าชิดกันแล้วกระโดดพร้อมแยกเท้าออกทางด้านข้างให้กว้างกว่าความกว้างของไหล่เล็กน้อยพร้อมกันยกลูกบอลอย่างขึ้นเหนือศีรษะ

หลังจากนั้นให้กระโดดเท้ากลับไปตำแหน่งเริ่มต้นและงอข้อศอกของเพื่อนำลูกบอลอย่างกลับมาระดับหน้าอกถือว่าจบ 1 ครั้งของท่า (ฝึกเซตละ 10 ครั้ง ด้วยความพยายามสูงสุด)

2. ผู้เล่น Y1 รวรับบอลจากผู้รักษาประตู
3. ผู้เล่น Y1 ส่งบอลให้ผู้เล่นคนไหนก็ได้ระหว่าง Y2 และ Y3 แล้วผู้เล่น Y1

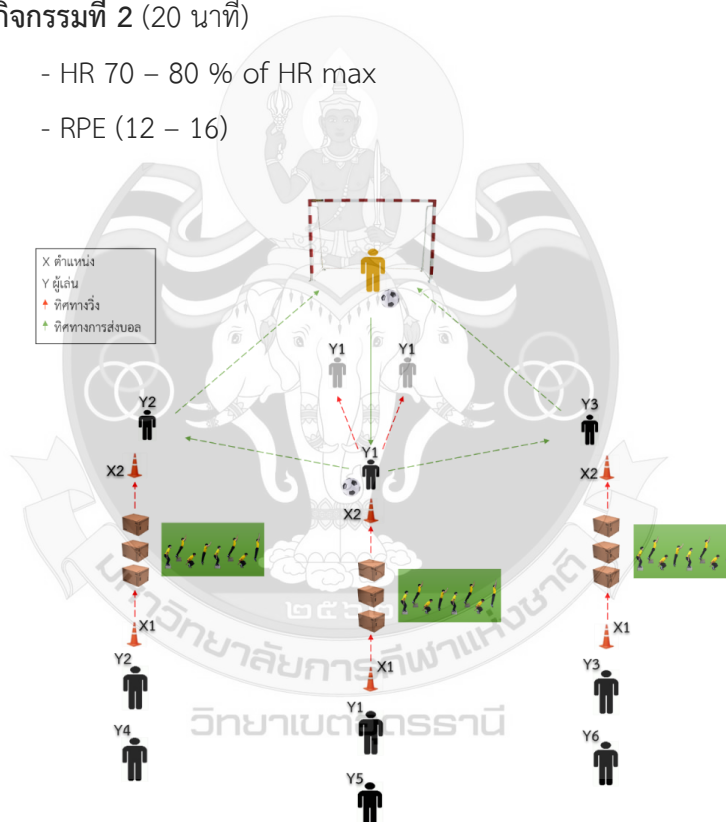
เคลื่อนที่ไปเป็นฝ่ายรับ

4. ผู้เล่น Y2 และ Y3 ทำเกมรุกเพื่อทำประตู 2:1
5. หลังการทำประตูให้ผู้เล่น Y1, Y2 และ Y3 กลับไปยังตำแหน่ง X1 โดยสลับ

ตำแหน่งกัน

กิจกรรมที่ 2 (20 นาที)

- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)

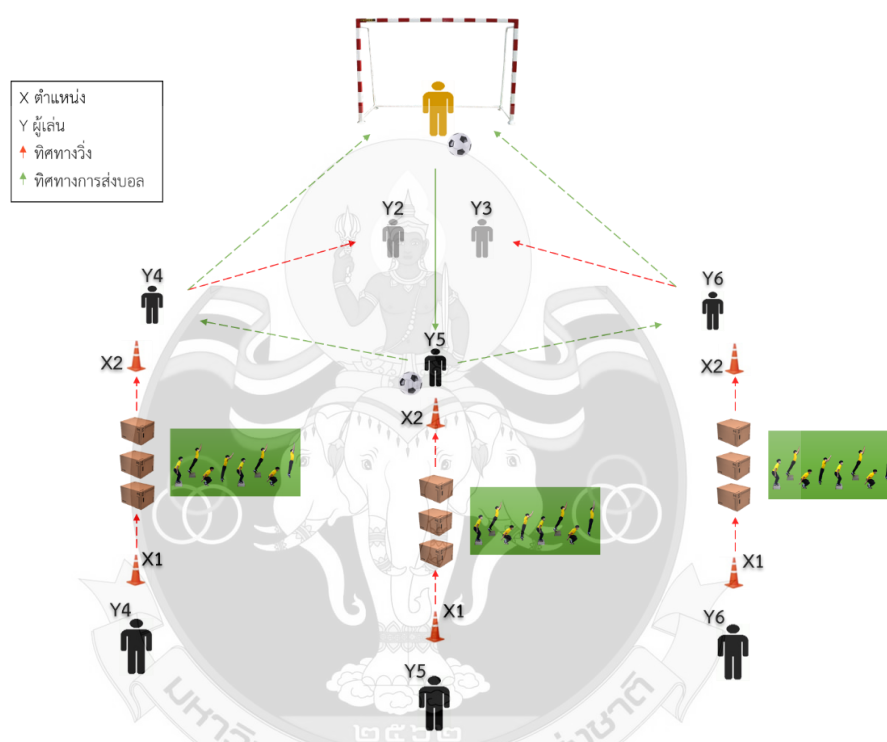


1. ผู้เล่น Y1, Y2 และ Y3 เคลื่อนที่จากตำแหน่ง X1 ไปยังตำแหน่ง X2 โดยปฏิบัติท่า burpee วิธีปฏิบัติ ยืนข้างหน้ากล่องที่มีความสูง 1 ฟุต ใช้ทั้งสองเท้ากระโดดขึ้นไปยืนบนแท่น แล้วกระโดดกลับลงมาที่พื้นสู่ท่าเริ่มต้น ใช้แรงจากกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าที่ยึดเหยียดออกจากการงอเข่าลงมา เพื่อการระเบิดการกระโดดครั้งต่อไปจนกว่าจะเสร็จสมบูรณ์ (ฝึกเซตละ 3 ครั้ง ด้วยความพยายามสูงสุด)

2. ผู้เล่น Y1 รอรับบอลจากผู้รักษาประตู
3. ผู้เล่น Y1 ส่งบอลให้ผู้เล่นคนไหนก็ได้ระหว่าง Y2 และ Y3 แล้วผู้เล่น Y1

เคลื่อนที่ไปเป็นฝ่ายรับ

4. ผู้เล่น Y2 และ Y3 ทำเกมรุกเพื่อทำประตู 2:1
5. หลังการทำประตู ให้ผู้เล่น Y1 กลับไปยังตำแหน่ง X1 โดยสลับตำแหน่งการยืน



6. ผู้เล่น Y2 และ Y3 เคลื่อนที่ไปเป็นฝ่ายรับ
7. ผู้รักษาประตูส่งบอลให้ผู้เล่น Y4, Y5 และ Y6 หลังจากปฏิบัติท่า burpee คนใดก็ได้เพื่อทำเกมรุก 3:2
8. หลังจากทำประตู ให้ผู้เล่นทั้งหมดกลับไปยังตำแหน่ง X1 และสลับตำแหน่งการยืน

3. การคลายอุ่น (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)

การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก

รูปแบบการฝึกที่ 8 เวลา 17.00 – 18.00 น.

จำนวน 1 ชั่วโมง

จำนวนนักกีฬา : 26 คน

อุปกรณ์ : ลูกบอล กรวย มาร์คเกอร์ กล่องกระโดด

ขั้นตอนการฝึก

1. อบอุ่นร่างกาย (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max
- RPE (6 – 8)

2. รูปแบบการฝึก

กิจกรรมที่ 1 (40 นาที)

- HR 70 – 80 % of HR max
- RPE (12 – 16)



1. แบ่งผู้เล่นออกเป็น 2 ทีมเท่า ๆ กัน
2. ผู้เล่นชุดแรกทำการเล่นเต็มรูปแบบ โดยเน้นการต่อเกมอย่างรวดเร็ว
3. เมื่อบอลออกนอกสนามให้ทีมที่ทำบอลออก รีบวิ่งไปเปลี่ยนตัวผู้เล่นที่อยู่หลัง

ประตู

4. ผู้เล่นอยู่ตำแหน่ง X1 ปฏิบัติทำ press jacks วิธีปฏิบัติ ยืนถือลูกบอลอย่างไว้ใกล้หน้าอกและวางเท้าชิดกันแล้วกระโดดพร้อมแยกเท้าออกทางด้านข้างให้กว้างกว่าความกว้างของไหล่เล็กน้อยพร้อมกันยกลูกบอลอย่างขึ้นเหนือศีรษะ หลังจากนั้นให้กระโดดเท้ากลับไปตำแหน่งเริ่มต้นและงอข้อศอกของเพื่อนำลูกบอลอย่างกลับมาที่ระดับหน้าอกถือว่าจบ 1 ครั้งของท่า (ฝึกเซตละ 10 ครั้ง ด้วยความพยายามสูงสุด)

5. ผู้เล่นอยู่ตำแหน่ง X2 ปฏิบัติท่า burpee วิธีปฏิบัติ ยืนข้างหน้ากล่อง ที่มีความสูง 1 ฟุต ใช้ทั้งสองเท้ากระโดดขึ้นไปยืนบนแท่น แล้วกระโดดกลับลงมาที่พื้นสู่ท่าเริ่มต้น ใช้แรงจากกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าที่ยืดเหยียดออกจากการงอเข่าลงมา เพื่อการระเบิดการกระโดดครั้งต่อไป จนกว่าจะเสร็จสมบูรณ์ (ฝึกแต่ละ 10 ครั้ง ด้วยความพยายามสูงสุด)

6. ผู้เล่นที่ออกมาเปลี่ยนจะสลับที่ไปตลอด

3. การคลายอุ่น (10 นาที)

- HR 50 – 60 % of HR max

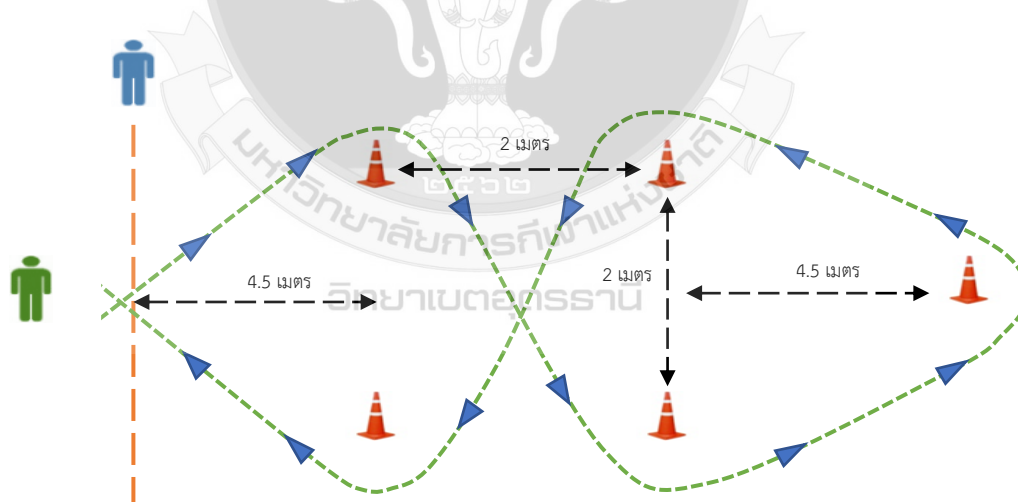
- RPE (6 – 8)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 เครื่องมือทดสอบความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย

2.1.1 แบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน Slalom run (Nimphius , 2018 pp. 26-38)

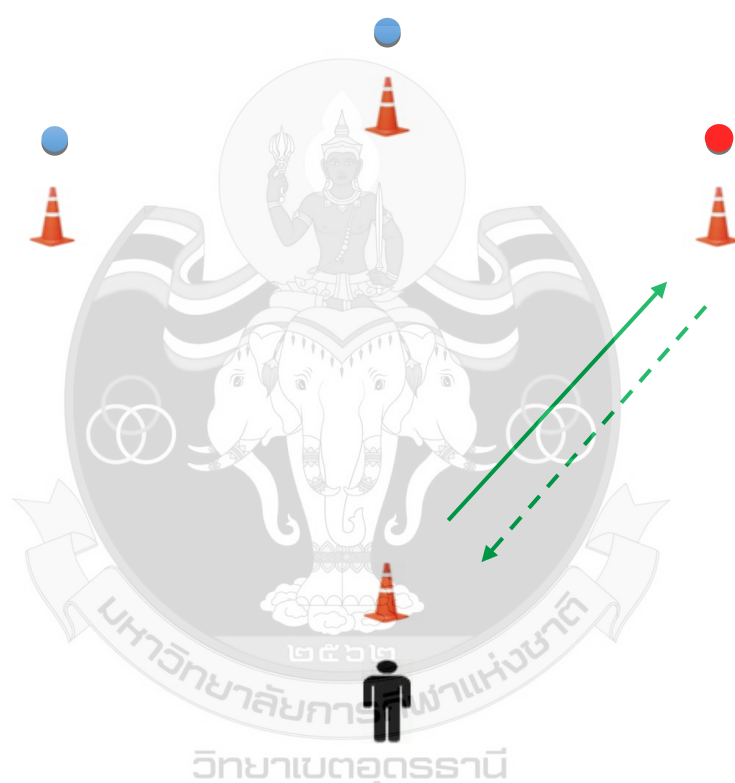
โดยมีวิธีการปฏิบัติคือ ผู้เข้ารับการทดลองทำการทดสอบโดยการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดตามทิศทางที่กำหนด โดยห้ามชนหลักที่วางตามจุดต่างๆ ทำการทดสอบทั้งหมด 2 รอบ พักระหว่างรอบ 5 นาที ทำการทดสอบ 2 ครั้ง หน่วยเป็นวินาที แล้วบันทึกเวลาที่นักกีฬาวิ่งได้ในรอบที่ดีที่สุด



2.1.2 แบบทดสอบเวลาในการตอบสนองโดยใช้แบบทดสอบมาตรฐาน Eye – body movement test (ณัฐวุฒิ ไวโรจนานันต์ และ ชาญชัย ชันติศิริ, 2559, น. 165-174)

โดยมีการติดตั้ง และการทดสอบ ดังนี้ การวางจุดเริ่มต้นวัดจากเส้นท้ายสนาม 275 เซนติเมตรใช้เทปกาว่ากำหนดจุดเริ่มต้น การวางเสาสัญญาณให้เริ่มจากการวางเสาสัญญาณ B โดยห่างจากจุดเริ่มต้น 380 เซนติเมตรเสา A ห่างจากจุดเริ่มต้น 380 เซนติเมตรไปทางด้านซ้ายชิดของสนาม เสา C ห่างจากจุดเริ่มต้น 380 เซนติเมตรไปทางด้านขวาชิดของสนาม ผู้เข้ารับการทดสอบทำการ

อบอุ่นร่างกาย ผู้เข้ารับการทดสอบยืนลักษณะเท้าหน้าเท้าตามโดยให้เท้าข้างใดข้างหนึ่งเหยียบบนตำแหน่งเริ่มต้น ผู้เข้ารับการทดสอบจับไม้ในท่าเตรียมพร้อม เมื่อเกิดแสงไฟขึ้นจุดใด ให้รีบเคลื่อนที่โดยการวิ่งเข้าไปยังตำแหน่งไฟติด ใช้ไม้เท้าในลักษณะแตะลูกผ่านเซนเซอร์เพื่อหยุดเวลา และกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นอีกครั้งในระยะเวลาไม่เกิน 5 วินาที มองสัญญาณไฟที่จะปรากฏขึ้นในครั้งต่อไป ปฏิบัติตามลักษณะเดิมจนครบทั้ง 15 ครั้ง อ่านเวลาที่ได้จากหน้าจอกลองควบคุมวงจรถออิเล็กทรอนิกส์การบันทึก แต่ละครั้งเครื่องจับเวลา (Electronic timer control) จะแสดงเวลาที่หน้าจอให้บันทึกผลทั้ง 15 ครั้ง ตัดค่าที่เร็วที่สุดออก 3 ครั้ง และค่าที่ช้าที่สุดออก 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย

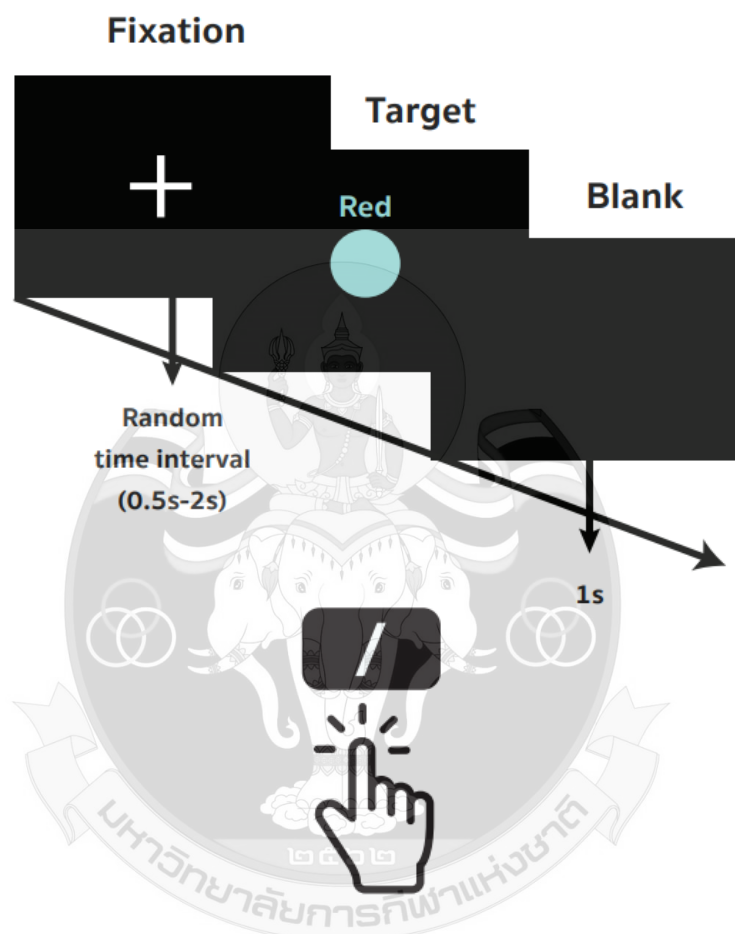


2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะทางสมอง ด้านความเร็วในการประมวลผล

โดยใช้แบบทดสอบเวลาปฏิริยาอย่างง่าย และด้านยืดหยุ่นความคิดโดยใช้แบบทดสอบ Trail making test part A (TMT A) และ Trail making test part B (TMT B) (กรมพลศึกษา, 2563, น. 57-72) ประกอบด้วย

2.2.1 แบบทดสอบเวลาปฏิริยาอย่างง่าย หรือ Simple reaction time task ใช้สำหรับการประเมินความสามารถทางสมองด้านความเร็วในการประมวลผล ประมวลผล (Cojocariu and Abalasei, 2014, pp. 67-73.) วิธีการทดสอบ มีรายละเอียด ดังนี้ อันดับแรกผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องมองที่จอคอมพิวเตอร์ และเมื่อใดก็ตาม ถ้าวัตถุเป้าหมาย ซึ่งเป็นวงกลมสีแดงปรากฏขึ้นกลางจอคอมพิวเตอร์จะต้องปฏิบัติตามการทดสอบโดยใช้นิ้วชี้กดที่ ปุ่ม “/” ที่อยู่บนแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยวัตถุเป้าหมาย (stimuli) จะปรากฏรวมกันทั้งหมด 20 ครั้ง ผลการทดสอบที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการตอบสนองที่ถูกต้อง (Average

response time of correct response) และอัตราความถูกต้องหรือแม่นยำ (Accuracy rate : percentage (%))

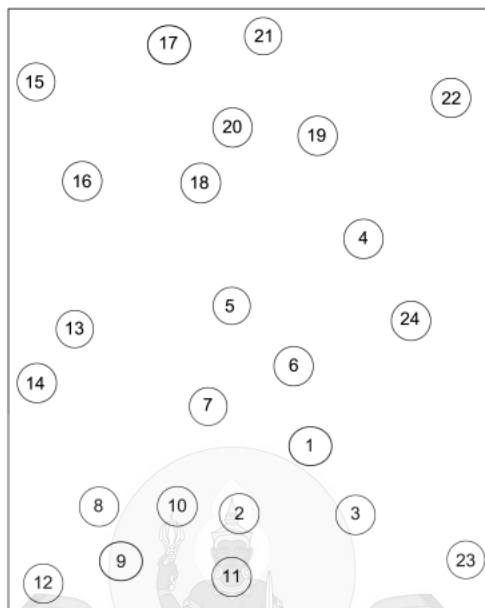


2.2.2 แบบทดสอบวัดทักษะทางสมอง ด้านยืดหยุ่นความคิด (Shifting หรือ Cognitive flexibility) เป็นการทดสอบการยับยั้ง/การสลับความคิด พลิกแพลงและปรับตัว เป็นจุดเริ่มต้นของการมีความคิดสร้างสรรค์และคิดนอกกรอบ สร้างและพัฒนาโดย Adjutant General's Office, War Department, US Army เป็นส่วนหนึ่งของแบบทดสอบ Halstead-Reitan battery (Wichian sripootorn, 2018 p. 335) ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน Trail making test ประกอบด้วย Trail making test part A (TMT A) และ Trail making test part B (TMT B) มีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

2.2.2.1 การทดสอบ TMT A จะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยลากเส้นโยงตัวเลขตามลำดับจากน้อยไปมาก 1 - 25 เช่น เริ่มลากเส้นจากจุดหมายเลข 1 โยงไปที่จุดหมายเลข 2 และโยงไปที่จุดหมายเลข 3 เป็นต้น บันทึกข้อมูลโดยวัดเวลาจากการโยงเส้นจากจุดเริ่มต้น เชื่อมต่อตัวเลขตามลำดับจนถึงตัวเลขลำดับสุดท้าย ออกมาเป็นหน่วยเวลา (วินาที)

Trail making test A

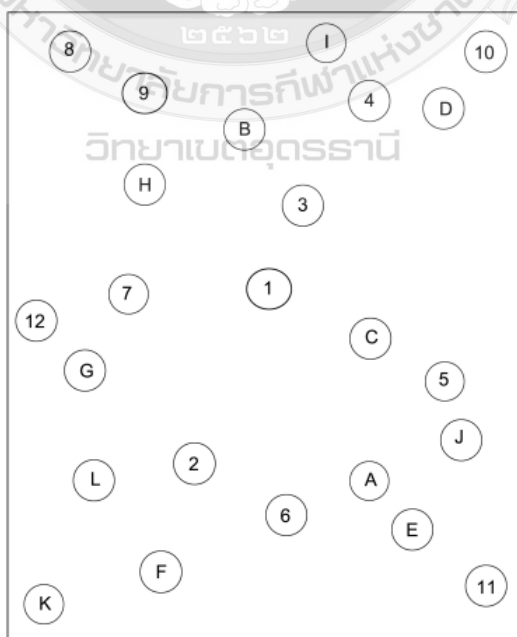
Patientens namn: Personnummer: Datum:



2.2.2.2 การทดสอบ TMT B จะเป็นการลากโยงชุดตัวเลขสลับกับตัวอักษร ตัวเลขจะมี 1 - 13 และตัวอักษรจะมี A - L ตัวอย่างเช่น เริ่มลากเส้นโยงจากจุดหมายเลข 1 ซึ่งเป็นตัวเลข และโยงไปที่ตัวอักษร A ตามด้วย หมายเลข 2 โยงต่อไปที่ ตัวอักษร B ตามลำดับ จนครบตามจำนวนที่กำหนด บันทึกข้อมูลโดยวัดเวลาจากการโยงเส้นจากจุดเริ่มต้น เชื่อมต่อตัวเลขตามลำดับ จนถึงลำดับสุดท้าย ออกมาเป็นหน่วยเวลา (วินาที)

Trail making test B

Patientens namn: Personnummer: Datum:



ภาคผนวก ง
การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือในการวิจัย



ผลการประเมินความเที่ยงตรง (IOC) ของเครื่องมือในการวิจัย

แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย เรื่อง ผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริกต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตซอลเยาวชนชาย

ผลการประเมินความเที่ยงตรง (IOC)

รายการ	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
การฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก						
รูปแบบการฝึก 1	+1	+1	+1	+1	+1	1
รูปแบบการฝึก 2	+1	+1	+1	+1	+1	1
รูปแบบการฝึก 3	+1	+1	+1	+1	+1	1
รูปแบบการฝึก 4	+1	+1	+1	+1	+1	1
รูปแบบการฝึก 5	+1	+1	+1	+1	+1	1
รูปแบบการฝึก 6	+1	+1	+1	+1	+1	1
รูปแบบการฝึก 7	+1	+1	+1	+1	+1	1
รูปแบบการฝึก 8	+1	+1	+1	+1	+1	1

ผลการประเมินความเที่ยงตรง (IOC)

รายการ	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
โปรแกรมการฝึกแบบ เฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุต ซอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก จำนวน 8 สัปดาห์						
สัปดาห์ที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	1
สัปดาห์ที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	1
สัปดาห์ที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	1
สัปดาห์ที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	1
สัปดาห์ที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	1
สัปดาห์ที่ 6	+1	+1	+1	+1	+1	1
สัปดาห์ที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	1
สัปดาห์ที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	1

วิทยาศาสตร์การกีฬา



ภาคผนวก จ
เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัย



เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัย
(สำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีอายุตั้งแต่ 13 ปี บริบูรณ์ แต่ไม่ถึง 20 ปี บริบูรณ์)

เค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬาฟุตบอลควบคู่กับพลัยโอเมตริก
ต่อความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชาย
วันที่ให้คำยินยอมวันที่.....เดือนพ.ศ.
ข้าพเจ้า (เด็กชาย/ เด็กหญิง/ นาย/ นางสาว).....(ผู้เข้าร่วมการวิจัย)
ที่อยู่.....

ข้าพเจ้าได้อ่านเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ซึ่งนักศึกษาได้อธิบาย วัตถุประสงค์การวิจัย
วิธีดำเนินการวิจัย การรับผิดชอบต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย ค่าใช้จ่ายที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องรับผิดชอบ ประโยชน์ที่
ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับ ข้อปฏิบัติของผู้เข้าร่วมการวิจัยในขณะที่เข้าร่วมการวิจัย สิทธิการบอกเลิกการเข้าร่วม
การวิจัย และการเก็บรักษาความลับของผู้เข้าร่วมการวิจัย รวมถึงข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะตรวจสอบข้อมูลของข้าพเจ้า
ได้ ทั้งนี้ เมื่อมีข้อสงสัยข้าพเจ้าได้รับการอธิบาย จากนักศึกษาจนมีความเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการวิจัยด้วยความสมัครใจ

ลงนาม.....ผู้เข้าร่วมการวิจัย
(.....)

ข้าพเจ้า (นาย/ นาง/ นางสาว)..... ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็น
.....(บิดา/ มารดา/ ผู้ปกครอง) ของ (เด็กชาย/ เด็กหญิง/ นาย/ นางสาว).....(ผู้เข้าร่วม
การวิจัย) ยินดีให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย เข้าร่วมการวิจัยดังกล่าว

ลงนาม.....(บิดา/ มารดา/ ผู้ปกครอง)
(.....)

ลงนาม.....พยาน
(.....)

ลงนาม.....พยาน
(.....)

หมายเหตุ

1. บรรลุนิติภาวะ หมายถึง บุคคลที่มีอายุ 20 ปี บริบูรณ์ขึ้นไป หรือ อายุไม่ถึง 20 ปี บริบูรณ์ แต่ได้มี
การจดทะเบียนสมรส
2. ในกรณี ผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีอายุตั้งแต่ 13 ปี บริบูรณ์ แต่ยังไม่บรรลุนิติภาวะ นั้น บิดา/ มารดา/
ผู้ปกครองจะไม่เข้าร่วมในระหว่างที่นักศึกษาอธิบายเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยก็ได้

3. เมื่อผู้ดำเนินการหลักให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย และ บิดา/ มารดา/ ผู้ปกครองของผู้เข้าร่วมการวิจัย ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัยแล้ว ให้เก็บเอกสารไว้ที่ผู้ดำเนินการหลัก

4. เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว ให้ผู้ดำเนินการหลักส่งสำเนาเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัย จำนวน 1 ฉบับ มายังกองวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา กลุ่มวิจัยและนวัตกรรม





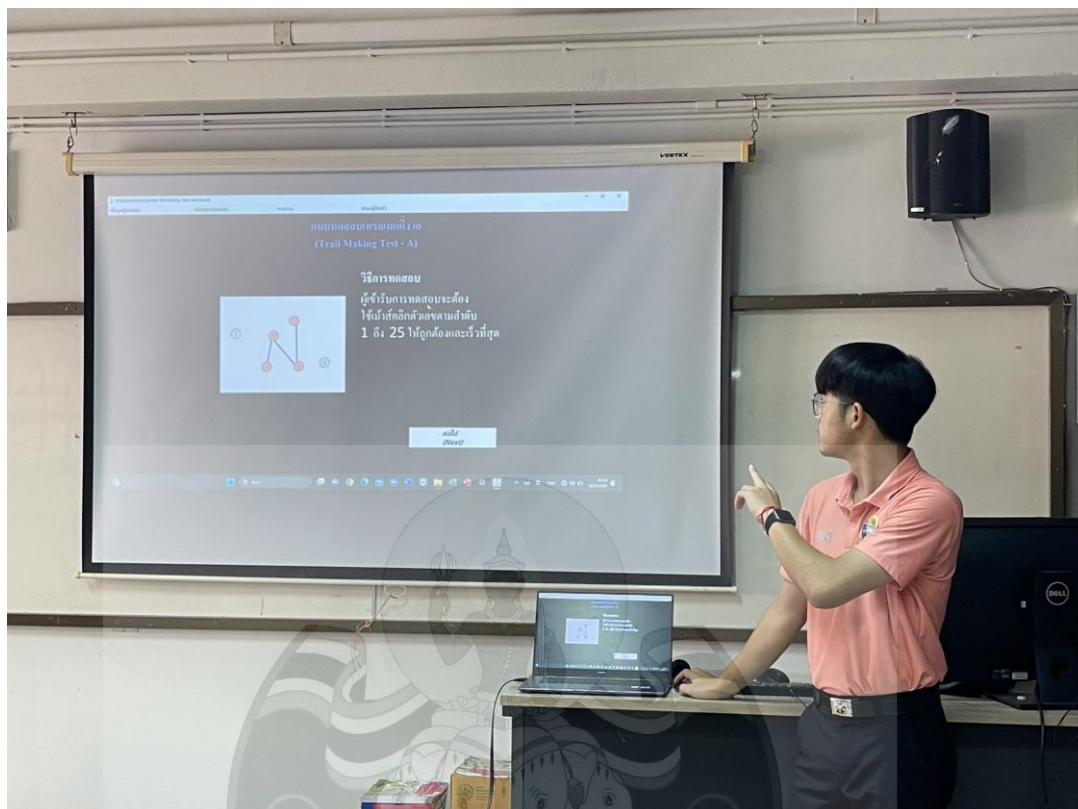
รูปการฝึกซ้อมและการทดสอบ

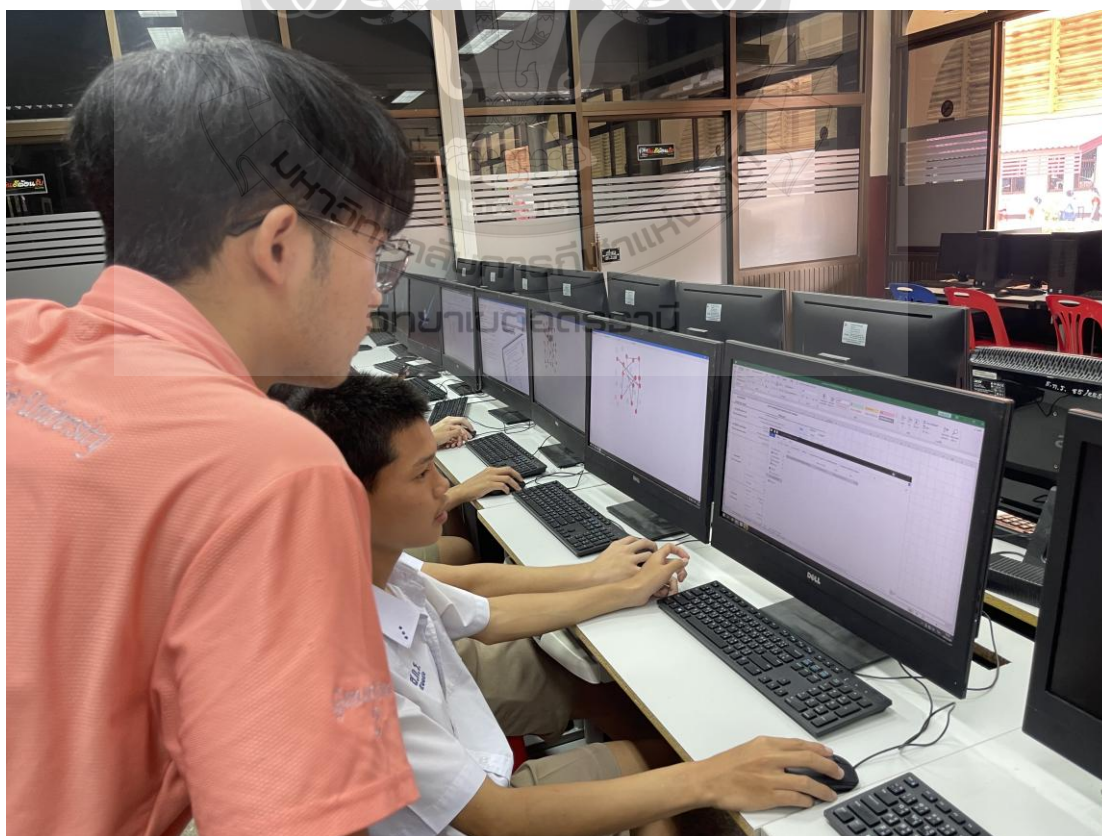












ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นายพงศกรณ์ ทันอินทรอาจ
วัน เดือน ปีเกิด	6 มกราคม 2540
สถานที่เกิด	อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 1336/3 ถนนใจผาสุก ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000
วุฒิการศึกษา	ปี 2563 ระดับปริญญาตรี ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา พลศึกษา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี ปี 2569 ระดับปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา พลศึกษาและกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี

