



ผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬายูโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อ
และการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์
ของนักกีฬายูโดระดับเยาวชนหญิง

นิลาวัลย์ บุญประถมภ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาพลศึกษาและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี

พ.ศ. 2566

ผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังงานเนื้อ
และการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์
ของนักกีฬาโยโดระดับเยาวชนหญิง

นิลาวัลย์ บุญประถัมภ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาพลศึกษาและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
พ.ศ. 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ

EFFECTS OF JUDO SPORT-SPECIFIC EXERCISE ON MUSCLES POWER,
COGNITIVE FLEXIBILITY AND SPATIAL ABILITY
IN YOUTH JUDO FEMALE ATHLETE

NILAWAN BOONPRATHAM

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 UDONTHANI CAMPUS

2023

ALL RIGHTS RESERVED BY THAILAND NATIONAL SPORTS UNIVERSITY

.....ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(อาจารย์ ดร.ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ)

(อาจารย์วิยะดา วรณพันธ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ธัญวรัตน์ หอมสมบัติ)

Thesis Title Effects of Judo Sport-Specific Exercise on Muscles Power,
Cognitive Flexibility and Spatial Ability in Youth Judo Female
Athlete

Researcher's name Nilawan Boonpratham

Disciplines, Faculty Physical Education and Sports, Faculty of Education

Advisor Committee

.....Advisor

(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

.....

(Wiyada Wannakhan, Ph.D.)

Acting as Deputy Dean of Faculty of Education Udonthani

Examination Committee

.....Chairman

(Asst. Prof. Nirut Sukdee, Ph.D.)

.....Committee

(Asst. Prof. Nichanun Panyaek, Ph.D.)

.....Committee

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

.....Committee

(Thanyawat Homsombat, Ph.D.)

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อ และการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ของนักกีฬาโยโดระดับเยาวชนหญิง
ชื่อ สกุลผู้วิจัย	นิลาวัลย์ บุญประดมภ์
ชื่อปริญญา	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา, คณะ	พลศึกษาและกีฬา ศึกษาศาสตร์
ปีที่ส่งวิทยานิพนธ์	2566
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร.ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ

กีฬาโยโดเป็นศิลปะการต่อสู้ที่มีส่วนประกอบทั้งการออกกำลังกายแบบทั้งใช้และไม่ใช้ออกซิเจน เทคนิคการเล่นกีฬาโยโดต้องมีระดับสมรรถภาพทางกายขั้นสูงรวมถึงความแข็งแรง พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ความเร็ว และความยืดหยุ่น รวมทั้งการประสานงานของระบบประสาท กล้ามเนื้อและความสมดุลของร่างกาย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของนักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง อายุระหว่าง 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 8 สัปดาห์ โดยผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ($\text{IOC}=1.00$) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย แบบทดสอบทุ้มบอลเหนือศีรษะ แบบทดสอบการยืนกระโดดไกล และแบบทดสอบความสามารถทางสมอง ประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน และแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีพลังกล้ามเนื้อ และการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่พบว่า พลังกล้ามเนื้อ และการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ทั้งระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการศึกษาี้แสดงให้เห็นว่า การฝึกโดยใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งกุญแจสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการกีฬาควบคู่ไปกับปัจจัยสำคัญอื่น ๆ เช่น ทักษะเฉพาะกีฬา แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างในชนิดกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้อื่น ๆ เพื่อหาประสิทธิผลของโปรแกรมการฝึกกีฬาที่เฉพาะเจาะจงสำหรับนักกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้ต่อไป

คำสำคัญ: แบบฝึกการออกกำลังกาย กีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง พลังกล้ามเนื้อ
การยืดหยุ่นทางความคิด มิติสัมพันธ์

ABSTRACT

Thesis Title	Effects of Judo Sport-Specific Exercise on Muscle Power, Cognitive Flexibility and Spatial Ability in Youth Judo Female Athletes
Researcher's name	Nilawan Boonpratham
Degree	Master of Education
Discipline, Faculty	Physical Education and Sport, Faculty of Education
Year	2023
Advisor committee	Thanyawat Homsombat, Ph.D.

Judo is a dynamic martial art that involves both aerobic and anaerobic components. Judo techniques require a high level of physical fitness, including explosive strength, speed, and agility, as well as neuromuscular coordination and balance. The purpose of the quasi-experimental study was to investigate the effects of judo sport-specific exercise on muscle power, cognitive flexibility, and spatial ability in a youth female judo athlete before, after the 4th week, and after the 8th week. The sample size of 15 female judo athletes, aged between 15 and 19, who registered as athletes in Sisaket Province. The experimental instrument was a judo sport-specific exercise performed three days per week for eight weeks, as determined by an index of consistency (IOC) of 1.00. The data collection instruments were standard tools such as the overhead medicine ball throw, the standing broad jump test, the design fluency test, and the spatial visualization test. Statistical significance was set at the 0.05 level. The results found that the sample had muscle power, cognitive flexibility, and spatial ability and showed that before, after the 4th week, and after the 8th week, there were statistically significant differences. When the paired averages were compared between before and after the 4th week, before and after the 8th week, and after the 4th week and after the 8th week, it was found that muscle power, cognitive flexibility, and spatial ability had increased statistically significantly.

The results of this study show that training using a specific judo exercise program helps develop muscle power, cognitive flexibility, and spatial ability, which are other key factors that affect success in sports along with other important factors such as sport-specific skills. However, there should be a study with subjects in other martial arts sports to determine the effectiveness of specific sports training programs for martial arts athletes.

Keyword: exercise training, judo sport-specific, muscles power, cognitive flexibility, spatial ability

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ดร. ัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อีกทั้งให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิรุทธิ์ สุขดี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณิชานันท์ ปัญญาเอก รองศาสตราจารย์ ดร. นวลพรรณ ไชยมา ที่ได้กรุณาเป็นคณะกรรมการร่วมพิจารณา ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำ อันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อการปรับปรุงวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์จิตร์รัตดา ธรรมเทศ อาจารย์สุรัตนา ทองศรี อาจารย์ภิญโญ ลำนวน อาจารย์ ดร.อรรวรรณ์ ทองดีเจริญ และคุณครูศักดิ์ชัย อุไร ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์อย่างยิ่ง และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูและบุคลากรทางการศึกษาทุกท่านที่อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือช่วยเหลือและเป็นกำลังใจโดยตลอด และขอขอบใจนักกีฬา 유도 ระดับเยาวชนหญิง โรงเรียนกีฬาจังหวัดศรีสะเกษ ปีการศึกษา 2565 ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาพลศึกษาแลพกีฬาทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ แนะนำสนับสนุนข้อมูลด้านการวิจัย และให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดระยะเวลาของการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อเด่น บุญประถัมภ์ คุณแม่นลิน บุญประถัมภ์ และผู้ที่อยู่เบื้องหลังแห่งความสำเร็จครั้งนี้ คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่พระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณ ทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในการทำวิทยานิพนธ์ จวบจนผู้วิจัยประสบความสำเร็จในครั้งนี้

นิลาวัลย์ บุญประถัมภ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
กีฬายูโด.....	8
ประวัติและความเป็นมาของกีฬายูโด.....	8
สมรรถภาพทางกายของนักกีฬายูโด.....	10
ทักษะการออกกำลังกายด้วยกีฬายูโด.....	11
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการออกกำลังกาย.....	15
ความหมายของการออกกำลังกาย.....	15
ประเภทของการออกกำลังกาย.....	16
หลักการออกกำลังกาย.....	21
ประโยชน์ของการออกกำลังกาย.....	22
ทฤษฎีและหลักการฝึกพละกล้ามเนื้อและการพัฒนาพละกล้ามเนื้อ.....	27
การฝึกด้วยแรงต้าน.....	30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การฝึกด้วยเมดิชีนบอล.....	33
หลักการออกแบบโปรแกรมการฝึก.....	35
ความหนักของการออกกำลังกายโดยใช้เกณฑ์อัตราการเต้นของหัวใจและ	
การรับรู้การออกแรงของร่างกาย.....	38
พัฒนาการของวัยรุ่น.....	41
ความหมายของวัยรุ่น.....	41
การแบ่งช่วงอายุของวัยรุ่น.....	43
พัฒนาการทางด้านร่างกาย.....	44
พัฒนาการทางด้านสติปัญญา.....	44
พัฒนาการทางด้านอารมณ์.....	45
พัฒนาการทางด้านสังคม.....	45
ระบบประสาท.....	46
กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของระบบประสาท.....	46
กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสมอง.....	53
กลไกการทำงานของสมองขณะออกกำลังกาย.....	60
การทำงานของสมองผ่านการรับรู้.....	70
เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความสามารถทางสมอง.....	72
แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นความคิด.....	72
แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์.....	74
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	75
งานวิจัยในประเทศ.....	75
งานวิจัยต่างประเทศ.....	77
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	80
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	80
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	82
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	85
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	86

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	100
	สรุปผลการวิจัย.....	100
	อภิปรายผลการวิจัย.....	102
	สรุป.....	109
	ข้อเสนอแนะ.....	109
	บรรณานุกรม.....	111
	ภาคผนวก.....	124
	ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	125
	ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ.....	127
	ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	132
	ง การอบอุ่นร่างกาย และการคลายอบอุ่นร่างกาย.....	136
	จ แบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงและภาพประกอบ.....	151
	ฉ สถานที่ที่ใช้ในการฝึกและอุปกรณ์.....	161
	ช ภาพกิจกรรม.....	165
	ซ ใบรับรองจริยธรรม.....	172
	ประวัติผู้วิจัย.....	174

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดงจุดมุ่งหมายและเกณฑ์การพิจารณาความหนักในการฝึก.....	37
2.2 ค่าระดับการออกแรงรับรู้ของร่างกาย (Rating of Perceived Exertion - RPE).....	38
2.3 อัตราการเต้นของหัวใจแบ่งเป็น 5 โซน.....	40
4.1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง.....	89
4.2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพลังงานกล้ามเนื้อและการทำงานของสมอง ด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	89
4.3 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย (RPE).....	90
4.4 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-wilk test.....	92
4.5 ความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	93
4.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey ความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	93
4.7 ความสามารถในการยืนกระโดดไกล ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	94
4.8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey ความสามารถในการยืนกระโดดไกล ก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	95
4.9 ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	96
4.10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่น ทางความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	96
4.11 ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8.....	98

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
2.1 แสดงการจัดเครื่องมือที่ใช้บันทึกและโมนิเตอร์เพื่อใช้ในการฝึกหน่วยยนต์ (Monitor unit).....	49
2.2 เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง IEMG และแรงดึงของกล้ามเนื้อชนิดไอโซเมตริก ในผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก ผู้ที่ได้รับการฝึกและนักกีฬา สำหรับการทำงานที่ใช้พลังของ ระบบประสาทและกล้ามเนื้อเท่ากัน คือ ในระดับที่ IEMG เท่ากัน.....	49
2.3 แสดงผลของการฝึกกระยะยาวต่อความเร็วในการมวนบุหรี แต่ละจุดเป็นเวลาเฉลี่ย ที่ใช้สำหรับคนทำงานใน 1 สัปดาห์ ส่วนแกนตั้งเป็นเวลาที่สามารถทำได้ ส่วนแกนนอน เป็นจำนวนผลงานที่ทำได้ตั้งแต่เริ่มเข้าทำงานจนถึงปีที่ 7.....	52
2.4 สมองส่วนหน้า (Forebrain).....	54
2.5 การทำหน้าที่ของสมอง 2 ซีก.....	55
2.6 รีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) เมื่อกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดถูกยืด จะมีพลังประสาทส่ง จาก Muscle spindle ขึ้นไปประสานกับ Motor neurone ของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียด เพื่อกระตุ้นกลุ่มเหยียดแขนงของเส้นประสาทที่นำขึ้น (Afferent fibre) ไปนี่ยังส่งไป ประสาทกับ Inteneurone ซึ่งจะส่งลงมายับยั้งการทำงานของ Motor neurone ของ กล้ามเนื้อกลุ่มงอ เป็นผลให้กล้ามเนื้อกลุ่มงอคลายตัว.....	61
2.7 สมองส่วนกลาง.....	70
2.8 วิธีทดสอบแบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำ (Filled dots).....	73
2.9 วิธีทดสอบแบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีขาว (Empty dots).....	73
2.10 วิธีทดสอบแบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำและสีขาวสลับกัน (Switching dots).....	74
2.11 วิธีทดสอบแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial visualization test).....	75
4.1 กราฟแสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย.....	91
4.2 กราฟแสดงคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย.....	91
4.3 กราฟแสดงความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ.....	94
4.4 กราฟแสดงความสามารถในการยืนกระโดดไกล.....	95
4.5 กราฟแสดงความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด.....	97

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.6	กราฟแสดงความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์.....99

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นและความสำคัญของปัญหา

กีฬายูโดเป็นกีฬาประเภทต่อสู้สวยงามที่เป็นการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Franchini, 2008, pp. 859-869) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากและเป็นกิจกรรมหนึ่งที่เป็นการประสานสัมพันธ์ของสติปัญญา เมื่อได้รับฝึกแล้วทุกส่วนของร่างกายจะมีการทำงานประสานสัมพันธ์กันซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทางด้านร่างกาย อารมณ์ และสังคม (ภิญโญ สำนัก, 2564, น. 102) การฝึกหรือการเล่นยูโดจะช่วยส่งเสริมให้นักกีฬามีการพัฒนาในหลายองค์ประกอบ เช่น ความแข็งแรง ความคล่องแคล่วว่องไว ความเร็ว พลังกล้ามเนื้อ นักกีฬายูโดต้องใช้ความพยายามสูงสุดโดยมีเป้าหมายในการทุ่มคู่ต่อสู้ให้ล้มลงพื้น หรือเพื่อให้ได้มาซึ่งการควบคุมในท่าพื้น รัตคอ หรือบิดข้อต่อ เพื่อให้คู่ต่อสู้ยอมแพ้ นักกีฬาต้องใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อสำหรับการโจมตีพร้อมกับการตอบสนองการทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ รวมถึงการเคลื่อนที่ (Movement) ช่วงจังหวะ (Moment) ที่คู่ต่อสู้เสียการทรงตัวซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการใช้เทคนิคที่มีประสิทธิภาพ (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2561, น. 14) ระดับความเชี่ยวชาญของยูโดจะแสดงด้วยสี่เข็มขัด คือสีขาวแสดงถึงนักกีฬามือใหม่ และเข็มขัดสีดำแสดงถึงนักกีฬาที่มีทักษะสูง ในการแข่งขันนักกีฬาจะประสบความสำเร็จได้นั้น นักกีฬาจะต้องมีทักษะและกลวิธีขั้นสูงในการแข่งขัน รวมทั้งสมรรถภาพทางกาย โดยเฉพาะพลังกล้ามเนื้อ เนื่องจากในระหว่างการแข่งขันนักกีฬายูโดจะต้องชิงจับคู่ให้ได้เปรียบเพื่อควบคุมคู่ต่อสู้ให้ไปในทิศทางที่ต้องการและง่ายต่อการเข้าทำเทคนิคการทุ่ม (Franchini et al., 2020, pp. 147-166) การฝึกพลังกล้ามเนื้อ คือการฝึกที่เพิ่มแรงต้านให้กับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงาน สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการทำงานอย่างทันทีทันใดของกล้ามเนื้อด้วยความพยายามสูงสุด เช่น การยก และการทุ่ม (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2561, น. 14) จากการศึกษาของ เจริญ กระบวนรัตน์ (2557, น. 1) กล่าวว่า การบริหารร่างกายด้วยน้ำหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีหลักปฏิบัติที่สำคัญ 2 ประการ คือการบริหารเพื่อเสริมสร้างกำลังความแข็งแรงให้กับกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ (Large muscles group) ที่ทำหน้าที่ออกแรงเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวโดยตรง (Movers) วิธีการปฏิบัติเพื่อบริหารกลุ่มกล้ามเนื้อดังกล่าวนี้ จะต้องยกน้ำหนักในท่าที่กำหนดด้วยจังหวะที่ค่อนข้างเร็วเพื่อทำให้กล้ามเนื้อตลอดจนข้อต่อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวนั้นโดยตรง ต้องออกแรงทำงานพร้อมกันอย่างรวดเร็วเต็มที่ ซึ่งจะทำให้การบริหารก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และการบริหารเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกลุ่มกล้ามเนื้อมัดย่อย (Synergists) ทำหน้าที่สนับสนุนการเคลื่อนไหวของกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่

ให้สามารถทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์แบบและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น วิธีการปฏิบัติเพื่อบริหารกลุ่มกล้ามเนื้อดังกล่าวจะต้องยกน้ำหนักในท่าที่กำหนดในจังหวะที่ค่อนข้างช้า หรืออาจจะยกแล้วหยุดนิ่งเกร็งกล้ามเนื้อไว้ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ สลับกันไปขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการฝึก นอกจากนั้นสมรรถภาพอีกด้านที่นักกีฬาผู้ใดควรที่จะให้ความสำคัญควบคู่ไปพร้อมกับการเสริมสร้างพลังกล้ามเนื้อ คือ ความสามารถในการทำงานของสมองที่อาจจะส่งผลทำให้นักกีฬาสามารถแสดงความสามารถทางการกีฬาสูงสุดตลอดช่วงของการแข่งขันได้ เพราะนักกีฬาผู้ใดจำเป็นต้องเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาเพื่อหลบหลีกคู่ต่อสู้และรอจังหวะทำคะแนนให้ได้เปรียบคู่ต่อสู้ ดังนั้นการฝึกการทำงานของสมองให้นักกีฬาสามารถตัดสินใจในการที่จะทำได้เปรียบคู่ต่อสู้ตลอดเวลานั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

การทำงานของสมองหรือความสามารถทางสมองเป็นสิ่งสำคัญที่นักกีฬาผู้ใดจะต้องให้ความสำคัญ ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้ (Perception) ความตั้งใจ (Attention) ความจำ (Memory) ความสามารถในการจัดการความคิดและพฤติกรรม (Executive functioning) ความสามารถในการประมวลผล (Information processing) ความสามารถในการเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) การยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) และความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual ability) เพราะกีฬาผู้ใดเป็นกีฬาประเภทต่อสู้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องมีความสามารถทางสมอง โดยเฉพาะการยืดหยุ่นทางความคิด และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Tomprowski et al., 2018, pp. 111-131) กล่าวคือ ต้องมีการวางแผน การแก้ปัญหา การหลีกเลี่ยงจากการเสียเปรียบให้เป็นโอกาสได้เปรียบคู่ต่อสู้ โดยจะเกิดในลักษณะการทุ่มคู่ต่อสู้ เช่น ทักษะการทุ่มท่าเซโออิ นาเง (Seoi Nage) ซึ่งในช่วงการจับชุดคู่แล้วดึงกระชากคู่ต่อสู้ให้เสียการทรงตัว ในการกระทำนี้ต้องวางแผนให้ดี หลังจากกระชากคู่ต่อสู้ให้เสียการทรงตัวได้แล้ว จะเข้ามาสู่ช่วงที่ 2 คือการใช้ท่าหน้า หรือที่เรียกว่าท่าหลอก เพื่อให้คู่ต่อสู้เกิดความสับสน หลังจากนั้นจะรีบใช้ทักษะการทุ่มท่าเซโออิ นาเง (Seoi Nage) อย่างรวดเร็ว เพื่อทุ่มคู่ต่อสู้ให้หลังลงสู่พื้น (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2561, น. 14) ทักษะการทุ่มดังกล่าวล้วนเป็นความสามารถทางสมองที่ประมวลผลและสั่งการได้อย่างรวดเร็ว (กรมพลศึกษา, 2563, น. 37)

ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) เป็นองค์ประกอบของทักษะสมองที่ปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ หรือการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม (Hsieh & Wu., 2021, pp. 41-52) ทักษะการยืดหยุ่นทางความคิดอาจทำให้การบรรลุเป้าหมายเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยการเอาชนะสิ่งรบกวนจากภายนอก (Kiesel et al., 2020, pp. 849-874) จากการศึกษาของ Belling and Ward. (2015, pp. 1219-1224) รายงานว่า นักกีฬาไม่เพียงแต่ต้องการความสามารถทางกายที่ดีเท่านั้น ยังต้องการทักษะและความสามารถที่เกี่ยวกับการทำงานของสมองที่ดีด้วย (Cognitive performance) รวมทั้งการศึกษาของ Mann et al. (2019, pp. 457-478)

ที่พบว่านักกีฬาจะแสดงความสามารถทางการกีฬาที่มีประสิทธิภาพได้นั้น จะอยู่ภายใต้กระบวนการทำงานทางความคิดที่ซับซ้อน (Complex mental processes) นักกีฬาที่มีความสามารถโดดเด่นสามารถจำแนกได้ด้วยระดับความสามารถทางสมองที่เป็นเลิศ เช่น ความตั้งใจ ความสามารถในการจัดการทางความคิดและการกระทำ และความสามารถเชิงมิติสัมพันธ์ (Alves et al., 2019, p. 36; Voss et al., 2019, pp. 812-826) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Vestberg et al. (2017, p. 154) พบว่า ความสามารถในการทำงานของสมองในส่วนของความยืดหยุ่นทางความคิดและความจำใช้งานมีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการกีฬา

ความสามารถทางสมองอีกด้านที่มีความสำคัญกับกีฬายูโด คือ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นการเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับวัตถุ หรือวัตถุกับวัตถุในสภาพแวดล้อมของบุคคลนั้นๆ ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในการรับรู้พื้นที่ ทิศทาง ตำแหน่ง ซ้าย - ขวา หน้า - หลัง และสามารถเชื่อมโยงให้เกิดการนึกคิดที่เกี่ยวข้องกับมิติได้ (Alloway & Alloway., 2010, pp. 20-29) ในการเล่นกีฬายูโดนี้นักกีฬาจำเป็นต้องใช้ทักษะนี้อยู่ตลอดเวลา เช่น การรับรู้ตำแหน่งของตนเองว่าจะต้องทำอะไรไม่ให้โดนคู่ต่อสู้ทุ่มลงพื้น และจะต้องทำอย่างไรที่จะทุ่มคู่ต่อสู้ลงสู่พื้นได้อย่างรวดเร็ว (Julio et al., 2017, pp. 676-683) การศึกษาของ Chaddock et al. (2020, pp. 249-256) ได้ศึกษาการออกกำลังกายแบบ Aerobic fitness ในเด็กอายุ 9-10 ปี พบว่า พื้นที่สมองในส่วน Hippocampus and basal ganglia มีขนาดความเข้มของสารสื่อประสาทสีเทาเพิ่มขึ้น รวมไปถึงสารสื่อประสาทสีขาว (White matter) ที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางร่างกาย (Physical activity) (Colcombe et al., 2003, pp. 125-130) ซึ่งสมองส่วนที่เรียกว่า Hippocampus มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการรับรู้และอารมณ์ (Cognition and emotion) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความใส่ใจในด้านที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Attention from scientific community) (Pessoa, 2018, pp. 148-158) ดังนั้นนักกีฬายูโดจึงจำเป็นต้องได้รับการฝึกเพื่อเพิ่มความสามารถของสมองด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial processing) เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงาน (Working memory) การจำภาพเหตุการณ์ (Episodic memory) รวมถึงการสร้างรูปแบบการคิดด้วยการจินตนาการ (Construction of mental images) (Bird & Burgess., 2019, pp. 182-194; Squire et al., 2010, pp. 19044-19048) แต่การฝึกเพื่อเพิ่มความสามารถของสมองเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ทำให้นักกีฬายูโดประสบความสำเร็จสูงสุดได้ ดังนั้นนักกีฬายูโดควรได้รับการฝึกฝนในด้านสมรรถภาพทางกายควบคู่กันไปด้วย

การออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬายูโด เป็นการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Franchini, 2020, pp. 147-166) การออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจงของกีฬายูโดมีหลายวิธีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการฝึก แต่การฝึกที่เป็นที่นิยมอย่างมากคือการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะพลังกล้ามเนื้อมีหลายวิธีการที่จะทำให้เกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ได้แก่

การฝึกแบบโอลิมปิก (Olympic lifting) การฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงสูงสุด (Heavy strength training) การฝึกเพื่อเพิ่มพลังระเบิด (Explosive power training) การฝึกแบบผสมผสาน (Combine training) และการฝึกแบบใช้แรงต้าน (Resistance training) (วิญญู สำนวน, 2564, น. 102-103) ความแข็งแรงเป็นการเคลื่อนไหวทางกายของบุคคลส่วนใหญ่กระทำกับแรงต้านทานหลายรูปแบบ เช่น น้ำหนักของร่างกาย แรงดึงดูดโลก และการกระทำของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Nervous system) ที่เอาชนะแรงต้านทานภายในและภายนอกสำหรับการฝึกนำเอาพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อออกมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สนธยา สีละมาต, 2560, น. 297) จากการศึกษาของ จักรกฤษณ์ พิเดช (2561, น. 61) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของรยางค์ส่วนบนในนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนชาย ผลการศึกษาพบว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านของกล้ามเนื้อของรยางค์ส่วนบน สามารถพัฒนาได้ทั้งความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อของรยางค์ส่วนบนของนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนชายได้ และสอดคล้องกับการศึกษาของ ไพวัน เพลิตพราว (2563, น. 3414) ได้ศึกษาผลการศึกษาการฝึกด้วยดัมเบลที่มีผลต่อการพัฒนากล้ามเนื้อแขนของ นักศึกษาระดับอุดมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกยกดัมเบลตามแบบที่นิยมทั่วไป และฝึกตาม โปรแกรมการฝึกยกดัมเบลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการพัฒนาขนาดเส้นรอบวงกล้ามเนื้อแขนทั้งสองข้าง เพิ่มขึ้นหลังจากการฝึก 8 สัปดาห์ และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นรอบวงกล้ามเนื้อ แขนขวาและแขนซ้ายของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในการยกดัมเบล พบว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบแสดงให้เห็นว่าการฝึกศิลปะการต่อสู้อยู่ตลอดเวลาส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นในด้านต่างๆของประสิทธิภาพทางปัญญา (Zou et al., 2018, pp. 41-58) จากการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่มุ่งศึกษาแต่การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic exercise) ที่ส่งผลต่อทักษะทางสมองและพลังกล้ามเนื้อ แต่มีการศึกษาจำนวนน้อยมากที่ศึกษาการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic exercise) ที่ส่งผลต่อทักษะทางสมอง และพลังกล้ามเนื้อ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันผลการศึกษาดังกล่าวว่าการออกกำลังกายด้วยกีฬา 유도แบบเฉพาะเจาะจงสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทาง ความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ และเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพ และระดับความสามารถของนักกีฬาให้ก้าวไปถึงความสำเร็จสูงสุดได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อและความสามารถของสมองด้านยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อและความสามารถของสมองด้านยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง ในช่วงก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง อายุ 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 239 คน (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2565, ออนไลน์)

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง อายุ 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 15 คน ได้มาจากการคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อประมาณค่าเฉลี่ยกรณีทราบขนาดประชากร (อรุณ จิรวัดนกุล, 2560, น. 156)

3. ตัวแปร

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง

3.2 ตัวแปรตาม คือ พลังกล้ามเนื้อ และความสามารถของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง หมายถึง การออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ที่สามารถพัฒนาทักษะได้ใกล้เคียงกับการปฏิบัติทักษะของกีฬาโยโด

2. พลังกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานอย่างรวดเร็วและแรงในจังหวะของกล้ามเนื้อหดตัวหนึ่งครั้ง ประกอบด้วย

2.1 การทุ่มบอลเหนือศีรษะ (Overhead medicine ball throw) หมายถึง ความสามารถในการทุ่มลูกบอลเหนือศีรษะ เพื่อทดสอบพลังกล้ามเนื้อแขน

2.2 แบบทดสอบยืนกระโดดไกล (Standing Broad Jump) หมายถึง ความสามารถในการกระโดด เพื่อทดสอบพลังกล้ามเนื้อขา

3. การยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) หมายถึง ความสามารถในการยืดหยุ่นความคิด เปลี่ยนจุดสนใจ เปลี่ยนโฟกัสหรือเปลี่ยนทิศทางให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

4. ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ภาพในเรื่องของการมอง โดยใช้จินตนาการจากประสาทสัมผัสที่สัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ รอบตัวทำให้เกิดความคิดรวบยอดในการแยกแยะสี รูปร่าง รูปทรงสัญญาณ ลักษณะพื้นผิว มิติความลึก มิติความกว้าง ยาว หนา สูง และเป็นหนึ่งในความสามารถด้านพุทธิปัญญา

5. นักกีฬายูโดเยาวชนหญิง หมายถึง นักกีฬายูโดเยาวชนหญิงที่มีอายุตั้งแต่ 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาเยาวชนของจังหวัดศรีสะเกษ

สมมติฐานของงานวิจัย

ผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬายูโดแบบเฉพาะเจาะจงของนักกีฬายูโดเยาวชนหญิง ในช่วงก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน

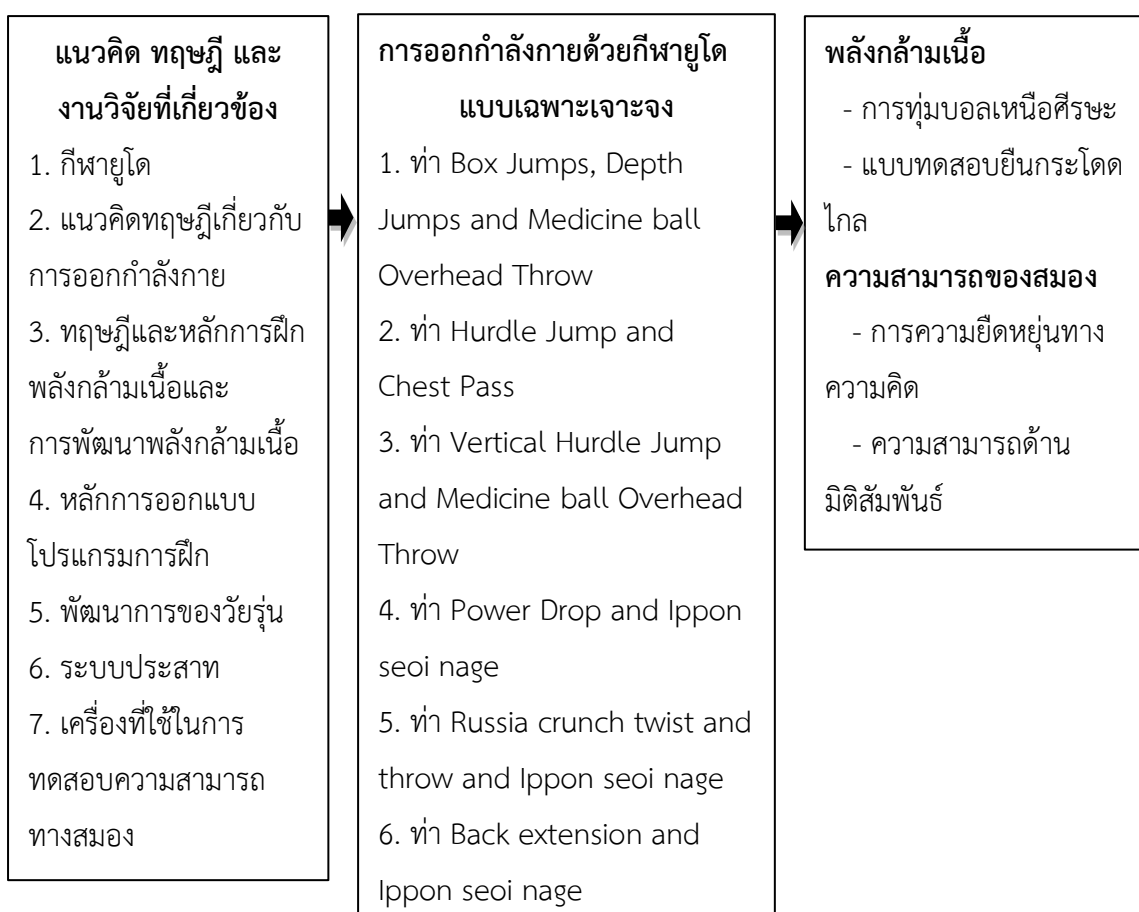
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

1. ได้รูปแบบการการออกกำลังกายด้วยกีฬายูโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อและความสามารถของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ครู อาจารย์ ผู้ฝึกสอน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาและการฝึกซ้อมได้

2. ได้แนวทางการสร้างโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยกีฬายูโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อและความสามารถของสมองด้านยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬา ยูโดเยาวชนหญิง

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อและความสามารถของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ในช่วงก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ผู้วิจัยกำหนดตัวแปรขององค์ประกอบด้านต่างๆ โดยสรุปเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้



ภาพ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัยแบบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังงานกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ และเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังงานกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ในช่วงก่อนและหลังการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงของนักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง ในช่วงก่อนฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กีฬาโยโด
2. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการออกกำลังกาย
3. ทฤษฎีและหลักการฝึกพลังงานกล้ามเนื้อและการพัฒนาพลังงานกล้ามเนื้อ
4. หลักการออกแบบโปรแกรมการฝึก
5. พัฒนาการของวัยรุ่น
6. ระบบประสาท
7. เครื่องที่ใช้ในการทดสอบ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กีฬาโยโด

1. ประวัติและความเป็นมาของกีฬาโยโด

โยโด (Judo) เป็นกีฬาที่ดัดแปลงมาจากศิลปะการต่อสู้ของประเทศญี่ปุ่นที่เรียกว่า ยูยิตสู (Jujitsu) ซึ่งเป็นวิชาการต่อสู้ด้วยมือเปล่าที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำอันตราย และทำลายจุดอ่อนของคู่ต่อสู้โดยมีลักษณะเน้นที่การทุ่มเหวี่ยง จับบิด และหักข้อต่อ ทำให้คู่ต่อสู้หมดสภาพในการต่อสู้ นอกจากการฝึกโยโดจะเป็นการฝึกเพื่อป้องกันตัวเองแล้วยังเป็นการบริหารร่างกายเพื่อให้เกิดความแข็งแรง ฝึกสมาธิให้มั่นคง โดยมีปรัชญาว่า "ประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อประโยชน์ร่วมกัน (Detanico et al., 2016, p. 11) โคโดกันโยโดได้กลายเป็นรากฐานทางการกีฬาของญี่ปุ่น โดยได้มีการบรรจุลงในวิชาพลศึกษาพื้นฐานร่วมกับวิชายิมนาสติกและวิชาเคนโด (Kendo) จากนั้นเมื่อโยโดได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น และได้มีการเผยแพร่วิชาโยโดไปทั่วโลกก็ได้รับความนิยมที่จะฝึกซ้อมกันอย่างมากมาย ในปี ค.ศ. 1952 ได้มีการจัดตั้งสหพันธ์โยโดนานาชาติ (International judo federation) และในปี

ค.ศ. 1964 ยูโดก็ได้รับการบรรจุเข้าแข่งขันในกีฬาโอลิมปิกเป็นครั้งแรก ซึ่งประเทศญี่ปุ่นเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขัน

ยูโดได้เข้ามาแพร่หลายในประเทศไทยครั้งแรกในปี ค.ศ. 1907 โดยชาวญี่ปุ่นชื่อนาย กิโย ฟุจิ (Kivo fuji) ได้นำเอายูยิตสูเข้ามาฝึกซ้อมที่บริษัทมิทซึบุชิเซนไกชา โดยมีผู้ที่ร่วมฝึกฝนคือ พนักงานในบริษัทร่วมกับผู้สนใจอื่น ๆ และมีนายทันตแพทย์เอนโด (Endo) ได้มาทำการช่วยสอนด้วย โดยสมัยนั้นยังคงเรียกว่ายูยิตสู ต่อมาในปี ค.ศ. 1913 หม่อมเจ้าวิบูลย์สวัสดิวงศ์ สวัสดิกุล ซึ่งทรงศึกษาวิชานี้อย่างเชี่ยวชาญจนถึงระดับได้สายดำมาจากอังกฤษ และฝรั่งเศส เมื่อทรงกลับมาทำงานที่ กระทรวงการต่างประเทศ ก็ได้นำเอามาสอนแก่คณะครูในกระทรวงธรรมการ และได้ทรงติดต่อกับ ทางกรมตำรวจ เพื่อนำเอายูยิตสูเข้าไปสอนในโรงเรียนนายร้อยตำรวจโดยทรงทำการฝึกสอน ด้วยพระองค์เอง ต่อมาในปี ค.ศ. 1936 นายโตชิโอะ ฮิดากะ (Toshio hidaka) ได้ก่อตั้งสถานที่ฝึกยูโด เรียกว่า เรนบูกัน ซึ่งมีที่ตั้งอยู่บริเวณตรงข้ามไปรษณีย์กลางบางรัก เมื่อทางประเทศญี่ปุ่นได้ทราบว่า ประเทศไทยมีการฝึกซ้อมยูโดทางสถาบันโคโดกัน ประเทศญี่ปุ่นจึงได้ส่งนักยูโดสายดำชั้นสูงมาเยี่ยม และเผยแพร่วิชายูโดเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และได้มีการมอบสายดำให้กับนักยูโดไทยที่มีความสามารถ 2 ท่าน คือ นายทิม อติเปรมานนท์ อาจารย์โรงเรียนสวนกุหลาบ และหม่อมหลวงพุม กุญชร อาจารย์ โรงเรียนนายร้อยทหารบก ต่อมาในปี ค.ศ. 1941 ประเทศไทยได้ส่งนักกีฬายูโดไปฝึกซ้อมที่สถาบัน โคโดกันประเทศญี่ปุ่น จำนวน 5 ท่าน คือ นายสมศักดิ์ กิตติสาร นายจำรัส ศุภวงศ์ นายประจันต์ วัชรปาน นายจิวัฒน์ นาคะโมทย์ และนายทอง ชุมสาย จากการไปศึกษาวิชายูโดที่ประเทศญี่ปุ่นครั้งนี้ นักกีฬายูโดของประเทศไทยได้รับสายดำชั้น 1 กลับมาทุกคน จากนั้นมายูโดก็ได้รับความนิยม มีผู้ฝึกซ้อมยูโดมากขึ้น และเริ่มแพร่หลายไปยังสถานศึกษาต่าง ๆ

ในปี ค.ศ. 1955 ได้มีก่อตั้งสมาคมยูโดแห่งประเทศไทยขึ้น โดยมีผู้ริเริ่มคือ พลตำรวจ จัตวาพิชัย กุลละวณิช, พลตำรวจจัตวา มงคล จีระเศรษฐ์ และนายสิทธิผล ผลาชีวิน ใน ค.ศ. 1956 สมาคมยูโดแห่งประเทศไทยเข้าร่วมเป็นสมาชิกของสหพันธ์ยูโดแห่งเอเชีย (Judo union of asia)

กีฬาโยโดจัดว่ามีความสำคัญและคุณค่าต่อชีวิตมนุษย์ในด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และ จิตใจ ตลอดจนถึงความปลอดภัยในการดำรงชีวิตดังที่ กฤษณ์ เชาวน์พานิช (2561, น. 9-10) กล่าวว่า การเล่นโยโดก่อให้เกิดการพัฒนาร่างกาย และจิตใจตามอุดมคติของโยโด เพิ่มความเชื่อมั่น และความรับผิดชอบต่อตนเอง และส่วนรวม นอกจากนั้นยังเป็นเป็นศิลปะการต่อสู้ที่อาจช่วยเหลือ ตนเองได้ยามคับขันอีกด้วย และสอดคล้องกับ บุญส่ง ยอดวงศ์ ที่ได้กล่าวว่า ยูโดเป็นวิชาที่ช่วยบริหาร ร่างกายทุกส่วนอย่างแท้จริง ทำให้ร่างกายมีสัดส่วนเหมาะสม มีความอ่อนนุ่มตามสถานการณ์ต่างๆ ได้ ให้อำนาจควบคุมตนเองในการทรงตัวที่มั่นคง และทำให้เกิดการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ และจิตใจทำให้เกิดสมาธิ นอกจากนั้นยังเป็นเกมกีฬาการต่อสู้ที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดความกล้าหาญ อดทนที่สูงขึ้น ให้ความมั่นใจในตนเอง ช่วยเพิ่มพูนความมานะบากบั่น และความคิดในการตัดสินใจ ตลอดจนการ

ติดต่อกับผู้อื่นด้วย ดังนั้นการเล่นและฝึกยูโดจึงเป็นการฝึกด้านจิตใจให้เข้มแข็ง ทรหด อุดมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ พลตำรวจจัตวา มงคล จีระเศรษฐ์ ยังได้กล่าวถึงหลักการและวัตถุประสงค์ของยูโดว่า สำหรับยูโदनั้นยังสนใจในวิชานี้มากเพียงไรก็ยิ่งมีความเข้าใจในคำว่า ประสิทธิภาพสูงสุด ยิ่งขึ้นเท่านั้น อนึ่งเรื่องประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากเป็นมูลฐานของการบริหารร่างกาย และจิตใจให้สมบูรณ์ อันเป็นประโยชน์อย่างใหญ่หลวงในด้านพลศึกษาแล้ว ยังก่อให้เกิดประโยชน์ทางสติปัญญา จริยศึกษา ศิลธรรม วงการธุรกิจ ตลอดจน สวัสดิภาพแห่งสังคม และการดำรงชีพร่วมอยู่กับผู้อื่นอีกด้วย ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าในปัจจุบันได้มี ผู้ให้ความสนใจเรียน และเล่นกีฬายูโดมากขึ้นอย่างแพร่หลาย

2. สมรรถภาพทางกายของนักกีฬายูโด

สมรรถภาพทางกายของนักกีฬายูโด ประกอบด้วย องค์ประกอบทางด้านต่างๆ ดังนี้ (กรมพลศึกษา, 2562, น. 2-4)

2.1 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness)

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness) เป็นสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนให้เกิดระดับความสามารถและทักษะในการแสดงออกของการเคลื่อนไหว และการเล่นกีฬามีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะประกอบด้วย สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด และองค์ประกอบของร่างกายแล้ว ยังประกอบด้วยสมรรถภาพทางกายในด้านต่อไปนี้คือ

2.2.1 ความเร็ว (Speed) หมายถึงความสามารถในการเคลื่อนไหวไปสู่เป้าหมายที่ต้องการโดยใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด ซึ่งกล้ามเนื้อจะต้องออกแรงและหดตัวด้วยความเร็วสูงสุด

2.2.2 กำลังของกล้ามเนื้อ (Muscle power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานโดยการออกแรงสูงสุดในช่วงที่สั้นที่สุด ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วเป็นองค์ประกอบหลัก

2.2.3 ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึงความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางและตำแหน่งของร่างกายในขณะที่กำลังเคลื่อนไหวโดยใช้ความเร็วได้อย่างเต็มที่จัดเป็นสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นในการนำไปสู่การเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐานสำหรับทักษะในการเล่นกีฬาประเภทต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพ

2.2.4 การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมและรักษาตำแหน่ง ท่าทางของร่างกายให้อยู่ในลักษณะตามที่ต้องการได้ทั้งขณะอยู่กับที่หรือในขณะที่มีการเคลื่อนไหว

2.2.5 เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) หมายถึงระยะเวลาที่เร็วที่สุดที่ร่างกายมีการตอบสนองหลังจากที่ได้รับผลกระทบ ซึ่ง เป็นความสามารถของระบบประสาทเมื่อรับรู้การถูกกระตุ้น แล้วสามารถสั่งการให้อวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวให้มีการตอบสนองอย่างรวดเร็ว

2.2.6 การทำงานที่ประสานกัน (Coordination) หมายถึง ความสัมพันธ์ในการทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหว ทำให้ส่วนต่างๆ ของร่างกายสามารถที่จะปฏิบัติกิจกรรมทางกลไกที่สลับซับซ้อนในเวลาเดียวกันอย่างราบรื่นและแม่นยำ

3. ทักษะการออกกำลังกายด้วยกีฬา 유도

ทักษะการทุ่มเบื้องต้นมีรายละเอียดของแต่ละทักษะ ดังนี้ (กษิติศ วงษ์ลิขิตธรรม, 2557, น. 112-133)

3.1 ทักษะการทุ่มเบื้องต้น

3.1.1 ท่าทุ่มด้วยสะโพก (Ogoshi)

วิธีปฏิบัติ

1. ก้าวเท้าขวาเฉียงไปข้างหน้าทางด้านซ้ายมือ ให้อยู่ข้างหน้าเท้าขวาของคู่ต่อสู้ ห่างประมาณ 5 นิ้ว
2. ก้าวเท้าซ้ายไปวางข้างเท้าขวาของผู้ที่ทุ่มให้อยู่ในแนวเดียวกัน ปล่อยมือขวาไปโอบเอวของคู่ต่อสู้ให้แน่น มือซ้ายดึงแขนซ้ายของคู่ต่อสู้ให้ชิดกับลำตัว
3. พลิกตัวกลับหลังหัน แล้วตัวผู้ทุ่มจะยืนซ้อนอยู่ข้างหน้าคู่ต่อสู้ เท้าแยกและย่อเข้าทั้งสองลงเล็กน้อย ให้สะโพกซ้อนกันพอดี ลำตัวตรง รัดแขนทั้งสองให้แน่น หันหน้าไปทางไหล่ซ้าย

4. ดึงมือพร้อมกับโค้งตัวลง คู่ต่อสู้ก็จะลอยข้ามตัวผู้ทุ่มไปตกลงสู่พื้น

3.1.2 ท่ากอดคอทุ่มด้วยสะโพก (Koshi guruma)

วิธีปฏิบัติ

1. ใช้มือซ้ายจับแขนเสื้อคู่ต่อสู้ให้แน่น พร้อมทั้งดึงให้คู่ต่อสู้เสียหลักมาข้างหน้า
2. ก้าวเท้าขวาไปวางข้างหน้าเท้าขวาของคู่ต่อสู้ พร้อมกับยกแขนขวาตัวกอดรอบคอ
3. ถอยเท้าซ้ายเข้าหาคู่ต่อสู้และหมุนตัวของเราไปทางด้านซ้าย คู่ต่อสู้ก็จะถูกทุ่มตลอด

3.1.3 ท่าพับแขนหุ้มด้วยป่า (Morote seoi nage)

วิธีปฏิบัติ

1. ดึงคู่ต่อสู้ให้เสียการทรงตัวมาทางด้านหน้าขวามือ พร้อมทั้งก้าวเท้าขวาของเราไปหน้าเท้าขวาของคู่ต่อสู้
2. หมุนตัวเข้าหาในขณะที่ใช้มือขวาม้วนเลื้อยของคู่ต่อสู้ สันเท้าหันเข้าหากันและห่างพอสมควร
3. หมุนตัวของเราไปทางซ้ายต่อไปอีก พร้อมทั้งสับหน้าไปทางซ้าย ใช้มือทั้งสองดึงคู่ต่อสู้ไปทางไหล่ขวา คู่ต่อสู้ก็จะถูกหุ้มลอย

3.1.4 ท่าหุ้มด้วยป่า (Ippon seoi nage)

วิธีปฏิบัติ

1. ในขณะยืนพร้อมที่จะหุ้ม เราจะใช้มือซ้ายดึงคู่ต่อสู้ให้เสียการทรงตัวมาข้างหน้า พร้อมทั้งก้าวเท้าขวาไปวางข้างหน้าเท้าขวาของคู่ต่อสู้
2. หมุนตัวด้วยความเร็วไปทางซ้าย พร้อมกับใช้มือขวาสอดเข้าใต้รักแร้ของคู่ต่อสู้โดยใช้ข้อพับแขนขวากระชับให้แน่น
3. ถอยเท้าซ้ายเข้าหาคู่ต่อสู้ และย่อเข่าลงให้ต่ำ แล้วหมุนตัวต่อไปอีก โดยใช้มือซ้ายดึงแขนเสื้อคู่ต่อสู้ให้แรง และยืดเข้าขึ้น คู่ต่อสู้ก็จะลอยข้ามหัวไหล่ไปล้มลงด้านหลัง

3.1.5 ท่าหุ้มเหยียดขาขวาง (Tai o toshi)

วิธีปฏิบัติ

1. จังหวะที่เหมาะสมกับการหุ้มทำนี้คือ จังหวะที่คู่ต่อสู้ก้าวเท้าขวามาข้างหน้า ให้ใช้มือซ้ายดึงคู่ต่อสู้เข้าหาทันที พร้อมกับถอยเท้าไปด้านหลังทางขวา
2. ในจังหวะที่คู่ต่อสู้เสียการทรงตัว ให้หมุนตัวพร้อมทั้งเหยียดขาขวางของเราวางเท้าขวาของคู่ต่อสู้ไว้ โดยใช้นิ้วเท้าจิกลงกับพื้น
3. ดึงมือซ้ายให้แรงขึ้น พร้อมกับใช้มือขวาดันบริเวณต้นคอด้านซ้ายของคู่ต่อสู้ จะทำให้คู่ต่อสู้ลอยข้ามเท้าของเราที่ใช้ขวางได้

3.1.6 ท่ากวาดขาหุ้มสะโพก (Harai goshi)

วิธีปฏิบัติ

1. ใช้มือขวาดึงคู่ต่อสู้อย่างแรงในขณะที่เราถอยเท้าซ้ายไปข้างหลัง เพื่อให้คู่ต่อสู้เสียการทรงตัว
2. จังหวะที่ติดต่อกันกับข้อ 1 ให้หมุนสะโพกโดยให้เท้าขวาของเราผ่านด้านหลังคู่ต่อสู้ในลักษณะงุ่มปลายเท้า

3. ใช้มือซ้ายดึงอย่างแรงในขณะที่ใช้เท้าขวากวาดเหวี่ยงและหมุนตัวไปทางซ้าย ส่วนมือขวาก็ช่วยดันด้วย จะทำให้คู่ต่อสู้ลอยขึ้นและตกลงสู่พื้น

3.1.7 ท่าทุ่มงอเข่าวัด หรือท่าสปริงสะโพก (Hane goshi)

วิธีปฏิบัติ

1. ก้าวเท้าขวาไปวางหน้าเท้าขวาของคู่ต่อสู้ ใช้มือทั้งสองดึงคู่ต่อสู้ให้เข้ามาชิดตัว พร้อมทั้งย่อเท้าซ้ายลงให้อยู่ระหว่างขาของคู่ต่อสู้ งอเข่าขวาลงเล็กน้อย ให้ตาตมอยู่บริเวณหน้าแข้งขวาของคู่ต่อสู้

2. สะบัดหน้าไปทางซ้ายพร้อมกับงัด หรือสปริงสะโพกขาขึ้น หมุนตัวไปทางซ้าย คู่ต่อสู้ก็จะถูกทุ่มลอยไป

3.1.8 ท่าทุ่มสอดขาเหวี่ยง (Uchimata)

วิธีปฏิบัติ

1. ใช้มือขวาดึงคู่ต่อสู้ให้ถลำตัวมาข้างหน้า โดยการก้าวถอยด้วยเท้าซ้ายไปข้างหลัง เพื่อทำให้คู่ต่อสู้เสียการทรงตัว

2. ในจังหวะที่ต่อเนื่องกัน ให้หมุนสะโพกขวาและดึงคู่ต่อสู้ให้นอนทับอยู่บนตัวของเรา

3. สอดขาขวาของเราให้ลึกเข้าไประหว่างขาของคู่ต่อสู้เกร็งเท้าให้แข็งและตีไปด้านหลัง

4. จังหวะที่ต่อเนื่องกัน ให้เพิ่มแรงดึงมือซ้ายมากขึ้นและดันด้วยมือขวาพร้อมกับหมุนตัวไปทางซ้าย คู่ต่อสู้ก็จะถูกทุ่มลอยไป

3.1.9 ท่าทุ่มยันท้อง (Tomoe nage)

วิธีปฏิบัติ

1. ในขณะที่คู่ต่อสู้เคลื่อนไหวนำมาข้างหน้า ให้ใช้มือทั้งสองดึงคู่ต่อสู้ให้เสียการทรงตัวมาข้างหน้าทันที

2. ในจังหวะที่ต่อเนื่องกัน ให้อยู่เข้าซ้ายต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ และยกเท้าขวายันบริเวณท้องน้อย

3. ทั้งตัวลงนอนพร้อมทั้งถีบขาขวาเหยียดดึง มือทั้งสองยกขึ้น และพยายามให้คู่ต่อสู้ลอยข้ามศีรษะไป

4. การกระทำได้กล่าวข้างต้นจะต้องกระทำให้กลมกลืนและต่อเนื่องกัน เพราะจะทำให้คู่ต่อสู้ถูกทุ่มอย่างง่ายดาย

3.1.10 ท่านอนหงายหลังพุ่ม (Ura nage)

วิธีปฏิบัติ

1. ในขณะที่คู่ต่อสู้โถมตัวเข้ามา ให้ก้าวเท้าขวาเข้าหาคู่ต่อสู้ พร้อมกับย่อตัวลงให้ต่ำ และก้าวเท้าขวาด้านนอกเท้าขวาของคู่ต่อสู้
2. สอดแขนซ้ายโอบรอบลำตัวของคู่ต่อสู้ไว้ ในขณะที่มือขวาแตะอยู่บริเวณหน้าท้องของคู่ต่อสู้ เพื่อเป็นการควบคุมไม่ให้คู่ต่อสู้หนี
3. ย่อสะโพกให้ต่ำลง พร้อมกับใช้มือขวาดันส่งให้คู่ต่อสู้ลอยข้ามไหล่ซ้ายของเราไปในจังหวะที่เราล้มตัวลง จะทำให้คู่ต่อสู้ลอยข้ามตัวเราไปทางซ้าย

3.1.11 ท่ารั้งให้ลอย (Ukiwaza)

วิธีปฏิบัติ

1. ให้ดึงคู่ต่อสู้ด้วยการงอข้อศอกซ้ายไปข้างหลัง และมือขวาดึงชิดลำตัว
2. ในจังหวะที่ต่อเนื่องกันให้เบี่ยงตัวไปทางด้านขวาพร้อมกับเหยียดเท้าซ้ายออกไปขวางเท้าขวาของคู่ต่อสู้ไว้
3. ทิ้งตัวลงนอน พร้อมกับใช้แขนทั้งสองดันส่งคู่ต่อสู้ให้ล้มลงไปในทางด้านเหนือหูซ้าย
4. แรงจากการดึงผสมกับการเบี่ยงตัวลงนอน และบังคับไม่ให้คู่ต่อสู้ก้าวเท้าต่อไปด้วยวิธีการใช้ขาซ้ายขวางไว้ จะทำให้คู่ต่อสู้ถูกพุ่มลอยไป

3.1.12 ท่าเกี่ยวขาด้านใน (Kouchi gari)

วิธีปฏิบัติ

1. ในจังหวะที่คู่ต่อสู้ก้าวเท้าขวามาข้างหน้า และกำลังจะสัมผัสพื้น ให้ก้าวเท้าซ้ายถอยไปข้างหลัง พร้อมกับสอดเท้าขวาโดยให้ปลายเท้าจุ่มเข้าไประหว่างขาของคู่ต่อสู้
2. ในจังหวะที่ต่อเนื่องกัน ให้ใช้เท้าขวาที่สอดเข้าไบนั่นขัดที่บริเวณสันเท้าขวาของคู่ต่อสู้ทันที พร้อมกับใช้มือซ้ายดึงและมือขวาดัน
3. ขัดเท้าให้แรงและโถมตัวไปข้างหน้าโดยแรง คู่ต่อสู้ก็จะล้มลง

3.1.13 ท่าเกี่ยวตัวกลับเท้าด้านใน (Ouchi gari)

วิธีปฏิบัติ

1. ในจังหวะที่คู่ต่อสู้ก้าวเท้าซ้ายมาข้างหน้า ให้หมุนสะโพกไปทางซ้าย โดยใช้เท้าซ้ายเป็นจุดหมุน พร้อมทั้งเหยียดเท้าขวาไปในระหว่างขาของคู่ต่อสู้
2. ใช้เท้าขวาที่สอดเข้าไบนั่นเกี่ยวขาซ้ายของคู่ต่อสู้ แล้วตัววัดกลับมาทางด้านหลัง พร้อมกับใช้มือซ้ายจับตรึงให้อยู่ และใช้มือขวาดัน

3. ในจังหวะที่ต่อเนื่องกันให้โหมน้ำหนักตัวไปข้างหน้าจะทำให้คู่ต่อสู้

ล้มลง

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการออกกำลังกาย

1. ความหมายของการออกกำลังกาย

ได้มีผู้ให้ความหมายของการออกกำลังกายไว้หลากหลายแนวคิด ดังนี้

การกีฬาแห่งประเทศไทย (2564, น. 80-83) กล่าวว่า การออกกำลังกาย หมายถึง การกระทำใดๆ ที่มีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อสุขภาพ เพื่อความสนุกสนาน และเพื่อสังคมโดยกฎ กติกาการแข่งขันต่าง ๆ

วรศักดิ์ เพียรชอบ (2548, น. 37) ได้ให้ความหมายของการออกกำลังกายไว้ว่า การออกกำลังกายในความหมายที่เข้าใจง่าย ๆ ก็คือ การที่เราทำให้ร่างกายได้ใช้แรงงานหรือกำลังงาน ที่มีอยู่ในตัวนั้น เพื่อให้ร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวนั่นเอง เช่น การเดิน การกระโดด การวิ่ง การทำงานหรือในการเล่นกีฬาการออกกำลังกายแต่ละกิจกรรม ร่างกาย ต้องใช้กำลังงานน้อยแตกต่างกันไปตามลักษณะของงานนั้นว่าจะมากน้อยหรือหนักเบาแค่ไหน

จรววยพร ธรณินทร์ (2542, น. 166) ได้ให้ความหมายของการออกกำลังกายไว้ว่า การออกกำลังกาย เป็นวิธีการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติของคนต้องมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา หากไม่ใช้งาน ทำงานอยู่บนโต๊ะตลอดเวลาจะทำให้กล้ามเนื้อข้อต่อ และอวัยวะต่าง ๆ เสื่อมสภาพ ลงไป จึงต้องออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องและตลอดชีวิตจึงจะสามารถรักษาระดับ สมรรถภาพร่างกายให้ทำงาน ได้นานโดยไม่เหน็ดเหนื่อย

สร้อยรัตน์ พลอินทร์ (2543, น. 12) ให้ความหมายว่า พฤติกรรมการออกกำลังกาย หมายถึง การแสดงออกของการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาที่แสดงออกอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง ที่มีความถี่ในการออกกำลังกายเฉลี่ยต่อสัปดาห์และระยะเวลาที่ปฏิบัติอย่างต่อเนื่องในแต่ละครั้ง โดยไม่หยุดพักและคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพ

ปริญญ์ ดาสา (2544, น. 5) ให้ความหมายว่า พฤติกรรมการออกกำลังกาย หมายถึง กิจกรรมการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างมีระบบแบบแผน โดยมีการกำหนดความถี่ ความนาน และความแรง ระยะอบอุ่นร่างกาย และระยะผ่อนคลายร่างกายที่ถูกต้องก่อให้เกิดการเสริมสร้าง สมรรถภาพทางกายและคงไว้ให้มีสุขภาพดี

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การออกกำลังกาย หมายถึง การเคลื่อนไหวร่างกาย หรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ส่งผลให้รู้สึกเหนื่อยไม่ว่าจะออกแรงมากหรือน้อยก็ตาม รวมถึงทำให้ สุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์

2. ประเภทของการออกกำลังกาย

กรมพลศึกษา (2560, น. 6-7) การออกกำลังกายจะเกิดผลดี มีคุณค่าและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายอย่างแท้จริงนั้น ควรเลือกรูปแบบและกิจกรรมการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคลด้วย สามารถจำแนกลักษณะการออกกำลังกายได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. การออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพความอดทนของหัวใจและปอด (Cardiorespiratory endurance) เพื่อพัฒนาคุณภาพการทำงานของหัวใจและปอดให้แข็งแรงในการทำหน้าที่สูบฉีดเลือด และนำอากาศไปหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้เติบโตแข็งแรง ช่วยให้ร่างกายสดชื่นกระปรี้กระเปร่า และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) เพื่อพัฒนาโครงสร้างของร่างกายและกล้ามเนื้อให้แข็งแรงได้สัดส่วน ในวัยเด็กการออกกำลังกายประเภทนี้จะช่วยกระตุ้นและพัฒนาการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อและกระดูก สำหรับในวัยหนุ่มสาวช่วยส่งเสริมความแข็งแรงและศักยภาพในการเคลื่อนไหวร่างกายให้พัฒนาไปสู่ขีดความสามารถสูงสุดในวัยผู้ใหญ่และวัยสูงอายุช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของโครงสร้างร่างกายตลอดจนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูก ทำให้เคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความอ่อนตัวและยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (Muscular flexibility and elasticity) เพื่อช่วยผ่อนคลายอาการปวดเมื่อยและการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อที่ถูกใช้งานตลอดวัน รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวข้อต่อทำให้ร่างกายรู้สึกผ่อนคลายและพร้อมที่จะเคลื่อนไหว

พิชิต ภูมิจันทร์ (2535, น. 120-121) ได้จำแนกประเภทของการออกกำลังกายตามลักษณะวิธีฝึกไว้ดังนี้

1. การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก (Isometric exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยการเกร็งกล้ามเนื้อ โดยไม่มีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ได้แก่ การเกร็งกล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่ง หรือกลุ่มหนึ่งสักครู่แล้วคลายและเกร็งใหม่ ทำสลับกันหรือการออกแรงดึงดันวัตถุที่ไม่เคลื่อนไหว เช่น ดันกำแพง วงกบบานประตู หรือพยายามยกเก้าอี้ที่เรานั่งอยู่ เป็นต้น

2. การออกกำลังกายแบบไอโซโทนิก (Isotonic exercise) เป็นการออกกำลังกายต่อสู้กับแรงต้านทานโดยกล้ามเนื้อมีการหดตัวหรือคลายตัวด้วย ซึ่งหมายถึง มีการเคลื่อนไหวข้อต่อหรือแขน ขา ได้แก่ การยกสิ่งของขึ้นหรือวางลง การออกกำลังกายแบบนี้เป็นการบริหารกล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ โดยตรงทำให้กล้ามเนื้อโตขึ้น แข็งแรงขึ้น

3. การออกกำลังกายแบบไอโซไคเนติก (Isokinetic exercise) เป็นการออกกำลังกายโดยให้ร่างกายต่อสู้กับแรงต้านทานด้วยความเร็วคงที่นับเป็นการออกกำลังกายแบบใหม่ด้วยการประดิษฐ์เครื่องมือออกกำลังกายที่ทันสมัย ผสมกับเครื่องคอมพิวเตอร์คล้ายกับการออกกำลังกายแบบไอโซทอนิก แต่เป็นการออกแรงต่อเครื่องมือที่สร้างขึ้นไม่ว่าดึงออกหรือเข้า ยกขึ้นหรือวางลง ก็ต้องออกแรงเท่ากัน และด้วยความเร็วเท่ากันเสมอ อีกเครื่องมือหนึ่ง ได้แก่ ลูกล (Treadmil) ผู้เดินหรือวิ่งจะเดินหรือวิ่งสวนทางกับสายพานที่เคลื่อนที่เข้ามาด้วยความเร็วสม่ำเสมอ มีกลไกปรับระดับความเร็วได้ มีการติดตั้งอุปกรณ์วัดการเต้นของหัวใจ

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

5. การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic exercise) มักเรียกทับศัพท์ว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เป็นการออกกำลังกายที่ทำให้ร่างกายเพิ่มพูนความสามารถสูงสุดในการรับออกซิเจน ทำให้ได้บริหารหัวใจและปอดเป็นเวลานานพอที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จะเป็นประโยชน์ขึ้นภายในร่างกาย เป็นการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายด้วยระดับความเร็วปานกลางในระยะเวลาอย่างน้อย 10 นาทีขึ้นไป ร่างกายจะหายใจเอาออกซิเจนเข้าไปใช้ในการสร้างพลังงานเพิ่มขึ้นกว่าระดับปกติมาก ทำให้ระบบหายใจและระบบไหลเวียนของเลือดทำงานมากขึ้นระยะหนึ่ง ก่อให้เกิดความทนทานของระบบดังกล่าวการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ได้แก่ ว่ายน้ำ ถีบจักรยาน เดินเร็ว ๆ เต้นแอโรบิก กระเชยเร็ว ยกน้ำหนักแบบแอโรบิก กระโดดเชือก วิ่งอยู่กับที่ เป็นต้น

ไพรวลัย ตันลาพูน (2530, น. 29-30) การออกกำลังกายมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายตามวัย ตามอุปกรณ์ที่ใช้ลักษณะวิธีการฝึก ซึ่งล้วนแต่เป็นกิจกรรมที่ต้องมีการเคลื่อนไหวร่างกาย ทำให้เกิดการพัฒนการทำงานของหัวใจ ปอด และระบบไหลเวียนโลหิต ตลอดจนสามารถทำให้ระบบกล้ามเนื้อของร่างกาย มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างการออกกำลังกายที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่

1. การเดิน หมายถึง การเดินระยะไกล และเดินเร็วพอสมควร การเดินในระยะสั้นควรใช้เวลาประมาณ 15-30 นาที การเดินเป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้เพิ่งเริ่มออกกำลังกาย (Beginner) โดยจะต้องคำนึงถึงความพร้อมทางร่างกายเป็นอันดับแรก จุดมุ่งหมายของการเดิน คือ เพื่อให้หัวใจและระบบไหลเวียนสูงฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย สัญญาณการเตือนให้รู้ว่าการเดินได้ประโยชน์ คือ มีอาการเมื่อยหัวใจเต้นเร็ว และแรงขึ้นตามลำดับ

2. การวิ่ง เป็นการออกกำลังกายที่ดีที่สุด การวิ่งให้ร่างกายทุกส่วนได้ออกกำลังกายในระยะเริ่มต้น ควรวิ่งเหยาะ ๆ ก่อนใช้เวลา 5-10 นาที หากรู้สึกเหนื่อยมากควรหยุดหรือเปลี่ยนเป็นเดิน หายเหนื่อยแล้วค่อยวิ่งต่อ เมื่อร่างกายแข็งแรงดีแล้วจึงเพิ่มการวิ่งให้มากโดยเพิ่มระยะทางหรือเพิ่มความเร็วในการวิ่งทีละน้อย

3. ขี่จักรยาน การขี่จักรยานเป็นการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพที่ดีประเภทหนึ่งเหมาะสมสำหรับผู้ที่มีน้ำหนักเกินหรือมีปัญหาเกี่ยวกับข้อต่อ ซึ่งไม่เหมาะสมกับการวิ่งเหยาะ แต่การ ขี่จักรยาน ต้องใช้เวลามากกว่าการวิ่ง โปรแกรมการขี่จักรยานที่เหมาะสมเพื่อสุขภาพ คือ ขี่จักรยานวันละ 30 นาที

4. การว่ายน้ำ เป็นการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพที่ดีเยี่ยม เพราะร่างกายได้เคลื่อนไหวทุกส่วนได้คุ้มค่าแรงงานใช้พลังงาน นอกจากนี้ยังมีแรงพยุงในน้ำจึงเหมาะสำหรับคนอ้วนหรือผู้ที่มีปัญหาข้อต่อ การว่ายน้ำเพื่อสุขภาพควรฝึกสัปดาห์ละ 3-5 ครั้ง เช่น สุกร-เสาร์-อาทิตย์ เพราะเป็นวันที่เหมาะที่จะปลีกตัวไปว่ายน้ำ เป้าหมายของการว่ายน้ำคืออย่างน้อยฝึกให้ได้สัปดาห์ละ 90 นาที การว่ายน้ำเป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับเด็กผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ ควรว่ายน้ำให้เร็วและไกลพอสมควร

5. การเล่นกีฬา การเล่นกีฬาที่ใช้การเคลื่อนไหวของร่างกายหลายส่วนต่าง ๆ แบ่งกีฬาออกเป็นกีฬาที่ไม่มีการปะทะ เช่น แบดมินตัน เทเบิลเทนนิส วอลเลย์บอล ตะกร้อ เป็นต้น ที่เหมาะสมแก่การออกกำลังกาย ส่วนกีฬาที่มีการปะทะ ได้แก่ ฟุตบอล บาสเกตบอล และแฮนด์บอล ซึ่งหากเล่นเพื่อการออกกำลังกายไม่ควรหักโหม และไม่เป็นการเล่นแข่งขันแบบเอาจริงเอาจังกันมากเกินไป

6. การบริหาร เป็นวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับทุกเพศทุกวัย สามารถทำที่บ้าน อาจออกกำลังกายด้วยมือเปล่าหรือมีอุปกรณ์ เช่น ลูกฟุตบอล ห่วงยาง ลวดสปริง ม้านั่ง เชือก การบริหารให้ร่างกายมีรูปร่างทรวดทรงที่สวยงาม สามารถแก้ไขรูปแบบทรวดทรงผิดปกติที่เกิดจากกล้ามเนื้อที่อ่อนแอได้ หากจะฝึกความอดทนและความคล่องแคล่วจะต้องฝึกให้นานและมากพอสมควรและสม่ำเสมอ หรืออาจถือหลักง่าย ๆ หากว่าการออกกำลังกายแล้วเหงื่อไม่ออก แสดงว่าน้อยเกินไป ถ้าออกกำลังกายแล้วนอนไม่หลับแสดงว่าหนักเกินไป

เอก ธนะสิริ (2544, น. 55-56) แบ่งการออกกำลังกายเป็น 4 ประเภท คือ

1. Isometrics หรือ Static exercise คือ การออกกำลังกายอยู่กับที่โดยใช้วัตถุเคลื่อนใช้ในท้องถิ่น โต๊ะ เก้าอี้ ประตู หรือในรถประจำทาง เช่น พนักงานเก้าอี้หรือราวจับสำหรับผู้โดยสารที่ยืน กล่าวคือ เป็นการออกกำลังกายโดยการยึดจับสิ่งเหล่านั้น ซึ่งอยู่กับที่ด้วยการเกร็งกล้ามเนื้อหรือห้อยโหน หรือบีบหมุนข้อหรือบิดตัว ต้นคอ เอว และข้อต่อต่าง ๆ เป็นต้น นักบริหารที่ไม่พยายามหาเวลาไปออกกำลังกายอย่างอื่นจำต้องออกกำลังกายโดยวิธีนี้

2. Isotonic exercise คือ การออกกำลังกายโดยใช้เครื่องช่วย เช่น เครื่องมือออกกำลังกายต่าง ๆ ในห้องยิม เช่น ยกน้ำหนัก บาร์เตียว บาร์คู้ ห่วง หรือกรรเชียงบก เป็นต้น พวกเพาะกาย เพื่อประกวดกล้ามเนื้อ หรือประกวดชายงาม ใช้วิธีนี้กล่าวคือ เป็นการออกกำลังกายให้กล้ามเนื้อภายนอก (ไม่รวมกล้ามเนื้อหัวใจ)

3. Anaerobic คือ การออกกำลังกายที่ไม่ได้ใช้ออกซิเจนอย่างสม่ำเสมอหรือใช้แต่น้อย จะใช้มากเป็นพัก ๆ ใช้ออกซิเจนไม่สม่ำเสมอ น้อยบ้างมากบ้าง เช่น การวิ่งระยะสั้น ฟุตบอล เทนนิส แบดมินตัน เป็นต้น

4. Aerobic exercise คือ การออกกำลังกายที่ต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมากโดยสม่ำเสมอ และติดต่อกันเป็นเวลานาน เช่น การวิ่งมาราธอน วิ่งเหยาะ ๆ ระยะทางไกล การเดินเร็วระยะทางไกล การขี่จักรยาน หรือขี่อยู่กับที่แต่ที่ติดต่อกันให้นาน 25-30 นาที หรือการว่ายน้ำระยะไกล สควอช หรือแอโรบิก กระโดดเชือก การออกกำลังกายประเภทนี้ต้องเล่นติดต่อกันอย่างน้อย 25-30 นาที

Lamb (1984, p. 40) ได้แบ่งประเภทของการออกกำลังกายตามชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อได้ 5 ชนิด ได้แก่

1. การหดตัวแบบไอโซเมตริก (Isometric contraction) เป็นการออกกำลังกายโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดที่ไม่มีการเปลี่ยนมุมข้อต่อที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อจึงไม่ทำให้ร่างกายเคลื่อนไหว เช่น ในช่วงต้นของการกระโดดค้ำถ่อ หรือในขณะที่นักยกน้ำหนักอยู่บนราวคู้ เป็นต้น

2. การหดตัวแบบไอโซโทนิค (Isotonic contraction) เป็นการออกกำลังกายโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดที่มีการเปลี่ยนมุมข้อต่อที่เกี่ยวข้อง โดยกล้ามเนื้อมีการหดตัวและคลายตัว เช่น การยกน้ำหนักขึ้นลง

3. การหดตัวแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic contraction) เป็นการออกกำลังกายที่มีพื้นฐานการออกแบบโดยคอมพิวเตอร์ คือ การดึงหรือการปล่อย หรือการยกขึ้นยกลงจะมีแรงต้านทานเท่ากัน ตลอดจนสามารถที่ปฏิบัติได้โดยใช้เครื่องมือราคาแพง เช่น เครื่องมือที่เรียกว่าไซเบกซ์ไดนามิเตอร์ (Cybex dynamometer) ซึ่งสามารถตั้งความเร็วของการเคลื่อนไหวคงที่ ตลอดมุมของข้อต่อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวโดยการปรับเพิ่มหรือลดน้ำหนักของงานได้ตลอดมุมต่าง ๆ ของข้อต่อ

4. การหดตัวแบบคอนเซนตริก (Concentric contraction) คือ การหดตัวที่เกิดขึ้นเมื่อความยาวของกล้ามเนื้อสั้นเข้า เช่น ในขณะที่ยกน้ำหนักขึ้นหรือในการดึงข้อในขณะงอศอก เป็นต้น

5. การหดตัวแบบเอ็กเซนตริก (Eccentric contraction) คือการหดตัวที่เกิดขึ้นในขณะกล้ามเนื้อยาวออกไป เป็นการหดตัวที่ช่วยพยุงน้ำหนักถ่วงเคลื่อนออกไป เช่น ในขณะที่ปล่อยน้ำหนักลงหรือการปล่อยตัวลงจากดิ่งข้อ เป็นต้น

ชาญชัย ขอบธรรมสกุล (2556, น. 25-27) ได้กล่าวถึงรูปแบบการออกกำลังกายที่สามารถแบ่งรูปแบบการออกกำลังกายได้ดังนี้

1. การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนหรือแอโรบิก (Aerobics exercise) การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนหรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ถ้าจะให้ความหมายจากการแปลความตามคำศัพท์ก็จะหมายถึง การออกกำลังกายที่ร่างกายมีการใช้ออกซิเจนหรือมีการหายใจ ขณะออกกำลังกาย แต่ถ้าจะให้ความหมายมีความสมบูรณ์มากขึ้นแล้ว การออกกำลังกายแบบแอโรบิก เป็นการออกกำลังกายที่ร่างกายมีการใช้ออกซิเจนอย่างต่อเนื่องยาวนานพอสมควร คือใช้เวลาอย่างน้อยครั้งละประมาณ 20-30 นาที ซึ่งจะส่งผลทำให้ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงในระบบต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี การออกกำลังกายแบบแอโรบิกไม่ได้หมายความเฉพาะการเต้นแอโรบิก (Aerobic dance) อย่างที่หลาย ๆ คนเข้าใจกันเท่านั้น แต่การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ยังหมายถึงการออกกำลังกายรูปแบบอื่น ๆ ที่ต่อเนื่องยาวนานอีกด้วย

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเกิดประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยให้ระบบการไหลเวียนของโลหิตอันประกอบด้วย หัวใจและหลอดเลือด และการทำงานของระบบการหายใจซึ่งมีอวัยวะที่สำคัญคือ ปอด มีการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และจากสถิติการเสียชีวิตของประชากรโลก พบว่า สาเหตุการเสียชีวิตในอันดับต้น ๆ ของประชากรโลกก็คือ โรคหัวใจนั่นเอง การออกกำลังกายแบบแอโรบิกนี้จึงเหมาะสำหรับบุคคลโดยทั่วไปเป็นอย่างดี

2. การออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือแบบแอนแอโรบิก (Anaerobics exercise) การออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือแบบแอนแอโรบิก เป็นการออกกำลังกายที่ร่างกายไม่ได้มีการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกายเลย การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก เช่น การทุ่มน้ำหนัก การยกน้ำหนัก การวิ่งด้วยความเร็วเต็มที่ในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น วิ่ง 100 เมตร หรือการเคลื่อนที่อย่างเต็มที่ในขณะที่เล่นแบดมินตัน หรือเทนนิส การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิกเกิดประโยชน์ต่อร่างกาย คือ ช่วยทำให้ร่างกายมีการสะสมอะดีโนซีนไตรฟอสเฟส (Adenosine Triphosphate : ATP) ซึ่งเป็นสารประกอบทางเคมีที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อช่วยทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อมากขึ้น อันเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้ในช่วงเวลาที่ร่างกายยังไม่มีมีการใช้ออกซิเจนได้เป็นอย่างดี

3. การออกกำลังกายแบบไม่มีการเคลื่อนที่หรือแบบการเกร็ง หรือแบบไอโซเมตริก (Isometric exercise) การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก เป็นการออกกำลังกายแบบเกร็งกล้ามเนื้อโดยไม่มีการเคลื่อนไหวแต่อย่างใด ตัวอย่างการออกกำลังกายแบบนี้ เช่น การเกร็งกล้ามเนื้อใน

ช่วงเวลาเวลาหนึ่ง แล้วค่อยๆ คลาย การดันหรือผลักวัตถุหรือกำแพงโดยที่ไม่มีการเคลื่อนที่หรือถ้าในการยืดเหยียด (Stretching) ช่วงในการอบอุ่นร่างกาย (Warm-up) การออกกำลังกายแบบนี้จะเกิดประโยชน์ต่อการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และนำมาใช้เป็นเทคนิคในการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Muscle relaxation) แต่จะไม่เกิดประโยชน์ต่อการทำงานของระบบการไหลเวียนและระบบการหายใจแต่อย่างใด

4. การออกกำลังกายแบบไอโซโทนิค (Isotonic exercise) การออกกำลังกายแบบไอโซโทนิค เป็นการออกกำลังกายแบบมีการเคลื่อนไหวโดยมีแรงต้านทานที่ทำให้เกิดความตึงตัว (Tension) ของกล้ามเนื้อขึ้น ตัวอย่างการออกกำลังกายแบบนี้ เช่น การยกดัมเบลล์ บาร์เบลล์ การยกน้ำหนัก หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training)

5. การออกกำลังกายแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic exercise) การออกกำลังกายแบบไอโซคิเนติก เป็นการออกกำลังกายในลักษณะที่คล้ายกับการออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก แต่แตกต่างกันตรงที่เป็นการออกกำลังกายที่ต้องออกแรงต้านทานหรือต่อสู้กับแรงต้านทานที่มีความเร็วคงที่ และมีการเคลื่อนที่แบบสุดช่วงของการเคลื่อนที่ (Full range of motion) การออกกำลังกายแบบนี้จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่ทันสมัยที่สามารถทำให้เกิดแรงต้านทานที่มีความเร็วคงที่ได้ซึ่งมีราคาแพงมาก แต่ในปัจจุบันถือว่าการออกกำลังกายแบบไอโซคิเนติกเป็นการออกกำลังกายที่สามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดีที่สุด

จากประเภของการออกกำลังกายดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประเภของการออกกำลังกาย คือการเลือกชนิดและวิธีออกกำลังกายให้เหมาะสมกับเพศ อายุ และช่วงวัย เพื่อให้เกิดผลดีต่อร่างกายมากที่สุด และไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ

3. หลักของการออกกำลังกาย

กรมพลศึกษา (2565, น. 5) การออกกำลังกายนั้น ถ้าจะให้ได้ประโยชน์กับร่างกายอย่างแท้จริงแล้วควรปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักดังนี้

1. ควรเริ่มออกกำลังกายช้าๆ สมำเสมอพยายามเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายทีละน้อยไม่หักโหมในช่วงแรก

2. เลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับอายุ และสมรรถภาพของแต่ละคน และควรออกกำลังกายในระดับที่หัวใจเต้นไม่เกิน 25 ครั้งต่อนาที ซึ่งเป็นขีดความปลอดภัยสำหรับผู้มีวัยอยู่ในช่วงอายุ 19-40 ปี

3. ควรออกกำลังกายอย่างน้อย 3-5 วันต่อสัปดาห์ มีระยะเวลาในการฝึก 15-60 นาที โดยเน้นกิจกรรมการฝึกแบบแอโรบิก

4. อบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที โดยการยืดเหยียดข้อต่อและเอ็น กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการเคลื่อนไหวจากช้าไปเร็วขึ้นตามลำดับ หลังจากการเสร็จสิ้นกิจกรรมการออกกำลังกาย ควรค่อย ๆ ผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังออกกำลังกายจนกระทั่งอยู่ในภาวะปกติ

5. ควรมีสุนัขในการออกกำลังกาย เช่น แต่งกายให้เหมาะสมกับกิจกรรมการออกกำลังกาย เสื้อ กางเกง รองเท้า รวมทั้งอุปกรณ์ในการออกกำลังกายควรสะอาดเรียบร้อย

6. ควรให้ทุกส่วนของร่างกายได้ออกกำลังกายอย่างทั่วถึง ไม่ควรมุ่งออกกำลังกายเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น

7. ควรคำนึงถึงสภาวะของร่างกาย ถ้าหากร่างกายอ่อนแอเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม เช่น เจ็บป่วย อดนอน ฯลฯ การออกกำลังกายที่เคยกระทำอยู่นั้น อาจกลายเป็นว่าหนักเกินไป ซึ่งอาจมีอาการบางอย่างที่แสดง เช่น ใจสั่น หน้ามืด หายใจขัด คลื่นไส้จะเป็นลม หากมีอากาศเช่นนี้เกิดขึ้นให้หยุดทันที พักจนกว่าจะหายเหนื่อยหรืออาการดังกล่าวหายไป

จากหลักของการออกกำลังกายดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า หลักการออกกำลังกายคือการเลือกออกกำลังกายให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล และตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้รวมทั้งความปลอดภัยในการออกกำลังกาย เพื่อให้การออกกำลังกายนั้นเป็นผลดีต่อร่างกายมากที่สุด

4. ประโยชน์ของการออกกำลังกาย

การกีฬาแห่งประเทศไทย (2564, น. 45) กล่าวถึง ประโยชน์ของการออกกำลังกายทางกาย ดังนี้

1. การเจริญเติบโต การออกกำลังกายจะช่วยให้เจริญอาหาร การย่อยและการขับถ่ายดี โดยเฉพาะในวัยเด็ก ดังนั้นเด็กที่มีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจึงมีการเจริญเติบโตได้ดีมีกว่าเด็กที่ขาดการออกกำลังกาย

2. รูปร่าง ทรวดทรง การออกกำลังกายสามารถป้องกันและรักษาการเสียทรวดทรง โดยการบริหารเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในส่วนที่ต้องการ และทำให้กล้ามเนื้อกระชับ

3. สุขภาพทั่วไปเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่า การออกกำลังกายทำให้อวัยวะต่าง ๆ มีการเจริญเติบโตได้มีทั้งขนาด รูปร่าง และหน้าที่การงาน โอกาสการเกิดโรคที่ไม่ใช่โรคติดเชื้อมีน้อยกว่า

4. สมรรถภาพทางกาย การออกกำลังกายสามารถสร้างสมรรถภาพทางกายได้ในทุก ๆ ด้าน

5. การป้องกันโรค การออกกำลังกายสามารถป้องกันโรคร้ายหลายชนิด โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากการเสื่อมสภาพของอวัยวะ อันเนื่องมาจากการมีอายุมากขึ้น ประกอบกับปัจจัยอื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น ความเครียด การรับประทานอาหารเกินความต้องการของร่างกาย โรคเบาหวาน โรคไขมันในเลือดสูง เป็นต้น ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำมีโอกาสเกิดโรคเหล่านี้ได้ช้ากว่าผู้ที่ขาดการออกกำลังกาย หรืออาจไม่เกิดขึ้นเลยก็เป็นได้

6. การรักษาและฟื้นฟูสภาพโรคต่างๆ ที่กล่าวในข้อ 4 หากเกิดขึ้นแล้วการจัดการออกกำลังกายที่เหมาะสมจะช่วยรักษาและฟื้นฟูสภาพได้

กรมพลศึกษา (2538, น. 20) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายว่าการออกกำลังกายสม่ำเสมอจะมีผลต่อร่างกายดังนี้

1. ระบบหมุนเวียน กล้ามเนื้อหัวใจแข็งแรง หลอดเลือดยืดหยุ่นได้ และชีพจรขณะพักลดลง

2. ระบบหายใจ ถุงลมหดย่นและยืดตัวได้ดี ปอดแข็งแรง

3. ระบบกล้ามเนื้อ กระดูกข้อต่อ กล้ามเนื้อแข็งแรง ข้อต่อเคลื่อนไหวดี

สุชาติ โสมประยูร (2542, น. 45-46) ได้กล่าวถึงประโยชน์การออกกำลังกายมีดังนี้

1. เนื่องจากหัวใจของคนเราเป็นกล้ามเนื้อชนิดหนึ่ง การออกกำลังกายที่มากพอจะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจทำหน้าที่ได้อย่างแข็งแรง และเป็นผลช่วยให้ระบบการไหลเวียนของโลหิตมีประสิทธิภาพดีขึ้น กล่าวคือ คนที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะมีอัตราการเต้นของหัวใจหรือชีพจรน้อยครั้งกว่ามีปริมาณโลหิตส่งไปเลี้ยงร่างกายได้มากกว่าคนที่ไม่ออกกำลังกาย

2. การออกกำลังกายที่มากพอ ช่วยให้ปอดมีความสามารถในการขยายตัวได้ดี หายใจเข้าไปได้มากขึ้น และสามารถใช้ออกซิเจนในการหายใจได้ดียิ่งขึ้น อันเป็นผลทำให้การเผาผลาญอาหารภายในร่างกายเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ผู้ที่ออกกำลังกายเสมอจึงหายใจช้ากว่า แต่ปริมาณการความจุของปอด (Lung capacity) มากกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกาย

3. การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้กล้ามเนื้อของร่างกาย โดยทั่วไปทั้งอวัยวะภายนอกและภายใน มีความสามารถในการทำงานได้ดีมากขึ้น เช่น การหดตัวและการยืดตัวได้ดี ผลิตพลังงานและสะสมพลังงานได้มาก อันเป็นผลทำให้ร่างกายมีความแข็งแรง ความว่องไว และมีภูมิต้านทานมากขึ้นจึงทำให้ระบบต่าง ๆ ของร่างกายทำงานได้ดีเป็นผลให้ประกอบกิจการงานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าเป็นเด็กก็จะทำให้ร่างกายเจริญเติบโตเร็วขึ้นด้วย

4. การออกกำลังกายที่ถูกต้องตามหลักสุขวิทยานั้น จะช่วยทำให้น้ำหนักตัวอยู่ในลักษณะที่เหมาะสมไม่อ้วนหรือผอมจนเกินไป พร้อมทั้งทำให้รูปร่างสมส่วน มีท่าทางหรือการทรงตัวและบุคลิกภาพที่ดี

5. การออกกำลังกายมีผลดีที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ ทำให้ผู้ออกกำลังกายมีสุขภาพจิตที่ดีขึ้น เนื่องจากมีกิจกรรมการออกกำลังกายอยู่หลายต่อหลายอย่าง เช่น การเล่นเกมกีฬาหรือการประกอบกิจกรรมนันทนาการต่าง ๆ ยังช่วยทำให้จิตใจเกิดความสนุกสนานและเพลิดเพลินซึ่งช่วยลดความตึงเครียดทางอารมณ์ได้เป็นอย่างดี

6. การออกกำลังกายช่วยทำให้อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายทำงานประสานกันดีขึ้น ซึ่งจะส่งเสริมการกระทำหรือการแสดงออกต่าง ๆ ทั้งในด้านส่วนตัวและส่วนรวม อันเป็นผลทำให้คนเราประสบความสำเร็จในชีวิตทุก ๆ ด้านเพิ่มมากขึ้น

สมชาย สี่ทองอิน (2550, น. 5) ได้สรุปผลของการออกกำลังกายไว้ดังนี้

1. ช่วยให้อารมณ์ดีขึ้น
2. ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพให้ร่างกาย
3. ทำให้บุคลิกภาพท่าทางและการทรงตัวที่ดี
4. เพิ่มความภูมิใจในตนเอง
5. ช่วยควบคุมน้ำหนัก
6. ทำให้กล้ามเนื้อและกระดูกแข็งแรง
7. ทำให้รู้สึกมีพลัง
8. ทำให้ผ่อนคลาย ลดความเครียด และลดความซึมเศร้า
9. ทำให้จิตใจสบาย อารมณ์แจ่มใส
10. ทำให้ผู้สูงอายุเคลื่อนไหวได้ดีโดยไม่พลัดหกล้มง่าย
11. ลดความเสี่ยงจากการเป็นโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูงและโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่
12. ช่วยลดความดันโลหิต ในผู้เป็นโรคความดันโลหิตสูง
13. ลดความเสี่ยงจากการตายด้วยโรคหัวใจ
14. ลดความเสี่ยงจากการตายก่อนวัยอันควร (ไม่ตายก่อนอายุ 65 ปี)

จารุณี ศรีทองทุม (2550, น. 37) ได้กล่าวว่าการออกกำลังกายนั้นมีประโยชน์มากมาย ได้แก่ เป็นการเสริมสร้างบุคลิกภาพ ความคล่องแคล่วและสมดุลของร่างกาย ทำให้อ่อนหลับพักผ่อนได้เต็มที่ ไม่กังวลใจ ทำให้มีพลังกำลังที่เข้มแข็ง ทนทาน สามารถทำงานได้เป็นเวลานาน ๆ โดยไม่เมื่อยล้า ทำให้มีพฤติกรรมที่ดีไม่เป็นคนเห็นแก่ตัว มีน้ำใจนักกีฬา ไม่โกรธง่าย เพิ่มสมรรถภาพทางเพศ ลดความรุนแรงของโรคและโรคเรื้อรัง

ฉัตรทิราภรณ์ โลหพันธุ์วงศ์, วนิดา พันธสะอาด, นฤมล นันทพล และจันทร์หอม กันทะสอน (2551, น. 43-44) ได้กล่าวถึง ประโยชน์จากการออกกำลังกายไว้ดังนี้

1. เพิ่มประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต ดังนี้

1.1 ทำให้หัวใจมีความแข็งแรง และมีขนาดของหัวใจใหญ่ขึ้น ซึ่งโดยปกติแล้วหัวใจคนปกติมีขนาดเฉลี่ย 10 ลูกบาศก์กิโลเมตรต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม แต่สำหรับผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอหัวใจจะมีขนาดใหญ่ขึ้นประมาณ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ทำให้หัวใจมีเส้นเลือดฝอยเพิ่มมากขึ้น การไหลเวียนของโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายดีขึ้น

1.2 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) ขณะพักช้าลง ร่างกายมีความอดทนมากขึ้น

1.3 ความดันโลหิต (Blood pressure) ทั้งในขณะหัวใจบีบตัว และคลายตัวต่ำลง

1.4 ปริมาณเม็ดเลือดแดง (Red blood cell) และฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) จะเพิ่มมากขึ้นในคนที่ออกกำลังกายเป็นประจำทำให้การจับออกซิเจนของเม็ดเลือดแดงดีขึ้นและเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ในคนปกติจะมีฮีโมโกลบินถึง 12 กรัมเปอร์เซ็นต์แต่ผู้ที่ออกกำลังกายจะมี 16 กรัมเปอร์เซ็นต์

1.5 เพิ่มไขมันชนิดดี HDL (High Density lipoprotein) ให้มากขึ้น และช่วยลดไขมันชนิดไม่ดี LDL (Low density lipoprotein) จึงสามารถช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดอุดตันได้

1.6 เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกาย ร่างกายสามารถทำงานได้ดีมากขึ้น เหนื่อยช้าลง และการฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายเร็วขึ้น

2. ระบบหายใจ ดังนี้

2.1 ความสามารถในการจับออกซิเจนของร่างกายเพิ่มมากขึ้น ซึ่งความสามารถด้านนี้เป็นตัวบ่งชี้ที่ดีที่สุดของความสามารถทางแอโรบิก

2.2 ความสามารถในการจับออกซิเจนที่หายใจเข้าไปได้มากขึ้น เลือดจึงได้รับออกซิเจนมากขึ้น

2.3 ทรวงอกขยายใหญ่ขึ้น กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หายใจแข็งแรงและความยืดหยุ่นปอดเพิ่มขึ้น ทำให้หายใจได้เต็มปอดมากขึ้น

3. ระบบกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อต่อ ดังนี้

3.1 เส้นใยมัดกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรง ความอดทนมีกำลังและมีความยืดหยุ่นในการเคลื่อนไหวเพิ่มมากขึ้น เพราะข้อต่อมีความแข็งแรงมากขึ้น และยังช่วยเพิ่มช่วงของการเคลื่อนไหวเพิ่มมากขึ้น ชะลอความเสื่อมของข้อต่อ ทั้งยังช่วยป้องกันการอักเสบของข้อต่อ ลดการปวดหลัง และปวดข้อต่าง ๆ

3.2 กระดูกมีความหนาแน่น และแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น สามารถชะลอการเป็นโรคกระดูกพรุน กระดูกบาง และช่วยป้องกันกระดูกเปราะอีกด้วย

3.3 ร่างกายมีความอ่อนตัวเพิ่มมากขึ้น จะช่วยลดการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายได้

4. ระบบประสาท ช่วยพัฒนาการประสานความสัมพันธ์ของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย ขณะเดินแอโรบิก ทำให้การทรงตัว และการควบคุมตนเองในการเคลื่อนไหวประกอบดนตรีมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสามารถเคลื่อนไหวทั้งแขนและขาไปพร้อม ๆ กันได้

5. ระบบฮอร์โมน ช่วยกระตุ้นต่อมไร้ท่อต่าง ๆ ให้หลั่งฮอร์โมนที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนี้

5.1 ต่อมหมวกไต จะหลั่งฮอร์โมนอิพิเนพรีน และเนอริอิพีนเฟรีน ทำให้การเต้นของหัวใจเป็นปกติและเต้นแรงขึ้น เลือดจึงไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้มากขึ้น

5.2 ต่อมพิทูอิทารี จะหลั่งฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตทำให้กระดูกมีการเจริญเติบโตและยาวขึ้นในวัยเด็กและวัยรุ่น แต่ในวัยผู้ใหญ่จะช่วยในการสังเคราะห์โปรตีนและเซลล์ไขมัน และเพิ่มการใช้กรดไขมันให้มากขึ้น

5.3 ต่อมไทรอยด์ จะหลั่งฮอร์โมนไทโรซีน ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตทางร่างกายในการทำงานของระบบสมอง ระบบไหลเวียนเลือด ระบบกล้ามเนื้อ การเผาผลาญอาหาร การสร้างโปรตีน และการเผาผลาญไขมัน

5.4 ต่อมเพศ จะหลั่งฮอร์โมนแอนโดรเจนและเอสโตรเจนในเพศชาย เอสโตรเจนและโปรเจสเตอโรนในเพศหญิง

5.5 ตับอ่อน จะหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน ซึ่งจะช่วยในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและการเต้นแอโรบิกเป็นเวลานานกว่า 10 นาทีขึ้นไป ร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนเอนโดฟิน (Endorphine) ซึ่งจะช่วยให้คลายเครียด ช่วยลดอาการปวดกล้ามเนื้อ ปวดข้อ และช่วยให้อารมณ์ดีขึ้น

ชาญชัย ขอบธรรมสกุล (2556, น. 36-37) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายไว้ดังนี้

1. ทำให้มีสมรรถภาพทางกายที่ดี คือ ร่างกายมีความแข็งแรง ความอดทน กำลังหรือพลัง ความเร็ว ความว่องไว ความยืดหยุ่น ความสมดุล และการประสานงานที่ดีระหว่างระบบต่าง ๆ ของร่างกายจะมีผลทำให้เกิดประโยชน์อย่างมากมายดังนี้คือ

1.1 ทำให้ลดความเสี่ยงจากการตายก่อนวัยอันควร

1.2 ทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงขึ้น คือ ได้ผลผลิตหรือปริมาณงานเพิ่มขึ้น มีคุณภาพสูงขึ้น ลดอุบัติเหตุอันเกิดจากการทำงานลง และฟื้นตัวจากการทำงานที่หนักได้เร็วขึ้น

1.3 ทำให้มีภูมิคุ้มกันโรคสูงขึ้น โอกาสที่จะเกิดโรคต่าง ๆ ลดน้อยลง

1.4 ทำให้ภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคต่าง ๆ โรคหัวใจและหลอดเลือด ความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และโรคกระดูกพรุนลดลง

1.5 ทำให้อาการของโรคต่าง ๆ เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง หรือโรคหัวใจและหลอดเลือดดีขึ้น

1.6 ทำให้การทำงานของระบบต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดการประสานงานระหว่างกันด้วยดี

1.7 ทำให้ร่างกายสามารถปรับตัวในภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้ดี เช่น ภาวะหมดประจำเดือนของผู้หญิงหรือวัยทอง (menopause) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางร่างกายและจิตใจเป็นอย่างมาก

1.8 ทำให้สามารถควบคุมน้ำหนักของร่างกายที่เหมาะสมไว้ได้ ปัญหาเกี่ยวกับความอ้วน (Obesity) ซึ่งถือว่าเป็นสาเหตุที่สำคัญของการเกิดโรคต่าง ๆ จะหมดไป

1.9 ทำให้เป็นผู้ที่มีบุคลิกภาพที่ดีและสง่างาม

1.10 ทำให้สามารถช่วยชีวิตของตนเองและผู้อื่นในยามคับขันได้

2. ทำให้มีสุขภาพจิตที่ดี สามารถที่จะดำรงอยู่ในสภาพสังคมและเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ได้เป็นอย่างดี เพราะการออกกำลังกายทำให้เกิดประโยชน์ต่อการมีสุขภาพจิตที่ดี ดังนี้ คือ (ชาญชัย ขอบธรรมสกุล, 2556, น. 37)

2.1 ทำให้ความเครียดลดลง

2.2 ทำให้โอกาสที่จะเกิดภาวะความซึมเศร้าลดลง

2.3 ทำให้สามารถนอนหลับได้ดีขึ้น

จากประโยชน์ของการออกกำลังกายดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการออกกำลังกาย คือการพัฒนาร่างกายในทุกๆด้าน เช่น พัฒนาด้านรูปร่าง ทรวดทรง พัฒนาทางด้านสุขภาพจิต พัฒนาระบบอวัยวะต่างๆของร่างกาย รวมทั้งพัฒนาทางด้านความคิดและทัศนคติอีกด้วย

ทฤษฎีและหลักการฝึกพลังกล้ามเนื้อและการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

ในปัจจุบันมีชนิดกีฬาที่ต้องใช้ความแข็งแรง ความเร็ว ปฏิภาณ และพลัง ในการกระโดด ตบในกีฬาวอลเลย์บอล การกระโดดโหม่งบอลในกีฬาฟุตบอล การทุ่มน้ำหนัก การพุ่งแหลน การขว้างจักรในกีฬากรีฑา และการทุ่มคู้ต่อสู้ในกีฬายูโด เป็นต้น นั้นล้วนต้องอาศัยความสามารถของพลังกล้ามเนื้อทุกส่วนในการหดตัวอย่างรวดเร็ว เพื่อให้การกระทำเทคนิคนั้นให้เกิดพลังสูงสุด ซึ่ง บันเทิง เกิดปรังค์ (2541, น. 95-98) ได้กล่าวว่า กำลังหรือพลังกล้ามเนื้อคือความสามารถในการทำงานอย่างทันทีทันใดของกล้ามเนื้อด้วยความพยายามสูงสุด เช่น การยกน้ำหนัก การทุ่มลูกน้ำหนัก สอดคล้องกับ จิราภรณ์ ศิริประเสริฐ (2543, น. 25-30) ได้กล่าวว่ากำลังหรือพลังกล้ามเนื้อ คือความสามารถของร่างกายที่เกิดจากกล้ามเนื้อหดตัวอย่างรวดเร็วสูงสุดเป็นการกระทำแบบฉับพลันในการใช้แรงอย่างเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด บางครั้งจึงเรียกว่าความแข็งแรงฉับพลัน ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างความแข็งแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อกลุ่มต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง Bompa (1999, pp. 11-15) ได้กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อ คือ อัตราของการทำงานที่มีประสิทธิภาพ เพราะว่า พลังกล้ามเนื้อเกิดจากแรงและความเร็ว โดยความแข็งแรงนั้นเป็นองค์ประกอบที่จะทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อ ชีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล (2552, น. 25) ความสามารถในการเคลื่อนย้ายถ่ายโอนพลังงานในกล้ามเนื้อให้เกิดเป็นแรงกระทำที่แสดงออกมาด้วยอัตราที่รวดเร็ว สนธยา สีละมาต (2555, น. 296) ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อในการที่จะก่อให้เกิดแรงมากที่สุด ในช่วงเวลาอันสั้นที่สุด หรือการเอาชนะแรงต้านทานภายนอกและทั้งภายในร่างกายด้วยอัตราความเร็วในการหด

ตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด ซึ่งไม่ใช่ความแข็งแรงสูงสุด สำหรับการพัฒนาพลังให้เพิ่มขึ้นนั้น ต้องเข้าใจด้วยว่าพลังเป็นชนิดหนึ่งของความแข็งแรง และความแข็งแรงจะความสัมพันธ์กับพลัง

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า พลังกล้ามเนื้อหรือกำลัง หมายถึงการทำงานของกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุดด้วยความเร็วสูงสุดเป็นการกระทำแบบฉับพลันซึ่งกระทำในระยะเวลาที่สั้น

วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร และอารี ปรมัตถากร (2542, น. 22-26) ได้กล่าวว่า การที่จะเพิ่มพลังกล้ามเนื้อจะต้องให้กล้ามเนื้อหดตัวเพื่อต่อสู้กับแรงต้านทาน ซึ่งจะต้องเพิ่มแรงต้านทานขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้กล้ามเนื้อมีแรงมากขึ้น โดยยึดหลักปฏิบัติดังนี้

1. ต้องเลือกท่าของการออกกำลังกาย เพื่อให้กล้ามเนื้อที่ต้องการเพิ่มพลังได้ทำงานทั้งนี้เพราะพลังจะเพิ่มขึ้นเฉพาะกล้ามเนื้อที่ได้มีการออกกำลังเท่านั้น
2. ควรให้กล้ามเนื้อได้หดตัวโดยสม่ำเสมอ (อย่างน้อยวันเว้นวัน) ต่อแรงต้านทานที่มาก
3. ควรใช้น้ำหนักที่ใกล้เคียงกับน้ำหนักที่สามารถยกได้มากที่สุดและทำซ้ำประมาณ 6-8 ครั้ง
4. เพื่อเพิ่มพลังขึ้น ควรจะเพิ่มน้ำหนักต้านทานขึ้นเรื่อยๆ

การเสริมสร้างพลังกล้ามเนื้อเกิดจากการรวมของปัจจัยต่อไปนี้ แรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหลายๆ มัด ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในกลุ่มเดียวกัน ความสามารถของกล้ามเนื้อในกลุ่มเดียวกันที่ทำงานประสานกับกล้ามเนื้อกลุ่มตรงกันข้าม และความสามารถทางกลไกในการทำงานระหว่างกระดูกกับกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง โดยองค์ประกอบปัจจัยเหล่านี้มีส่วนพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเพื่อประกอบกิจกรรมทางกายสำหรับพัฒนาสมรรถภาพทางกลไกได้ต่อไป (สนธยา สีละมาต, 2555, น. 295) พบว่า การฝึกพลัยโอเมตริก 52 ครั้ง/ สัปดาห์ จะเพิ่มพลัง 8.6% เพิ่มความแข็งแรง 45.9% ขณะที่การฝึกความแข็งแรงจะเพิ่มพลัง 7.3% เพิ่มความแข็งแรง 82.5% อย่างไรก็ตาม ถ้ามีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาพลังนักกีฬาต้องมีการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงสู่พลัง (Gamble, 2012, pp. 35-39) จากการสังเกต ความสัมพันธ์สูงของ 1 ครั้งสูงสุด (1RM) ความแข็งแรงและการส่งออกพลังงานระหว่างการกระโดดในขณะที่ยกโดยไม่มีแรงต้านภายนอกใดๆ ในสิ่งที่ย่อยลงมาคือความแข็งแรงกล้ามเนื้อต่อมวลร่างกายคือกฎเกณฑ์สำคัญในการแสดงพลังในการเคลื่อนไหวของที่หลากหลายของร่างกายนักกีฬาดังที่ ปรัชญา สถาพงศ์ (2548, น. 75-79) ได้ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกและฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อกำลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นในกีฬาวอลเลย์บอล โดยแบ่งกลุ่มวิจัยออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ฝึกโปรแกรมพลัยโอเมตริกควบคู่กับโปรแกรมการฝึกวอลเลย์บอล และกลุ่มทดลองที่ฝึกโปรแกรมยกน้ำหนักควบคู่กับโปรแกรมการฝึกวอลเลย์บอล ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยกำลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นในกีฬาวอลเลย์บอล

ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างกัน

Bompa (1999, pp. 45-48) โดยได้สรุปรูปแบบของพลังงานที่ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ไว้ดังนี้

1. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการตกลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง
2. พลังที่ใช้ในการห่ม พุง ขว้าง
3. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น
4. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มเคลื่อนที่
5. พลังกล้ามเนื้อในการชะลอความเร็ว
6. พลังกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็ว

รูปแบบของพลังงานเนื้อทั้ง 6 ลักษณะนี้ คือความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว (Fast Twitch Fiber) ด้วยกันทั้งสิ้น พลังเป็นชนิดหนึ่งของความแข็งแรง และความแข็งแรงมีความสัมพันธ์กับพลังคือ (ความแข็งแรง $\times$ ความเร็ว) สนธยา สีสมาด (2555, น. 294) การพัฒนาพลังงานเนื้อ Bompa (1999, pp. 62-63) ได้กล่าวว่า กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกนั้นได้รับการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่เข้าไปกระตุ้นกลุ่มกล้ามเนื้อทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ดังนี้

1. ลดเวลาในการระดมหน่วยยนต์ (Motor Unit Recruitment) ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวได้เร็ว
2. เซลล์ประสาทยนต์ (Motor Neurons) เพิ่มขีดจำกัดความอดทนและความถี่ในการปล่อยกระแสประสาท
3. มีการทำงานที่สัมพันธ์กันมากขึ้นของหน่วยยนต์ (Motor Unit) กับรูปแบบของการปล่อยกระแสประสาท
4. การใช้เส้นใยกล้ามเนื้อในการทำงานได้จำนวนมากขึ้นในระยะเวลาอันสั้น
5. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular Coordination) หรือมีการทำงานประสานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory Reaction) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลางมีการพัฒนาการทำงานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำงานร่วมกัน (Intermuscular Coordination) ระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการหดตัวออกแรง (Agonistic Muscles) กับกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงกันข้ามซึ่งทำหน้าที่สำหรับการคลายตัว (Antagonistic Muscles) เป็นผลทำให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้เร็วขึ้น

สรุปได้ว่า พลัง (Power) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อส่วนหนึ่งส่วนใด หรือหลายส่วนของร่างกายในการทำงานอย่างรวดเร็วและแรงในจังหวะของกล้ามเนื้อที่หดตัวเพียงหนึ่งครั้ง เช่น ยืนกระโดดไกล หรือ การทุ่มน้ำหนัก เป็นต้น

1. การฝึกด้วยแรงต้าน

การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) เป็นการฝึกอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนา และเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาให้ถึงพร้อมซึ่งความสมบูรณ์และแข็งแรงสูงสุดได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ปัจจุบันวิธีการดังกล่าวนี้เป็นที่ยอมรับและนิยมแพร่หลายทั่วไป ซึ่งแต่เดิมผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬามีทัศนคติและความเข้าใจผิดเกี่ยวกับเรื่องของการฝึกยกน้ำหนักอย่างมาก โดยคิดไปว่าการฝึกยกน้ำหนักเป็นสิ่งต้องห้ามมิให้นักกีฬาปฏิบัติกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักกีฬาที่ต้องการความเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว อาทิเช่น นักวิ่งระยะสั้นและนักว่ายน้ำระยะสั้น เป็นต้น โดยเชื่อว่าการฝึกยกน้ำหนักจะมีผลทำให้ความรวดเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวในการเคลื่อนไหวลดลง

นักยูโดก็เช่นกันที่มีความเชื่อเช่นนี้ เพราะก่อนหน้านั้นนักกีฬาและผู้ฝึกสอนยูโดในประเทศไม่ให้ความสำคัญกับการฝึกยกน้ำหนักเพราะเชื่อว่าจะทำให้ร่างกายมีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ ไม่คล่องตัวในการทำเทคนิคของยูโด จนกระทั่งต่อมาได้มีการวิจัยพบว่า การฝึกยกน้ำหนักทำให้สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาเพิ่มสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้านของพลังความแข็งแรง ความเร็ว หรือแม้แต่ในด้านความอดทนก็ตาม นักกีฬาในทุกประเภทรวมทั้งที่มีชื่อเสียงและเป็นเจ้าของสถิติทั้งในอดีตและปัจจุบันล้วนได้ใช้วิธีการยกน้ำหนักควบคู่กับการฝึกซ้อมเทคนิคทักษะในประเภทกีฬาที่ตนเข้าร่วมการแข่งขันทั้งสิ้น เจษฎา เจียรนัย (2530, น. 16-18) ได้กล่าวถึงการฝึกกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านว่าในปัจจุบันผู้ฝึกสอนกีฬาจากหลายประเทศได้มาสนใจและนำเอาการฝึกด้วยแรงต้านมาใช้และบรรจุลงในโปรแกรมการฝึกกีฬามีการนำเอาการฝึกทักษะกีฬามาฝึกควบคู่กับการฝึกด้วยแรงต้าน จะทำให้ทำผลการแข่งขันและทำให้นักกีฬามีสถิติที่ดีขึ้นในทุกประเภท ถ้าจะเกิดผลดีที่สุดควรให้กล้ามเนื้อของนักกีฬาได้ใช้และถูกกระตุ้นมากที่สุด โดยอาจจะให้การฝึกด้วยแรงต้านทานในลักษณะเดียวกับการเคลื่อนไหวที่ใช้กับกีฬาประเภทนั้นๆ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, 2553, น. 11-12)

ดังนั้น การฝึกด้วยแรงต้านต้องกำหนดวัตถุประสงค์การฝึกให้ชัดเจนโดยพิจารณาถึงความจำเป็นและความต้องการเป็นหลัก เพราะรูปแบบของการฝึกจะมีผลต่อการตอบสนองของกล้ามเนื้อแตกต่างกันออกไป เช่น ถ้าใช้แรงต้านทานมาก (High Resistance) แต่จำนวนครั้งน้อย (Low Repetition) จะมีผลทำให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาทางด้านขนาดและความแข็งแรง และถ้าใช้แรงต้านทานน้อย (Low Resistance) แต่จำนวนครั้งเยอะ (High Repetition) จะทำให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาทางด้านความอดทน และการใช้แรงต้านทานมากและยกให้เร็วที่สุดจะทำให้กล้ามเนื้อพัฒนาทางด้านความเร็วและความแข็งแรงควบคู่กันไป (ไถ่ออน ชินธเนศ, 2533, น. 14-15)

นอกจากนี้ผลของการฝึกด้วยแรงต้านทานยังส่งผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขนาด (Hypertrophy) ซึ่งจะมีผลทำให้ความแข็งแรงและกำลังเพิ่มขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับ เจริญ กระบวนรัตน์ (2538, น. 91-92) ได้กล่าวถึงการเพิ่มแรงต้านทานในการฝึกว่า หลักการฝึกที่ดีนั้นกล้ามเนื้อจะต้องได้รับการฝึกให้ออกแรงกระทำกับความต้านทานหรือความหนักที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทีละน้อยต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ การเพิ่มแรงต้านทานหรือปริมาณความหนักต้องเหมาะสมกับสภาพความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย จึงจะทำให้โปรแกรมนั้นๆ ประสบความสำเร็จหลักและวิธีการฝึกดังกล่าวได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการฝึกการเพิ่มความต้านทานให้กับกล้ามเนื้อ จนกระทั่งถึงจุดกล้ามเนื้อไม่สามารถเอาชนะความต้านทานได้อีกต่อไป การเพิ่มจำนวนครั้ง การเพิ่มความเร็วในการปฏิบัติ การลดเวลาพักให้น้อยลง วิธีการเหล่านี้ล้วนแต่ช่วยกระตุ้นหรือเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อมากขึ้น สอดคล้องกับ Paulletto (1991, p. 108) กล่าวว่า การเพิ่มความต้านทานในการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะใช้ความต้านทานที่หนักมากจนถึงให้กล้ามเนื้อออกแรงเกือบถึงแรงสูงสุดที่เขาสามารถทำได้ (Near Maximum Effort) จำนวนครั้งที่กระทำซ้ำต่อเซต (Repetition) เป็นองค์ประกอบรองลงมาในการพิจารณาการสร้างโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรง ถนอมศักดิ์ เสนาคำ (2558, น. 19) ได้กล่าวว่า การฝึกด้วยแรงต้านทำให้เกิดผลต่อการพัฒนาควรใช้หลักการฝึกดังต่อไปนี้

1. หลักของความเฉพาะเจาะจง (Specificity Principle) เป็นหลักการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงที่กลุ่มกล้ามเนื้อนั้น ๆ ที่ต้องการพัฒนา เช่น ความแข็งแรง ความอดทน ความเร็ว พลัง เพราะฉะนั้นในการออกแบบการฝึกต้องตั้งเป้าหมายการฝึก กลุ่มกล้ามเนื้อที่ฝึก กำหนดความหนัก จำนวนครั้ง จำนวนเซต ความถี่ เวลาพักระหว่างเซตในการฝึกให้ชัดเจน และในการเน้นให้เกิดความชัดเจน สนธยา สีละมาต (2555, น. 153) ได้แยกความเฉพาะเจาะจงอีกเป็นความเฉพาะเจาะจงเป็นพิเศษ (Principle Specialization) ซึ่งจะเกี่ยวกับการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความสามารถและเทคนิคที่จำเป็นของแต่ละกิจกรรมหรือประเภทการแข่งขัน เช่น การฝึกแยกในแต่ละชนิดกีฬาถึงแม้จะมีลักษณะคล้ายกันแต่การฝึกแตกต่างกัน เช่น ยูโดกับมวยปล้ำ หรือแม้แต่ในประเภทกีฬาเดียวกันก็มีความแตกต่างกัน เช่น นักวิ่งระยะสั้น ระยะกลาง ระยะไกล ก็มีความต้องการการฝึกที่เฉพาะเจาะจงแตกต่างกัน

2. หลักของการใช้น้ำหนักมากกว่าปกติ (Overload Principle) กลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้องการฝึกนั้นได้ออกแรงกระทำกับแรงต้านทานที่มากกว่าปกติ (Overload) ที่กล้ามเนื้อนั้นเคยกระทำอยู่สำหรับการเพิ่มความหนัก (Intensity) และการกำหนดระยะเวลา (Duration) ที่เหมาะสมและสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงอีกอย่างก็คือเรื่องของการฟื้นฟูสภาพ (Recovery) ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาได้

3. หลักความก้าวหน้า (Progression Principle) เพื่อการพัฒนาสำหรับการฝึกด้วยแรงต้านจะต้องปรับเพิ่มปริมาณความหนัก (Intensity) หรือน้ำหนักที่ฝึกให้เพิ่มขึ้นให้เป็นลำดับ

แต่การเพิ่มความหนักและปริมาณ ควรคำนึงถึงสภาพนักกีฬาในสภาพร่างกายปัจจุบันเป็นอย่างไร หากเพิ่มซ้ำเกินไปก็ทำให้มีผลต่อการพัฒนาความก้าวหน้า หากเพิ่มเร็วเกินไปอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อ และข้อต่อได้ ซึ่งในนักกีฬาแต่ละคนก็จะมีพัฒนาที่ไม่เท่ากัน เพราะฉะนั้นผู้ฝึกสอนควรสังเกตนักกีฬายู่เสมอในขณะที่ฝึกว่านักกีฬามีการพัฒนาขึ้นหรือไม่เพื่อวางแผนในการเพิ่มปริมาณและความหนักขึ้น

สนธยา สีละมาต (2555, น. 223) ได้กล่าวถึง ความแข็งแรงในทางสรีรวิทยาว่า หมายถึง ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) ที่สามารถเอาชนะแรงต้านทานภายในและภายนอกได้ ซึ่งความแข็งแรงสูงสุดที่นักกีฬาสามารถออกแรงครั้งหนึ่งนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทางชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหว เช่น คานและกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ความแข็งแรงสูงสุดยังขึ้นอยู่กับความแรงของกระแสประสาทที่ส่งมากระตุ้นกล้ามเนื้ออยู่เสมอ ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนของหน่วยยนต์ (Motor Unit) ที่ถูกระดมมาใช้งาน และความถี่ของแรงกระตุ้นซึ่งจะเพิ่มตามความหนักของการออกกำลังกาย โดยมีผลมาด้วยปัจจัย 3 ประการคือ

1. ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อระหว่างกล้ามเนื้อ (Intermuscular Coordination) หรือความสัมพันธ์ของกลุ่มกล้ามเนื้อต่างๆ ในขณะที่ปฏิบัติการเคลื่อนไหวในกิจกรรมทางกายที่ใช้ความแข็งแรงจะต้องการความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงาน

2. ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular Coordination) การรับแรงของนักกีฬาจะขึ้นอยู่กับหน่วยยนต์ประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Unit) ซึ่งนักกีฬาสามารถนำเอาการฝึกซ้อมที่มีความหนักสูงสุดมาใช้ทำให้มีการระดมหน่วยยนต์ประสาทกล้ามเนื้อมากขึ้น

3. แรงที่กล้ามเนื้อตอบสนองต่อการกระตุ้นของกระแสประสาท (Nerve Impulse) กล้ามเนื้อจะตอบสนองต่อการกระตุ้นของการฝึกเพียงประมาณ 30 % และ 40% ของความสามารถของกล้ามเนื้อทั้งหมด

ตัวแปรสำคัญในการจะทำให้การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อให้มีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬาหรือทักษะกีฬานั้นๆ ต้องได้รับการฝึกด้วยวิธีการที่เหมาะสมและมีความเฉพาะเจาะจงจะช่วยให้ความสัมพันธ์ของชนิดกล้ามเนื้อและประสาทกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการเคลื่อนไหวได้อย่างแรงและรวดเร็ว

พลังงานที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อสามารถนำมาใช้ได้หลากหลายรูปแบบ เมื่อแรงต้านทานมากกว่าแรงของกล้ามเนื้อนักกีฬา การเคลื่อนไหวจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ (ไอโซเมตริก) ถ้าแรงต้านทานน้อยกว่าความสามารถสูงสุดของนักกีฬาเล็กน้อยน้ำหนักจะมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นอย่างช้าๆ (ไอโซโทนิค) แต่ถ้าแรงภายในตัวนักกีฬามากกว่าแรงต้านทานภายนอกอย่างชัดเจน

การเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องสามารถเกิดขึ้นได้ สำหรับการฝึกซ้อมพลังให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกซ้อมจะต้องเปิดโอกาสให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและสอดคล้องกับทักษะของนักกีฬา การออกแรงต้านกับอุปกรณ์อิสระ เช่น ลูกบอลน้ำหนัก (Medicine Ball) ยางยืด (Rubber Cords) และถุงทราย (Sandbags)

2. การฝึกด้วยเมดิซีนบอล (Medicine ball)

บุญเจริญ ลีธีระ, (2542, น. 18-20) กล่าวว่า เมดิซีนบอล (Medicine ball) หมายถึง ลูกบอลที่มีความหนักมากกว่าลูกบอลปกติโดยมีน้ำหนัก และขนาดที่แตกต่างกัน ใช้ในการประกอบการออกกำลังกาย การฝึกกล้ามเนื้อ หรือการถ่ายภาพบำบัด และได้กล่าวถึงการฝึกเกี่ยวกับการใช้เมดิซีนบอลว่า โดยทั่วไปแล้วจะนิยมใช้ในการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้ฝึกเสริมพลังส่วนบนของร่างกาย การฝึกเสริมพลังกล้ามเนื้อด้วยเมดิซีนบอลมีจุดหมายในการฝึกหลายอย่างเช่น ถ้าจะฝึกกล้ามเนื้อที่มีความทนทานควรจะฝึกโดยมีจังหวะในการปฏิบัติเร็ว ในการปฏิบัติแต่ละท่า 3-5 ชุด ๆ ละ 20-30 ครั้งระหว่างพักชุด 1 นาที น้ำหนักลูกบอลต้องมีน้ำหนักเบาถึงปานกลาง น้ำหนัก 2-6 กิโลกรัม สำหรับชาย และ 1-4 กิโลกรัมสำหรับหญิง แต่ถ้าจะฝึกเพื่อให้เกิดพลังกล้ามเนื้อ ควรจะมีจังหวะการฝึกปฏิบัติอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องในการปฏิบัติแต่ละท่าควรจะปฏิบัติ 1-3 ชุด ๆ ละ 8-10 ครั้งพักระหว่างชุด 2 นาที และน้ำหนักของลูกบอลควรจะมีน้ำหนักปานกลางถึงค่อนข้างหนัก

สนธยา สีละมาต (2547, น. 301) ที่ได้กล่าวถึงการใช้ฝึกโดยเมดิซีนบอลว่า การฝึก โดยใช้เมดิซีนบอลจะมีลักษณะเป็นการฝึกโดยเป็นอุปกรณ์อิสระ (Free weight) ไม่มีข้อจำกัดในมุมของการเคลื่อนไหว และออกแรงซึ่งสอดคล้องกันจะทำให้ให้นักกีฬามีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องและฝึกซ้อมพลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเปิดโอกาสให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วสอดคล้องกับทักษะกีฬาที่ต้องการ การออกแรงต้านกับเมดิซีนบอลจะทำให้ให้นักกีฬาไม่มีข้อจำกัดในทิศทางการเคลื่อนไหว และสามารถออกแรงได้อย่างต่อเนื่องจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย ซึ่งนักกีฬาจะออกแรงส่งให้ลูกเมดิซีนบอลมีการเคลื่อนไปตามความต้องการของการใช้พลังโดยตลอดช่วงของการเคลื่อนไหวนักกีฬาจะต้องสามารถใช้ความแข็งแรงเพิ่มอัตราเร่งของอุปกรณ์ได้อย่างต่อเนื่องก่อนที่จะปล่อยออกไป และถ้าต้องการให้ได้ระยะทางมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้อัตราเร่งสูงสุดควรที่จะเกิดขึ้นในขณะที่มีการปล่อยอุปกรณ์ออกไป

Silvester (1992, pp. 30-32) ได้กล่าวถึงการฝึกแบบพลัยโอเมตริกโดยใช้เมดิซีนบอลในการฝึกลำตัวส่วนบนซึ่งทำได้โดยให้นักกีฬาสองคนจับคูโยนลูกบอลไปมาด้วยวิธีต่าง ๆ รวมทั้งการส่งบอลกระทบฝ่าผนังหรือโต๊ะ สามารถส่งผลต่อพลังของลำตัวส่วนบนได้ กนกพล มณีบุษย์ (2547, น. 40-42) ได้กล่าวถึง การฝึกแบบพลัยโอเมตริกว่า คำว่าพลัยโอเมตริก (Plyometric) มีจากภาษากรีกคือคำว่า Pio ซึ่งมีความหมายว่า มากขึ้น (More) เมื่อรวมกับคำว่า Metric ซึ่งหมายถึงการวัดระยะ (Measure) ดังนั้นการฝึกพลัยโอเมตริกจึงมีความหมายว่า การออกกำลังกายที่มุ่งเน้นไป

ที่การผนวกความแข็งแรง และความเร็วในการหดและคลายกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน โดยมีการนำเอาเทคนิคต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน สอดคล้องกับที่ เจริญ กระบวนรัตน์ (2547, น. 51) ได้กล่าวถึงการฝึกแบบพลัยโอเมตริกว่า การฝึกแบบพลัยโอเมตริก(Plyometric Training) เป็นวิธีการฝึกที่นำมาใช้ในรูปแบบของการพัฒนากำลังระเบิด (Explosive power) ซึ่งมีเงื่อนไขคือ การทำให้ร่างกายเคลื่อนไหวไปกับความต้านทานในการฝึก การฝึกพลัยโอเมตริกจะเริ่มจากการที่กล้ามเนื้อต้องมีการยืดออกอย่างรวดเร็ว โดยใช้การหดตัวแบบยืดยาวออก (Eccentric Contraction) ต่อจากนั้นจะต้องมีการหดตัวกลับอย่างรวดเร็ว (Concentric Contraction) เพื่อให้เกิดแรงสูงสุดในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ (Explosive power) โดยจุดมุ่งหมายของการฝึกพลัยโอเมตริกคือ การฝึกระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ที่มีบทบาทต่อการปฏิบัติทักษะการเคลื่อนไหวให้สามารถตอบสนองการยืดกล้ามเนื้อได้อย่างรวดเร็วเพื่อให้กล้ามเนื้อสามารถหดสั้น เข้าได้เร็วและเกิดแรงหดตัวสูงสุด และเป็นการพัฒนาแรงระเบิด (Explosive Strength) และกำลัง (Power) และสามารถนำมาพัฒนาสมรรถภาพให้กับนักกีฬาได้ บุญเจริญ ลีธีระ (2542, น. 51) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความสามารถในการทุ่มของนักกีฬายูโด โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชายของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกยูโดตามปกติ และกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยโปรแกรมพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกยูโด โดยใช้เมดิซินบอล เป็นอุปกรณ์การฝึก และวัดผลโดยใช้ค่าความเร็วในการหมุนตัวทุ่มจนกระทั่งทุ่มหุนลงสู่พื้นโดยใช้กล้องบันทึกเทปโทรทัศน์ (1 วินาที = 25 เฟรม)ทำการทดสอบ 4 ท่า คือ ท่าคล้องแขนทุ่ม (Ippon-seoi-nage) ท่าโอบสะโพก (O-goshi) ท่าทุ่มผ่าซีก (Uchi- mata) ท่าถีบท้องน้อย (Tomoe-nage) ผลการทดลองพบว่านักกีฬายูโดที่ได้ฝึกโปรแกรมพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกยูโดมีความสามารถในการใช้ทักษะการทุ่มได้ดีขึ้นในทุก ๆ ทักษะ สอดคล้องกับการทำการศึกษาของ กนกพล มณีบุษย์ (2547, น. 36) ซึ่งได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมกีฬาฟุตบอลตามปกติ และกลุ่มทดลองฝึกซ้อมกีฬาฟุตบอลและเสริมด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับการฝึกพลัยโอเมตริก เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลวิจัยพบว่าพลังกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองเพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนการฝึก วิชดา คงสุทธิ์ (2545, น. 3) ได้ทำการศึกษาและวิจัยโดยมีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาและเปรียบเทียบผลการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเมดิซินบอลและหนังยาง ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อส่วนบนและความเร็วในการว่ายน้ำของนักว่ายน้ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายระดับชั้นปี

หลักการออกแบบโปรแกรมการฝึก

หลักในการฝึกนักกีฬาที่สำคัญสำหรับผู้ฝึกสอนจะต้องมีความรู้และความเข้าใจอย่างยิ่ง เพื่อผลที่จะเกิดต่อการฝึกซ้อมก็คือ หลักการออกแบบโปรแกรมการฝึก เพื่อพัฒนาความสามารถของนักกีฬาให้บรรลุตามจุดมุ่งหมาย จะต้องคำนึงถึงสภาพความพร้อมของนักกีฬาเป็นสำคัญ อาทิเช่น อายุ เพศ สัดส่วนร่างกาย และความสามารถของนักกีฬา เป็นต้น เพราะฉะนั้นการออกแบบโปรแกรมการฝึกให้ดีและเหมาะสม จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนโปรแกรมการฝึกให้เหมาะสมกับสภาพของนักกีฬา เพศ อายุ สัดส่วนของร่างกาย สภาพความพร้อมของจิตใจที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการฝึกซ้อม ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์ (2539, น. 153) ได้กำหนดหลักการในการออกแบบโปรแกรมการฝึก ดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมการฝึกหรือแบบฝึก สำหรับการฝึกซ้อมขึ้นอยู่กับเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการฝึกซ้อม จะต้องสร้างโปรแกรมให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการพัฒนา เช่น การออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัง จะต้องเป็นโปรแกรมที่สามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้จริง เช่น โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเมดิซินบอล เป้าหมายเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อช่วงบนของร่างกายนั้น การใช้เมดิซินบอลฝึกแบบพลัยโอเมตริกนั้นสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อช่วงบนร่างกายได้จริง

2. เวลาการฝึกซ้อมในแต่ละช่วงใน 1 วัน เช่น ในชนิดกีฬายูโด ต้องฝึกอย่างน้อย 1-2 ชั่วโมง และต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อร่างกายเมื่อนักกีฬาได้รับการฝึกที่หนักเกินไปซึ่งอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บ กล้ามเนื้อและข้อต่อได้ แต่ถ้านักกีฬาได้รับการฝึกที่ดี และก็จะช่วยให้สามารถพัฒนาทักษะให้ดีขึ้น

3. ความถี่ในการฝึกต่อสัปดาห์ ซึ่งในการฝึกแต่ละสัปดาห์นั้นประกอบด้วยความหนักเบาของกิจกรรมในแต่ละวัน สำหรับการฝึกอย่างน้อยควรฝึก 3 วันต่อสัปดาห์

4. ความหนัก-เบาของของโปรแกรมการฝึก ซึ่งสำหรับการกำหนดความหนัก-เบา ของโปรแกรม ควรคำนึงถึงระดับสมรรถภาพทางกายเป็นรายบุคคล เพราะสมรรถภาพทางกายแต่ละคนไม่เท่ากัน ถ้าได้รับการฝึกที่หนักเกินไปจะส่งผลกล้ามเนื้อล้า ดังนั้นจึงควรพัฒนาสมรรถภาพทางกายให้พร้อม

5. ระยะเวลาของการฝึกทั้งโปรแกรม ต้องคำนึงถึงสภาพปัจจุบันของนักกีฬาแต่ละบุคคล และลักษณะความสามารถของแต่ละคนด้วย ชีตจำกัดความสามารถเฉพาะบุคคล ผู้ฝึกสอนต้องคำนึงถึงลักษณะโครงสร้างการเจริญเติบโตของนักกีฬาในแต่ละช่วงอายุ ซึ่งไม่ควรให้นักกีฬาเร่งทำสถิติให้ดีขึ้นเกินไป และต้องคำนึงเสมอว่าความสามารถของนักกีฬาแต่ละคนในการฝึกแต่ละด้านนั้นใช้เวลาไม่เท่ากัน โดยทั่วไปแล้วการฝึกในช่วงระยะเวลา 4-6 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน สามารถทำให้มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาความแข็งแรงและกำลังเพิ่มขึ้นได้

6. เกณฑ์ระดับสมรรถภาพทางกายก่อนที่จะได้รับการฝึก เป็นเครื่องมือที่จะทำให้พบการเปลี่ยนแปลงของนักกีฬา เช่น การทดสอบสมรรถภาพทางกายช่วงก่อนการฝึกช่วงระหว่างการฝึก และช่วงหลังการฝึก นั้นเป็นสิ่งที่สำคัญและเพื่อเปรียบเทียบผลที่ออกมานั้นดีขึ้นหรือไม่ ดังนั้นควรต้องมีการทดสอบสมรรถภาพทางกายก่อนเพื่อระดับความสามารถของนักกีฬายู่ระดับใด จากนั้นจึงปรับเปลี่ยนโปรแกรมการฝึก นอกจากนี้ การทดสอบความสามารถของนักกีฬาในแต่ละช่วงของการฝึกก็เป็นสิ่งจำเป็นเช่นเดียวกัน เพราะจะเป็นข้อมูลสำหรับการปรับเพิ่มโปรแกรมการฝึกให้มีความเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของระดับผลการทดสอบความสามารถของนักกีฬาให้มากยิ่งขึ้นต่อไป

เจริญ กระบวนรัตน์ (2557, น. 2) ได้กล่าวไว้ว่า ในยุคปัจจุบันบทบาทความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์การกีฬาได้เข้ามามีส่วนช่วยในการพัฒนารูปแบบวิธีการฝึกของกีฬาประเภทต่างๆ อย่างมาก ข้อค้นพบที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าได้มีการนำมาปรับปรุง และประยุกต์ใช้ในการกีฬาอย่างไม่หยุดยั้ง ไม่ว่าจะเป็นในด้านการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันก็ตาม ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในบรรดากลุ่มประเทศผู้นำทางการกีฬาทั่วโลก ซึ่งยังส่งผลให้สถิติของกีฬาหลายประเภทได้พัฒนาก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ

ในการฝึกที่ต้องการคุณภาพขั้นสูงสุดให้บังเกิดผลดีต่อกล้ามเนื้อนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยการเตรียมร่างกายขั้นพื้นฐานให้ถูกต้องตามขบวนการของทฤษฎีการฝึก การเปลี่ยนแปลงของร่างกาย โดยเริ่มฝึกจากความเข้มข้นต่ำไปสู่ความเข้มข้นสูงโดยค่อย ๆ เพิ่มจำนวนครั้ง จำนวนเซตหรือน้ำหนัก เวลาในการพักตามความสามารถของนักกีฬาที่สามารถปฏิบัติได้ การกำหนดความหนัก (Intensity) ต้องมีความสอดคล้องกับจำนวนครั้ง (Repetition) และจำนวนเซต (Set) ที่กำหนดให้ฝึกและเพื่อให้บังเกิดประสิทธิภาพ หรือเป็นผลดีต่อกล้ามเนื้อและร่างกายมากที่สุด จึงจำเป็นต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของแต่ละบุคคลและต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการฝึกนั้น ต้องการให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาอย่างไร เช่น ความแข็งแรง (Strength) กำลังความแข็งแรง (Explosive Strength) เป็นต้น ดังนั้นการกำหนดความหนัก (Intensity) จำนวนครั้ง (Repetition) จำนวนเซต (Set) นั้นต้องอาศัยการพิจารณาให้สอดคล้องกันเพื่อให้เกิดการพัฒนาในการฝึกสูงสุด เพราะฉะนั้น ผู้ฝึกสอนจึงควรศึกษาหลักการ ทฤษฎี วิธีการฝึกให้ถูกต้องก่อนที่จะทำการสร้างโปรแกรมการฝึกเพื่อลดและป้องกันความผิดพลาดและการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นกับอวัยวะในร่างกายและกล้ามเนื้อต่าง ๆ Hatfield (2001) ได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติดังนี้

1. การกำหนดความหนัก (Intensity) ในการฝึกยกน้ำหนักแต่ละท่าขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของนักกีฬาที่ได้รับโปรแกรมการฝึกและจุดมุ่งหมายของการฝึกเฉพาะในแต่ละประเภทกีฬา

2. การกำหนดจำนวนครั้ง (Repetition) ในการฝึกยกน้ำหนักแต่ละท่าขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมาย การฝึกกำลังความแข็งแรงหรืออดทนหรือว่าต้องการฝึกควบคู่กันไปทั้งสองด้าน ซึ่งต้องกำหนดให้เหมาะสมกับระดับความหนัก (Intensity) ที่ใช้ในการฝึกกำลังและลักษณะความต้องการเฉพาะด้านของแต่ละประเภทกีฬาด้วย

3. การกำหนดจำนวนเซต (Set) ในการฝึกยกน้ำหนักแต่ละท่าก็เช่นกัน จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และองค์ประกอบของการฝึกที่ต้องการ

4. การปรับปริมาณ จำนวนครั้ง (Repetition) จำนวนเซต (Set) ความหนัก (Intensity) และเวลาในการพักระหว่างเซตในการฝึกแต่ละแบบฝึก ควรปรับปริมาณให้เกิดความเหมาะสมกับสภาพความแข็งแรงและความอดทนของร่างกายที่ได้รับการพัฒนาเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นในแต่ละช่วงการฝึกตามลำดับ

5. การกำหนดเปอร์เซ็นต์ความหนักของการฝึกขึ้นอยู่กับเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการฝึกที่ต้องการเน้นและเฉพาะเจาะจงเพื่อให้เกิดสมรรถภาพทางกายแก่นักกีฬาทรงตามความมุ่งหมาย แต่ต้องสอดคล้องกับความสัมพันธ์กันของการกำหนดจำนวนครั้งและจำนวนเซตที่จะให้นักกีฬาทำการฝึกด้วยโดยจะต้องไม่ลืมนัดมุ่งหมายหลักการฝึกเป็นอันดับดังข้อมูลรายละเอียดที่นำมาแสดงประกอบเป็นแนวทางหรือเกณฑ์ในการปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

ตาราง 2.1 แสดงจุดมุ่งหมายและเกณฑ์การพิจารณาความหนักในการฝึก

จุดมุ่งหมายในการฝึก	เปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุด	จำนวนครั้ง	จำนวนเซต
ความอดทน	30 – 50	12 – 15	3 – 5
ความแข็งแรง	70 – 90	6 - 8	4 – 5
กำลังความเร็ว	50 – 70	8 – 10	3 – 4
ระบบไหลเวียนโลหิต	20 – 30	15 – 20	3 – 5

ที่มา: กฤษณ์ เชาวน์พานิช (2561, น. 19)

1. ความหนักของการออกกำลังกายโดยใช้เกณฑ์อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และการรับรู้การออกแรงของร่างกาย (Rating of perceive exertion)

ระดับความเหนื่อยจากการออกกำลังกาย (Rating of perceived exertion, RPE) วิธีการนี้ทำโดยใช้ความรู้สึกของผู้ออกกำลังกายขณะออกกำลังกาย เช่น การเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ ปริมาณเหงื่อที่ออกอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเมื่อออกกำลังกายให้คอยประเมินว่ากำลังอยู่ในช่วงอะไร ซึ่งแบ่งตั้งแต่ระดับ 6-20 โดย 6 หมายถึง ไม่ได้ออกกำลังกาย และ 20 หมายถึง ออกกำลังกายหนักเกินไป โดยตัวเลขมาจากความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นหัวใจ 60-200 ครั้งต่อนาที การออกกำลังกายปานกลางจะอยู่ในช่วง 12-14 หรืออัตราการเต้นหัวใจ 120-140 ครั้งต่อนาที ช่วยให้ควบคุมปริมาณและความหนักการฝึกได้ด้วยตัวเอง Borg G. (1998, pp. 60-69) ได้กล่าวว่า การใช้เครื่องมือวัดความรู้สึกไม่สามารถใช้ได้ในทุกสถานการณ์ควรใช้เครื่องมือที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาอย่างไรก็ตามการใช้เครื่องมือด้วย RPE เป็นเครื่องมืออย่างง่าย มีความสะดวกที่สุดในการประยุกต์ใช้ในการประเมินความรู้สึกในการทดสอบหรือการกำหนด ปริมาณและความหนักในการออกกำลังกาย สรุปได้ว่าการวัดระดับความเหนื่อยจากการออกกำลังกาย (RPE) สามารถช่วยประเมินระดับความหนักในการออกกำลังกายได้ เป็นการวัดที่สามารถนำไปใช้ได้สะดวกและปลอดภัย แต่อย่างไรก็ตามมีหลายปัจจัยที่อาจส่งผลต่อความรู้สึกและมีผลทำให้ค่าที่ได้ไม่ถูกต้อง

สเกลบอกระดับเหนื่อย Rating of perceived exertion (RPE) คือ การประเมินการรับรู้การออกแรงของร่างกาย โดยอาศัยความรู้สึกในการรับรู้การออกแรงและประเมินค่าออกมาเป็นตัวเลขตั้งแต่ 6-20 โดยที่ระดับ 6 หมายถึง ไม่มีการออกแรงเลย และระดับ 20 หมายถึง รับรู้การออกแรงในระดับสูงสุด โดยเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐานการรับรู้การออกแรงของร่างกาย (Borg rating of perceived exertion) (ดังตาราง 2.1)

ตาราง 2.2 ค่าระดับการออกแรงรับรู้ของร่างกาย (Rating of perceived exertion - RPE)

ระดับ RPE	ความรู้สึกของการออกแรง
6-7	ไม่เหนื่อยเลย (Very very light)
8-9	เริ่มเหนื่อย (Very light)
10-11	เหนื่อยเล็กน้อย (Fairly light)
12-14	เหนื่อยปานกลาง (Somewhat hard)
15-16	เหนื่อยมากขึ้น (Hard)
17-18	เหนื่อยมาก (Very hard)
19-20	เหนื่อยมากที่สุด (Very very hard)

ที่มา: ฉกาจ ผ่องอักษร (2564, น. 4)

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximal heart rate) หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของแต่ละบุคคลที่หัวใจยังคงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย และหากออกกำลังกายจนชีพจรเต้นเร็วมากไปกว่านี้จะทำให้เกิดอันตราย และร่างกายจะทนต่อสภาวะนี้ไปนาน ๆ ก็ไม่ได้ การคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR-Maximal heart rate) ทำได้โดยเอาตัวเลข 220 ลบด้วยอายุของคน ๆ นั้น ตัวอย่างเช่น เมื่ออายุ 50 ปี อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) จะเท่ากับ 220 ลบด้วย 50 เท่ากับ 170 ครั้งต่อนาที (ไพศาล จันทรพิทักษ์, 2565, ออนไลน์)

อัตราการเต้นของหัวใจในขณะออกกำลังกาย (Training zone heart rate) นักวิทยาศาสตร์การกีฬา/เวชศาสตร์การกีฬา ได้ทำวิจัยและศึกษาข้อมูลจากประสบการณ์ต่าง ๆ ลงความเห็นไว้ว่า ผู้ที่จะออกกำลังกายเพื่อหวังผลในด้าน Aerobic fitness (ความฟิตของหัวใจ ปอด และการไหลเวียนของโลหิต) จะต้องมีความหมายในการออกกำลังกาย เพื่อให้ชีพจรของคน ๆ นั้นเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งถึง 60-80% ของ Maximal heart rate (อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) ซึ่งในภาคปฏิบัติท่านที่จะออกกำลังกายก็ต้องเริ่มต้นตั้งแต่การ Warm-up, การยืดกล้ามเนื้อ (Stretching) และจึงออกกำลังกายตามที่ท่านถนัด ซึ่งในที่นี้จะเป็นการออกกำลังกายที่เป็น Aerobic exercises ตัวอย่างเช่น การวิ่ง การปั่นจักรยาน ทั้งอยู่กับที่ หรือออกไปข้างนอก การเดินแอโรบิค การเดินรำในจังหวะที่เร็ว เป็นต้น โดยที่เมื่อสิ้นสุดเวลาออกกำลังกาย (ขั้นต่ำประมาณ 20 นาที) ชีพจร จะต้องอยู่ที่ 60-80% ของ MHR ซึ่งตามที่สมมุติคนที่อายุ 50 ปีชีพจรใน Training zone ก็ควรจะอยู่ที่ 60-80% ของ (220-50) หรือ เท่ากับ 102-136 ครั้งต่อนาที จึงจะเกิดผลดีต่อความฟิต หรือความสมบูรณ์แข็งแรงของหัวใจ ปอด และการไหลเวียนของเลือดในการออกกำลังกายแบบแอโรบิค ที่จะทำให้ชีพจรเต้นเร็วขึ้นจนถึงเป้าหมายที่ต้องการ สำหรับผู้ที่สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาเรื่อง ข้อเข่า ข้อเท้า หรือข้อสะโพกหรือแม้แต่ผู้ที่เป็นอัมพาตครึ่งซีก ก็สามารถปรับเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่ใช้เฉพาะแขนและมือ ก็ได้เช่นกัน เช่น การปั่น จักรยานอยู่กับที่ด้วยการใช้มือ 2 ข้าง ก็สามารถให้ประโยชน์ได้เช่นเดียวกัน ไม่จำกัดอยู่เฉพาะผู้ที่มีแขน ขาด้อย่างเดียวเท่านั้น

ศุภนิธิ ขำพรหมราช (2560, น. 18-20) ได้สรุปหลักการออกกำลังกายในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง ควรยึดหลักปฏิบัติตามหลัก “FITT” ดังนี้

1. ความถี่ (Frequency) ของการออกกำลังกาย อย่างน้อย 3-5 ครั้ง/สัปดาห์
2. ความหนัก (Intensity) ของการออกกำลังกาย สามารถใช้ชีพจรสูงสุด (Maximum heart rate หรือ MHR) เป็นตัวกำหนดความหนัก ในการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ ควรให้ชีพจรอยู่ที่ประมาณ 60-80% ของ MHR หากไม่มีอุปกรณ์อะไรเลยก็วัดความหนักการออกกำลังกายแบบง่าย ๆ ได้ เช่น การพูดคุยกะหอบหรือพูดเป็นคำ ๆ ลำบาก ก็แสดงว่ามีความหนักมากกว่าปกติ โดยความหนักที่เหมาะสมสามารถใช้ตัวกำหนดความหนักได้ เช่น MHR หรือ ความสามารถในการเต้นของชีพจรสูงสุด (Maximum heart rate) (ดังตาราง 2.2)

ตาราง 2.3 อัตราการเต้นของหัวใจแบ่งเป็น 5 โซน

Heart rate zone	Benefit
Zone 1 : Easy (Very light) 50-60%	เหมาะสำหรับมือใหม่ ใช้สำหรับการ Warm up และ Cool down
Zone 2 : Fat burning (Light) 60-70%	ช่วยในเรื่องการฝึกเพิ่มความอึด ร่างกายเริ่มมีการดึงเอาไขมันมาใช้ เผาผลาญจึงเหมาะกับผู้ที่ลดน้ำหนัก
Zone 3 : Aerobic (Moderate) 70-80%	เน้นฝึกกล้ามเนื้อหัวใจ ปอด และความอดทน สัดส่วนการใช้คาร์โบไฮเดรต จะเยอะกว่าไขมัน ผู้ป่วยโรคหัวใจควรฝึกในช่วง Zone นี้
Zone 4: Anaerobic (Hard) 80-90%	นิยมใช้ฝึกออกกำลังกายแบบเป็นช่วง (หนักสลับเบา) ไม่ฝึกต่อเนื่องนาน เพื่อเพิ่มสมรรถภาพของร่างกาย
Zone 5 : Red line (Very hard) 90-100%	เหมาะกับนักกีฬามืออาชีพเพราะค่า Heart rate อยู่ที่ 100% หากอยู่ ในช่วงนี้นานๆ อาจเกิดอันตรายได้

ที่มา: โรงพยาบาลศิริราช ปิยมหาราช (2561, ออนไลน์)

เวลา (Time) ของการออกกำลังกายควรใช้เวลาประมาณ 20 นาทีขึ้นไป/ครั้ง หรือเวลาสะสมอยู่ที่ 150 นาที/สัปดาห์

รูปแบบ (Type) การออกกำลังกาย เช่น การเดิน การวิ่ง ปั่นจักรยาน การว่ายน้ำ การเต้นแอโรบิค การเล่นกีฬาต่อเนื่อง เป็นต้น

กนกวรรณ ศรีสุภกรกุล (2563, น. 116-117) กล่าวว่า สิ่งที่ควรคำนึงถึงหรือสิ่งที่ควรปฏิบัติในการออกกำลังกาย เพื่อเพิ่มความทนทานของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด และระบบหายใจดังนี้

1. ความถี่ (Frequency: F) ควรออกกำลังกายสม่ำเสมออย่างน้อยสัปดาห์ละ 3-5 วัน ความถี่ของการออกกำลังกายจะขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละคน เช่น ภาวะสุขภาพ และอายุ เป็นต้น โดยอาจจะเริ่มจากความถี่น้อยๆ จนร่างกายสามารถปรับตัวได้แล้วจึงเพิ่มความถี่มากขึ้นได้

2. ความหนัก (Intensity: I) ควรออกกำลังกายให้หนักเพียงพอ คือ ออกกำลังกายให้มีอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 60-80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HR_{max}) เพื่อให้ได้ประโยชน์ต่อร่างกาย ควรออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลางอย่างน้อย 150 นาทีต่อสัปดาห์ หรือออกกำลังกายระดับหนักอย่างน้อย 75 นาทีต่อสัปดาห์

3. ระยะเวลา (Time: T) ควรออกกำลังกายให้นานเพียงพอประมาณ 15-60 นาที ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และความหนักของการออกกำลังกาย เช่น ถ้าออกกำลังกายหนักมาก ควรใช้เวลาในการออกกำลังกายให้น้อยลง

4. ประเภทหรือชนิด (Type: T) การออกกำลังกายทำได้หลายอย่างขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายและความชอบของแต่ละคน เพราะถ้าหากผู้ออกกำลังกายมีความสนุกพร้อมด้วยจะเกิดประโยชน์ต่อร่างกายมากขึ้น รูปแบบที่ใช้ในการออกกำลังกาย เช่น วายน้ำ ปั่นจักรยาน วิ่งเหยาะ เดิน เต้นรำ เต้นแอโรบิก หรือรำมวยจีน เป็นต้น

พัฒนาการของวัยรุ่น

พัฒนาการในด้านต่างๆ ของวัยรุ่นมีความสำคัญและเป็นพื้นฐานแนวคิดของทฤษฎีพัฒนาการวัยรุ่นเชิงบวก อีกทั้งยังส่งผลต่อการดำเนินชีวิตในช่วงวัยรุ่น และการเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่ดี ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆ และให้เกิดความเข้าใจพฤติกรรมของวัยรุ่นได้มากยิ่งขึ้น ในส่วนนี้ ผู้วิจัยจึงเกริ่นนำด้วยความหมายของวัยรุ่น และกล่าวถึงพัฒนาการที่สำคัญของวัยรุ่นในด้านต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความหมายของวัยรุ่น

วัยรุ่น (Adolescence) มีรากศัพท์มาจากภาษาละติน คือ Adolescere หมายความว่า เจริญเติบโตไปสู่วุฒิภาวะ หรือ เติบโตเป็นผู้ใหญ่ อธิบายได้ว่า วัยรุ่นเป็นเหมือนสะพานเชื่อมต่อระหว่างวัยเด็กกับวัยผู้ใหญ่ เป็นวัยหัวเลี้ยวหัวต่อ (Period of transition) ที่บุคคลมีการเจริญเติบโต และเปลี่ยนแปลงไปเกือบทุกด้าน ทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ซึ่งเป็นช่วงที่บุคคลต้องเผชิญกับประสบการณ์ใหม่ๆ ความรับผิดชอบใหม่ๆ และสัมพันธภาพใหม่ๆ ทั้งกับผู้ใหญ่และกลุ่มเพื่อน (ประณต คำฉิม, 2549, น. 15)

Stone & Church (1986, p. 26) ได้ให้ความสำคัญของวัยรุ่นซึ่งเป็นช่วงที่วัยเด็กจะเกิดการพัฒนาไปสู่ความเป็นผู้ใหญ่ ทั้งร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม ในระยะนี้วัยรุ่นจะให้ความสนใจตนเอง ค้นหาตนเอง แสวงหาค่านิยม และปรัชญาชีวิต ขณะเดียวกัน มักจะมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับตนเอง ส่วนทางด้านจิตใจ วัยรุ่นจะพัฒนาในด้านของความรู้สึกนึกคิด และอารมณ์แตกต่างไปจากวัยเด็ก ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย จึงเป็นสาเหตุให้เกิดความแปรปรวนทางอารมณ์ ด้วยการแสดงออกทางอารมณ์ค่อนข้างจะรุนแรง

Rogers (1972, pp. 11-15) ให้ความหมายของวัยรุ่นว่า เป็นวัยที่ก้าวไปสู่วุฒิภาวะ ซึ่งมีการพัฒนาทั้งในด้านความคิด ความเชื่อ การปรับตัวทางด้านสังคมของบุคคลจากวัยเด็กไปสู่ผู้ใหญ่

Hurlock (1974, pp. 23-24) ได้ให้ความหมายของวัยรุ่นว่า เป็นวัยหัวเลี้ยวหัวต่อของการเจริญเติบโตอย่างมีวุฒิภาวะ ซึ่งการบรรลุวุฒิภาวะนั้น เกิดจากการพัฒนาในทุกด้านไปพร้อมกัน โดยแบ่งพัฒนาการออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านร่างกาย ด้านอารมณ์ ด้านสติปัญญา และด้านสังคม วัยรุ่น จึงเป็นวัยแห่งการปรับตัวต่อการพัฒนาเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนอาจกลายเป็นวัยแห่งปัญหา อีกทั้งยังเป็นวัยที่มีความเคร่งเครียดทางอารมณ์ มีการตัดสินใจรวดเร็วและรุนแรง มีทัศนคติในการมองโลกและทัศนคติทางสังคมที่แตกต่างหรือขัดแย้งกับผู้ใหญ่ในบางเรื่อง

Dworetzky (1985, pp. 12-14) ให้ความหมายของวัยรุ่นว่า เป็นวัยที่ก้าวสู่วุฒิภาวะทางเพศอย่างสมบูรณ์ และสามารถเป็นบิดามารดาได้ รวมถึงเป็นวัยที่เรียกว่า "วัยแห่งพายุบูแคม (Storm & Stress)" นั่นคือ มีความกดดันทางอารมณ์ที่รุนแรง มีการแสดงความรู้สึกอย่างเปิดเผยและตรงไปตรงมา พร้อมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงในร่างกายอย่างมาก มีสภาวะทางอารมณ์ไม่คงที่ และมีความสับสนเกี่ยวกับตนเอง

พาสนา ผโลศิลป์ (2535, น. 16) ได้ให้ความหมายของวัยรุ่นว่าวัยรุ่นเป็นผู้มีลักษณะ 3 ประการ คือ 1 มีพัฒนาการทางร่างกาย มีวุฒิภาวะทางเพศ 2 มีพัฒนาการทางด้านจิตใจ โดยมีการเปลี่ยนแปลงจากวัยเด็กไปสู่ผู้ใหญ่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะด้านเศรษฐกิจ จากการที่ต้องพึ่งพาครอบครัวมาเป็นบุคคลที่สามารถประกอบอาชีพหารายได้ให้ตนเอง

ราศรี ธรรมนิยม (2525, น. 20) ได้อธิบายความหมายของวัยรุ่นไว้ว่า วัยรุ่นเวลาของการเจริญเติบโตทางกายเป็นช่วงเวลาที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อน เป็นเวลาที่เด็กจะแสวงหาเอกลักษณ์ของตน เป็นช่วงเวลาแห่งสติปัญญา พัฒนาการ และประสบการณ์ทางวิชาการต่าง ๆ และเป็นช่วงเวลาของพัฒนาการประเมินค่านิยมต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าวัยรุ่นเป็นวัยแห่งการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่

ศรีเรือน แก้วกังวาล (2540, น. 18) กล่าวถึงวัยรุ่นว่าเป็นช่วงแห่งการเปลี่ยนวัย เป็นหัวเลี้ยวหัวต่อที่เปลี่ยนจากความเป็นเด็กไปสู่ความเป็นผู้ใหญ่ มีความอ่อนไหว ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ได้ง่ายแต่แนวคิดในปัจจุบันในช่วงวัยอื่นๆ ก็เป็นการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นเสมอไปที่วัยรุ่นจะเป็นวัยที่เต็มไปด้วยวิกฤติแห่งปัญหา ส่วนหนึ่งที่มีการมองวัยรุ่นในลักษณะดังกล่าวนี้ อาจเพราะการเปลี่ยนแปลงของวัยรุ่นมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วในทุกด้านของพัฒนาการ เมื่อเทียบกับวัยอื่นที่มีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน

จากการให้ความหมายของพัฒนาการของวัยรุ่นดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น สรุปได้ว่า วัยรุ่นหมายถึง วัยที่อายุย่างเข้าสู่วัยหนุ่มสาว หรือวัยที่อยู่ในช่วงคาบเกี่ยวระหว่างวัยเด็ก กับผู้ใหญ่เป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อที่สำคัญซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงของระบบต่างๆทั้งด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม สติปัญญา และจริยธรรม ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตทางร่างกายสูงสุด

2. การแบ่งช่วงอายุของวัยรุ่น

สุชา จันทร์เอง (2525, น. 14) ได้แบ่งช่วงอายุของวัยรุ่นไว้ดังนี้ ระยะเวลาเริ่มเข้าสู่วัยรุ่น (Puberty) มีอายุระหว่าง 13-15 ปี เป็นระยะที่ร่างกายเจริญเติบโตทางเพศอย่างสมบูรณ์ ระยะวัยรุ่นตอนต้น (Early adolescence) อายุระหว่าง 15-18 ปี โดยมีการเปลี่ยนแปลงด้านร่างกาย ด้านจิตใจ และด้านความคิด ระยะวัยรุ่นตอนปลาย (Late adolescence) อายุระหว่าง 18-21 ปี โดยพัฒนาการของวัยรุ่น จะเริ่มเข้าสู่ภาวะความเป็นผู้ใหญ่อย่างสมบูรณ์ในช่วงวัยรุ่นตอนปลาย

พิงพิศ จักรปิง (2539, น. 22) ได้แบ่งช่วงอายุของวัยรุ่นไว้ดังนี้ วัยรุ่นตอนต้น (Early adolescence) มีอายุระหว่าง 13-15 ปี พัฒนาการทางร่างกายแสดงถึงการเจริญเติบโตทางเพศอย่างสมบูรณ์ วัยรุ่นตอนกลาง (Middle adolescence) มีช่วงอายุระหว่าง 15-18 ปี มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านร่างกาย จิตใจ และความคิด เช่น การมีเสน่ห์ดึงดูดความสนใจของเพศตรงข้าม การมีอารมณ์รุนแรง เป็นต้น วัยรุ่นตอนปลาย (Late adolescence) มีช่วงอายุระหว่าง 18-21 ปี เริ่มเข้าสู่ภาวะความเป็นผู้ใหญ่อย่างสมบูรณ์ มีพัฒนาการทางด้านจิตใจมากกว่าร่างกาย โดยเฉพาะด้านความคิด และปรัชญาชีวิต รวมถึงการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาวะการเป็นผู้ใหญ่

ศรีเรือน แก้วกังวาล (2540, น. 10) ได้แบ่งช่วงอายุของวัยรุ่นไว้ดังนี้ วัยรุ่นตอนต้นมีช่วงอายุประมาณ 12-15 ปี พฤติกรรมค่อนข้างไปทางเด็ก วัยรุ่นตอนกลางมีอายุประมาณ 16-17 ปี มีพฤติกรรมอยู่ระหว่างความเป็นเด็กกับความเป็นผู้ใหญ่ วัยรุ่นตอนปลายมีอายุประมาณ 18-25 ปี มีพฤติกรรมใกล้เคียงกับผู้ใหญ่

จากที่นักวิชาการได้แบ่งช่วงวัยของวัยรุ่นดังที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น สรุปได้ว่า ระยะวัยรุ่นแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 1) ช่วงวัยรุ่นตอนต้น (Early adolescence) 2) ช่วงวัยรุ่นตอนกลาง (Middle adolescence) 3) ช่วงวัยรุ่นตอนปลาย (Late adolescence) โดยจากข้อมูลที่นักวิชาการได้กล่าวไว้ การแบ่งช่วงอายุมีความแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาตามแนวโน้มส่วนใหญ่แล้ว พบว่า วัยรุ่นตอนต้นมีช่วงอายุโดยประมาณ ระหว่าง 13-15 ปี ซึ่งเทียบกับการจัดการศึกษาสามัญศึกษาในประเทศไทย คือ ช่วงมัธยมศึกษาตอนต้น วัยรุ่นตอนกลางมีช่วงอายุโดยประมาณ ระหว่าง 16-18 ปี ซึ่งตรงกับช่วงมัธยมศึกษาตอนปลาย และวัยรุ่นตอนปลายมีช่วงอายุโดยประมาณ ระหว่าง 19-22 ปี ซึ่งตรงกับการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้กลุ่มวัยรุ่นตอนกลางเป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้เพราะช่วงวัยรุ่นตอนกลางเป็นช่วงนี้เอกลักษณ์ของวัยรุ่นปรากฏออกมาอย่างชัดเจนมากที่สุด และไม่ได้อยู่ในช่วงวัยที่กำลังเปลี่ยนผ่าน จากวัยเด็กมาเป็นวัยรุ่น หรือ จากวัยรุ่นไปเป็นผู้ใหญ่

3. พัฒนาการทางด้านร่างกาย

พัฒนาการทางด้านร่างกายเป็นความเจริญงอกงามที่มีการเจริญเติบโตถึงขั้นสมบูรณ์เพื่อทำหน้าที่ต่างๆ อย่างเต็มที่ ในระยะวัยรุ่นตอนต้น เป็นระยะที่มีการพัฒนาทางด้านร่างกายที่รวดเร็วมาก ซึ่งส่งผลสอดคล้องต่อพัฒนาการทางด้านอื่นๆ การเจริญเติบโตของมนุษย์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ส่วนแรก คือ การเจริญเติบโตที่สามารถมองเห็นได้ เช่น ส่วนสูง น้ำหนัก รูปหน้า สัดส่วนของร่างกาย ลักษณะเส้นผม และส่วนที่สอง คือ การเจริญเติบโตภายใน เช่น การทำหน้าที่ของต่อมต่าง ๆ การทำงานของโครงสร้างกระดูก การผลิตเซลล์สืบพันธุ์ในเด็กชาย และการมีประจำเดือนในเด็กหญิง เป็นต้น การเจริญเติบโตจะมีระยะพักตัว ถ้าผ่านช่วงนี้ไปจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เด็กที่มีรูปร่างผอมอาจจะมียูปร่างอ้วนกว่าเดิม ระบบการย่อยอาหารจะทำงานได้รวดเร็วขึ้น เพราะร่างกายต้องการสารอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตมากขึ้น เด็กจะหิวบ่อย กินเก่ง กินไม่เลือก และง่วงนอนบ่อย เป็นระยะที่เรียกว่า กำลังกินกำลังนอน ในเด็กชายกล้ามเนื้อจะเจริญเติบโตมาก เสี่ยงจะแตกหัก ในช่วงวัยรุ่นตอนต้นร่างกายจะไม่ได้สัดส่วน ทำให้เกิดการอึดอัด อ่อนไหวง่ายกับสัดส่วนของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย โดยเฉพาะพัฒนาการทางเพศจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ คือ การสร้างลักษณะทางเพศ หรือลักษณะทุติยภูมิทางเพศ (Secondary sex characteristic) คือ ลักษณะที่แบ่งแยกความเป็นชายหนุ่ม และความเป็นหญิงสาว โดยการเจริญเติบโตทางเพศนี้มีพัฒนาการ 3 ขั้นตอน (ศรีเรือน แก้วกังวาล, 2540, น. 26) ได้แก่ ขั้นตอนแรกเป็นระยะที่ร่างกายเริ่มมีการพัฒนาอวัยวะในส่วนต่าง ๆ เช่น เด็กหญิงมีการขยายของสะโพก เริ่มมีหน้าอก เด็กชายเสียงเริ่มแตกพร่า แต่อวัยวะสืบพันธุ์ยังไม่เริ่มทำหน้าที่ ขั้นตอนที่ 2 เป็นระยะที่ร่างกายยังคงมีการพัฒนาอวัยวะต่างๆ ต่อไป โดยที่อวัยวะสืบพันธุ์จะเริ่มทำหน้าที่ได้มากขึ้นแต่ยังไม่สมบูรณ์ เด็กหญิงจะเริ่มมีประจำเดือน เด็กชายจะเริ่มผลิตเซลล์สืบพันธุ์และขั้นตอนที่ 3 เป็นระยะที่ร่างกายพัฒนาอวัยวะและลักษณะทางเพศเต็มที่แล้ว โดยอวัยวะสืบพันธุ์จะสามารถทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ มีวุฒิภาวะทางเพศสามารถมีบุตรได้ จึงถือเป็นระยะที่เด็กย่างเข้าสู่วัยรุ่นอย่างแท้จริง การเริ่มเข้าสู่ระยะต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น จะเกิดขึ้นกับเด็กแต่ละคนในอายุที่ไม่เท่ากันเสมอไปโดยเด็กบางคนจะเริ่มเข้าสู่วัยรุ่นอย่างรวดเร็ว แต่ในบางคนจะมีพัฒนาการค่อนข้างช้าแต่ไม่ว่าจะช้าหรือเร็ว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ย่อมส่งผลให้วัยรุ่นสนใจเกี่ยวกับร่างกายของตนเองมากขึ้น โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเพศ หรือลักษณะทุติยภูมิทางเพศ วัยรุ่นจึงมักกังวลในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงนี้

4. พัฒนาการทางด้านสติปัญญา

เด็กวัยรุ่นมีการเจริญเติบโตของสมองอย่างเต็มที่พัฒนาการทางด้านความคิดสติปัญญาเป็นไปอย่างรวดเร็ว สามารถเข้าใจเรื่องที่เป็นนามธรรมได้ มีความคิดกว้างไกล พยายามแสวงหาความรู้ใหม่ๆ มีจินตนาการมากขึ้น มีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเองในระดับสูง ตามทฤษฎีพัฒนาการทางความคิดของ ประณต คำนิม (2549, น. 21) เด็กวัยรุ่นพัฒนาความคิดจากความคิด

แบบรูปธรรม (Concrete) มาจากวัยเด็กสู่กระบวนการพัฒนาความคิดแบบเป็นเหตุผล เป็นรูปแบบชัดเจน (Cognitive thought phase หรือ Formal operation period) มีลักษณะเด่นคือสามารถคิดอย่างมีเหตุผลโดยไม่ใช้วัตถุเป็นสื่อ มีการคิดแบบใช้ตรรกะจากเงื่อนไขที่กำหนด การคิดแบบใช้เหตุผลเชิงสัดส่วน การคิดแบบแยกตัวแปรเพื่อสรุปผลการคิดแบบใช้เหตุผลสรุปเป็นองค์รวมคาดการณ์อนาคตได้โดยมองย้อนอดีต มีความคิดที่มองว่าตัวเองเป็นศูนย์กลางของวัยรุ่น (Adolescent egocentrism) คือ คิดว่าพฤติกรรมของตนถูกเฝ้ามองจากบุคคลอื่น โดยให้ใส่ใจต่อคำวิพากษ์วิจารณ์ของบุคคลอื่นอย่างมาก (Imagination audience) โดยเฉพาะเรื่องการแต่งกาย ทรงผม และรูปร่างของตน วัยรุ่นมักคาดหวังกับสิ่งที่ตนแสดงออกว่าสนใจหรือชอบ บุคคลอื่นจะต้องรู้สึกเช่นนั้นด้วย และวัยรุ่นมีความคิดฝัน มีจินตนาการว่าตนเป็นคนเก่ง (Hero) และมีโลกส่วนตัว (The personal fable) การเพื่อนนี้จะเกี่ยวกับความรัก ความสนใจเพศตรงข้าม หรือบุคคลที่มีชื่อเสียงที่ตนชื่นชอบ

5. พัฒนาการทางด้านอารมณ์

วัยรุ่นตามทฤษฎีจิตวิเคราะห์ของ Freud เป็นวัยที่อยู่ในขั้นพอใจการรักเพศตรงข้าม (Genital stage) ความพึงพอใจและความสุขต่างๆ เป็นแรงขับมาจากวุฒิภาวะทางเพศ เริ่มสนใจเพศตรงข้าม มีแรงจูงใจที่จะรักผู้อื่น ต้องการอิสระจากพ่อแม่มากขึ้น เด็กชายจะเลียนแบบพ่อ เด็กหญิงจะเลียนแบบแม่ (ประณต เค้าฉิม, 2549, น. 21) อารมณ์ของวัยรุ่นเป็นอารมณ์ที่เปลี่ยนแปลงง่าย อ่อนไหวง่ายอารมณ์รุนแรง เจ้าอารมณ์ และไม่สามารถควบคุมอารมณ์ได้นัก บางครั้งกลายเป็นการเก็บกดบางครั้งกลายเป็นความมั่นใจในตนเองสูงเกินไป ลักษณะของอารมณ์เหล่านี้เรียกว่า "พายุบุแคม (Storm & Stress)" เพราะลักษณะอารมณ์แบบนี้ จึงมีความคิดเห็นขัดแย้งกับผู้ใหญ่ได้ง่าย ทำให้วัยรุ่นคิดว่าผู้ที่เข้าใจตนเองดีที่สุดคือ เพื่อนในวัยเดียวกัน เนื่องจากมีความคิดเห็นที่เป็นไปทางเดียวกัน ยอมรับกันและ การเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ที่เกิดขึ้นนี้ มีผลมาจากหลายปัจจัยประกอบกัน เช่น การปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายการปรับพฤติกรรมการแสดงออกจากการเป็นเด็ก เข้าสู่การเรียนรู้บทบาทของการเป็นผู้ใหญ่ สังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงในด้านอารมณ์ในช่วงวัยรุ่นจะเป็นช่วยที่วัยรุ่นมีอารมณ์เกี่ยวกับความรัก หรือความสนใจในเพศตรงข้าม จึงทำให้วัยรุ่นมีพฤติกรรมทางเพศมากขึ้น (Rogers, 1972, pp. 12-14)

6. พัฒนาการทางด้านสังคม

ทฤษฎีพัฒนาบุคลิกภาพของ Erikson วัยรุ่นอยู่ในขั้นพัฒนาการขั้นที่ 5 คือ ความมีเอกลักษณ์ประจำตัวหรือความสับสนในบทบาทของตนเอง (Identity vs. Identity diffusion) เป็นวัยที่พัฒนาเอกลักษณ์ของตนเอง มีจุดมุ่งหมายในชีวิตของตนเอง สังคมของเด็ก คือ กลุ่มเพื่อน จะยึดแบบอย่างจากกลุ่มเพื่อน และบุคคลที่ตรงกับอุดมคติ อาจเกิดความขัดแย้งด้านสัมพันธภาพกับผู้ใหญ่ และเกิดความสับสนทางจิตใจ หากไม่สามารถแก้ไขความสับสนนี้ได้ เด็กจะเป็นคนที่มีบุคลิกภาพสับสน ไม่มั่นคง ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน วัยรุ่นมีความต้องการในการที่จะเป็นที่ยอมรับ

ของเพื่อนและสังคมรอบตัว มีการรวมกลุ่มรุ่นเดียวกัน ซึ่งส่วนใหญ่มีความคิดหรือทำอะไรคล้าย ๆ กัน ช่วยเหลือกัน มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกันเมื่ออยู่ในกลุ่ม กลุ่มเพื่อนจึงมีอิทธิพลมาก ต่อเจตคติ ความสนใจและพฤติกรรมการแสดงออกของวัยรุ่น วัยรุ่นมักมีความคิดว่าความคิดเห็นของคนอื่น ๆ ไม่มีความสำคัญเท่ากับความเห็นของกลุ่ม และมีความต้องการให้ผู้ใหญ่ยอมรับกลุ่มเพื่อนของตน ด้านความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนต่างเพศ เมื่อเด็กอายุประมาณ 13-14 ปี เด็กหญิงเริ่มสนใจเด็กชาย พยายามที่จะเรียกร้องความสนใจจากเด็กชาย แต่เด็กชายยังไม่มีความรู้สึกนี้ เมื่อเด็กชายอายุประมาณ 14-16 ปี จะเริ่มสนใจเพศตรงข้าม และบางคนเริ่มแยกตัวไปสนิทสนมกับเพศตรงข้าม วัยรุ่นหญิงจะเพลิดเพลินเรื่องการแต่งกายอย่างมาก เอาใจใส่เรื่องรูปร่างความสวยงามของหน้าตา เช่นเดียวกัน วัยรุ่นชายก็จะมีพฤติกรรมที่มุ่งให้วัยรุ่นหญิงสนใจตนเอง เช่น แวหรือหยอกล้อวัยรุ่นหญิง ในวัยรุ่นที่มีรูปร่างหน้าตาสวย เป็นที่ยอมรับของกลุ่มเพื่อนมักจะไม่มีปัญหา แต่ในวัยรุ่นที่มีความคิดว่าตนเองแตกต่างจากเพื่อน มีปมด้อยเรื่องรูปร่างหน้าตา มักจะต้องการแสดงพฤติกรรมอื่นให้เป็นที่น่าสนใจของเพศตรงข้าม เมื่อวัยรุ่นชายและหญิงมีความสนใจซึ่งกันและกัน ทั้งสองฝ่ายเริ่มให้ความสำคัญต่อการแสดงออกของบทบาททางเพศ ความสนใจและความสนิทสนมกับเพื่อนต่างเพศนี้อาจยั่งยืนไปจนกระทั่งมีการแต่งงานเกิดขึ้นในวัยผู้ใหญ่ต่อไป วัยรุ่นส่วนใหญ่เริ่มแยกตัวออกจากบุคคลในครอบครัว และชอบอยู่กับเพื่อน การปรับตัวกับกลุ่มเพื่อนเป็นช่วงที่สำคัญมาก เพราะวัยรุ่นต้องการเพื่อนและได้รับอิทธิพลจากเพื่อนมากที่สุด (พิงพิศ จักรปิง, 2539, น. 24) ช่วงวัยรุ่นเป็นวัยรุ่นมีความคิดเป็นของตนเองอยากเป็นตัวของตัวเอง ชอบอิสระ ไม่ค่อยเชื่อฟังใคร ยกเว้นเพื่อนในกลุ่มเดียวกัน มีค่านิยม ความเชื่อ และความคิดที่คล้ายคลึงกัน ในกลุ่มพฤติกรรมวัยรุ่นจึงมักเป็นการทำตามเพื่อนเพราะต้องการการยอมรับในกลุ่มเพื่อน พัฒนาการทางสังคมของวัยรุ่นส่วนใหญ่เป็นการปรับตัวให้เข้ากับกลุ่มเพื่อน ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อการแสดงพฤติกรรมทางเพศด้วย (ปริยา เกตุทัต, 2537, น. 32)

ระบบประสาท

1. กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของระบบประสาท

1.1 ระบบประสาท

ระบบประสาทเกี่ยวข้องกับการควบคุม และประสานการทำงานของส่วนต่างๆ ของร่างกาย เพื่อจัดเตรียมร่างกายให้มีปฏิกิริยาต่อสิ่งแวดล้อมภายนอก ในขณะเดียวกันก็ควบคุมอวัยวะต่าง ๆ ภายในให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายใน ซึ่งจำเป็นสำหรับการยังมีชีวิตอยู่ คนเราเหนือกว่าสัตว์ต่าง ๆ ก็โดยที่ระบบประสาทโดยเฉพาะสมองเจริญดีกว่าสัตว์ทั้งปวง (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2565, ออนไลน์)

ระบบประสาท แบ่งออกได้เป็น

1. ระบบประสาทกลาง (Central nervous system) ได้แก่ สมอง และไขสันหลัง (Spinal cord) ซึ่งเป็นศูนย์กลางควบคุมและประสานงานการทำงานของร่างกายทั้งหมด

2. ระบบประสาทนอก (Peripheral nervous system) ซึ่งยังแบ่งต่อไปอีกเป็น

2.1 เส้นประสาทสอง มี 12 คู่ ออกจากสมองผ่านรูต่างๆ ของกะโหลกศีรษะ ส่วนใหญ่กระจายไปบริเวณศีรษะ

2.2 เส้นประสาทไขสันหลัง มี 31 คู่ ออกจากไขสันหลังเป็นช่วง ๆ ผ่านรูระหว่างกระดูกสันหลังไปสู่ร่างกายและแขน ขา

2.3 ประสาทระบบอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานของอวัยวะที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ และโดยไม่รู้สีกตัว เช่น การเต้นของหัวใจ การเคลื่อนไหวของอวัยวะภายใน ผื่นของหลอดเลือดและต่อมต่าง ๆ ระบบอัตโนมัติยังแบ่งต่อไปอีก คือ

2.3.1 ระบบซิมพาเทติก (Sympathetic) มีเซลล์กำเนิดอยู่ในไขสันหลัง

2.3.2 ระบบพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic) มีเซลล์กำเนิดอยู่ในสมองเป็นส่วนใหญ่

ระบบประสาทกลาง

1. สมอง เป็นส่วนของระบบประสาทที่เจริญอยู่ในโพรงกะโหลกศีรษะ มีส่วนที่เจริญอยู่ในโพรงกะโหลกศีรษะ มีส่วนที่เจริญเต็มโตมากอยู่ 3 แห่ง ติดต่อกันและกัน คือ สมองส่วนหลัง สมองส่วนกลาง และสมองส่วนหน้า

1.1 สมองส่วนหลัง ประกอบด้วย สมองน้อย (Cerebellum) พอนส์ (Pons) และเมดลลาออลองกาตา (Medulla oblongata) ซึ่งติดต่อกับไขสันหลัง

1.2 สมองส่วนหน้า ประกอบด้วย ซีรีบรัม (Cerebrum) เป็นส่วนใหญ่โตที่สุดของสมอง

1.3 สมองส่วนกลาง เป็นส่วนแคบระหว่างสมองส่วนหน้าและสมองส่วนหลัง

สมอง มีเยื่อหุ้ม 3 ชั้น คือ

1. ชั้นนอกสุด เรียกว่า เยื่อดูรา (Dura mater) หนาและเหนียว อยู่ชิดกับด้านในของกะโหลกศีรษะ ในที่บางแห่งเยื่อดูรายื่นแทรกเข้าไปในรอยแยกของสมอง เพื่อพยุงและป้องกันการกระทบกระเทือนต่อสมอง

2. ชั้นกลาง เรียกว่า เยื่ออะแร็คนอยด์ (Arachnoid mater) เป็นชั้นบางอยู่แนบชิดกับด้านในของเยื่อดูรา

3. ชั้นใน เรียกว่า เยื่อเปีย (Pia mater) เป็นชั้นบางๆ อยู่แนบสนิทกับผิวของสมอง แต่แยกห่างจากเยื่ออะแร็คนอยด์จึงเป็นช่องว่างชั้น เรียกว่า ช่องใต้เยื่ออะแร็คนอยด์

(Subarachnoid space) ซึ่งจะมีน้ำอยู่ เรียกว่า น้ำหล่อสมอง และไขสันหลัง (Cerebro-spinal fluid)

2. ไขสันหลัง อยู่ในช่องสันหลัง มีขนาดเล็กกว่านิ้วมือยาวประมาณ 45 เซนติเมตร ทารกในครรภ์ ไขสันหลังยาวไปถึงก้นกบ แต่ในการเจริญเติบโตต่อมา กระดูกสันหลังเจริญเร็วกว่า และมากกว่าไขสันหลัง ไขสันหลังจึงเลื้อยขึ้นบนกระทั่งไปอยู่ที่ระดับกระดูกสันหลังส่วนเอวอันที่ 3 ในเด็กเกิดใหม่ และไปอยู่ที่ระดับส่วนบนของกระดูกสันหลังส่วนเอวอันที่ 2 ในผู้ใหญ่ ปลายล่างของไขสันหลังมีเส้นเป็นเงา แข็งแรง ต่ลงไปที่ด้านหลังของกระดูกก้นกบ ไขสันหลังมีเส้นประสาทสันหลังออกไป 31 คู่ผ่านรูระหว่างกระดูกสันหลัง

ไขสันหลังมีเยื่อหุ้ม 3 ชั้น เช่นเดียวกับสมอง แต่ชั้นนอกสุดไม่ติดกับกระดูกสันหลัง ชั้นกลาง แยกจากชั้นใน และมีน้ำหล่อไขสันหลังบรรจุอยู่

ประสาทไขสันหลัง มี 31 คู่ แบ่งเป็น ประสาทสมองส่วนคอ 8 คู่ ส่วนนอก 12 คู่ ส่วนเอว 5 คู่ ส่วนก้น 5 คู่ และส่วนก้นกบ 1 คู่ แต่ละเส้นประกอบด้วยประสาทยนต์และประสาทรับความรู้สึกไปสู่กล้ามเนื้อและผิวหนังส่วนคอ แขน ส่วนนอก ส่วนเอว ส่วนก้น และขา ตามลำดับ

3. ประสาทระบบอัตโนมัติ

ประสาทซิมพาเทติก มีเซลล์กำเนิดอยู่ในไขสันหลังระดับส่วนนอกทั้งหมด และส่วนเอวช่วงบน และเส้นใยประสาทฝากไปกับประสาทไขสันหลัง

ประสาทพาราซิมพาเทติก มีเซลล์กำเนิดอยู่ในไขสมองแล้วส่งเส้นใยประสาทฝากไปกับเส้นประสาทสมองคู่ที่ 3 คู่ที่ 7 คู่ที่ 9 และคู่ที่ 10 นอกจากนี้ยังมีเซลล์กำเนิดอยู่ในไขสันหลังส่วนล่างด้วย

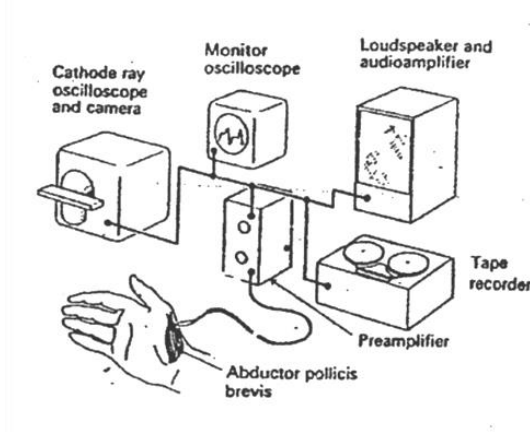
ทั้งประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติก กระจายไปเลี้ยงอวัยวะเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นต่อมเหงื่อ ต่อมไขมันและหลอดเลือด ผิวหนังของแขนและขา มีแต่ซิมพาเทติกอย่างเดียว เช่น ซิมพาเทติกไปเลี้ยงหัวใจ ทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น แต่พาราเธติกทำให้หัวใจเต้นช้าลง ซิมพาเทติกทำให้ลำไส้มีการเคลื่อนไหวช้าลง แต่พาราซิมพาเทติกทำให้ลำไส้เคลื่อนไหวเร็วขึ้น ซิมพาเทติกทำให้รูม่านตากว้างขึ้น แต่พาราซิมพาเทติกทำให้รูม่านตาเล็กลง

1.2 ผลของการฝึกต่อระบบประสาท

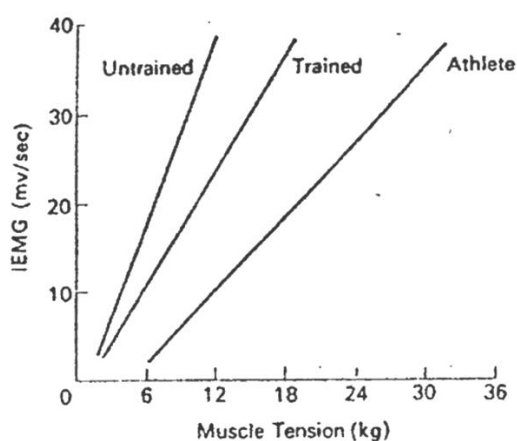
1.2.1 ผลของการฝึกต่อระบบประสาทอย่างง่าย

ระบบกล้ามเนื้อและประสาทถูกสร้างขึ้นมาให้ทำหน้าที่ร่วมมือกันในการเคลื่อนไหว ตัวอย่างเช่น การเคลื่อนไหว งอ และเหยียดข้อศอก กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกัน (Agonis) และกลุ่มตรงข้าม (Antagonist) จะต้องร่วมมือกันดี จึงจะทำให้การเคลื่อนไหวนั้นมีประสิทธิภาพในคนที่ไม่ได้รับการฝึกการเคลื่อนไหว งอและเหยียดข้อศอกจะไม่เป็นจังหวะและไม่เป็นแบบเดียวกันเช่น อาจเห็นมีการกระตุกบ้าง หรือกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้ามยังมีการทำงานอยู่บ้างแม้ในช่วงจังหวะที่ควรจะ

คล้ายตัวหมี แต่ภายหลังการที่ได้รับการฝึกการเคลื่อนไหว งอ และเหยียดข้อศอก จะเป็นแบบเดียวกัน คือ เรียบร้อยขึ้นและพร้อมเพรียงกัน อันเป็นไปตามความสัมพันธ์ที่เรียกว่า “Reciprocal relation” คือ ในการงอและเหยียดข้อศอก ขณะที่กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกันทำงานจะยับยั้งกลุ่มตรงข้ามให้หยุดทำงาน



ภาพ 2.1 แสดงการจัดเครื่องมือที่ใช้บันทึกและมอนิเตอร์เพื่อใช้ในการฝึกหน่วยยนต์ (Monitor unit). จาก สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (น. 216), โดย ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2536, กรุงเทพฯ: ธรรมการพิมพ์.



ภาพ 2.2 เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง IEMG และแรงดึงของกล้ามเนื้อชนิดไอโซเมตริก ในผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก ผู้ที่ได้รับการฝึกและนักกีฬา สำหรับการทำงานที่ใช้พลังของระบบประสาทและกล้ามเนื้อเท่ากัน คือ ในระดับที่ IEMG เท่ากัน. จาก สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (น. 216), โดย ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2536, กรุงเทพฯ: ธรรมการพิมพ์.

1.2.2 การฝึกหน่วยยนต์ (Motor Unit)

การร่วมมือกันทำงานสามารถเกิดขึ้นได้แม้ในกล้ามเนื้อเอง นั่นคือ สามารถฝึกให้บรรดาหน่วยยนต์หลายร้อยหน่วยที่ต้องรับผิดชอบในการทำงานทำงานประสานกันได้ดีขึ้นกว่าตอนที่ไม่ได้ฝึก Basmajian ได้นำหลักของ “Motor unit training” มาใช้และเชื่อว่ามนุษย์สามารถควบคุมการทำงานของหน่วยยนต์ในกล้ามเนื้อลายใด ๆ ก็ได้ เขาพบว่าภายหลังจากการฝึกเพียงระยะสั้นเกือบทุกคนสามารถควบคุมการทำงานของหน่วยยนต์ให้ทำงานเพียง 1 หน่วยได้ โดยการสั่งให้ทำงานหรือหยุดทำงานก็ได้ แต่อย่างไรก็ดี การควบคุมหน่วยยนต์บางหน่วยต้องการการควบคุมที่ยุ่ยากกว่า เช่น การฝึกกล้ามเนื้อที่ต้องอาศัยทักษะเป็นพิเศษ จึงมีความจำเป็นต้องใช้ระบบการป้อนกลับทั้งทางนัยน์ตาและการได้ยินเข้าช่วยควบคุมการทำงานของหน่วยยนต์นั้น จึงจะสามารถฝึกให้ตรงตามเป้าหมายได้เร็วขึ้น เพราะสมองช่วยรับรู้ผลงานทั้งทางการเห็นและการได้ยิน

1.2.3 ผลของการฝึกต่อความสัมพันธ์ระหว่าง อี.เอ็ม.จี. กับความตึงกล้ามเนื้อ

บุคคลที่ได้รับการฝึกสามารถใช้กล้ามเนื้อให้ได้แรงมากกว่าบุคคลที่ไม่ได้รับการฝึก ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมของปริมาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่ทำงาน (IEMG) และแรงตึงของกล้ามเนื้อนั้นเมื่อให้ทำงานชนิดไอโซเมตริกโดยได้เปรียบเทียบระหว่างผู้ที่ได้รับการฝึกและผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกและนักกีฬา ความมากมายของ IEMG ที่บันทึกได้แสดงถึงจำนวนกล้ามเนื้อที่ใช้งานในขณะนั้น จะเห็นว่าสำหรับการทำงานที่ใช้พลังงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อเท่ากัน คือในระดับที่ IEMG เท่ากันนั้น ความตึงของกล้ามเนื้อในนักกีฬาจะได้ค่าสูงสุด ฉะนั้นหลักของการฝึกจึงควรจะต้องกระทำเพื่อให้จำนวน IEMG ลดลงโดยที่ได้แรงตึงจากกล้ามเนื้อถึงระดับหนึ่งที่เท่ากัน มีบางคนเชื่อว่าการฝึกกล้ามเนื้อจะสามารถลดบทบาทของหน่วยยนต์ที่ทำงานซ้อนกันลงได้ ความเชื่อเช่นนี้เป็นการเริ่มต้นของ “Desynchronization phase” ซึ่งหมายถึง การทำงานของกล้ามเนื้อที่ไม่พร้อมเพรียงกัน แต่กลับเป็นผลดีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ คือ ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้เรียบขึ้นไม่กระตุก เพราะถ้าเกิดกล้ามเนื้อทั้งหมดมีหน่วยยนต์ทำงานพร้อมกันหมดในเวลาเดียวกันจะทำให้เกิดลักษณะกระตุกขึ้น กล้ามเนื้อที่ฝ่อลีบไปต้องการระยะเวลาฝึกช่วนานกว่าก่อนที่จะทำให้ Desynchronization มีประสิทธิภาพ แต่สำหรับกล้ามเนื้อที่แข็งแรงดีอยู่แล้ว เวลาที่ใช้ในการฝึกจะสั้นลงมาก กลไกทางสรีรวิทยาที่นำมาอธิบายปรากฏการณ์ Desynchronization ยังไม่ทราบแน่

1.2.4 เวลารีเฟล็กซ์และเวลาปฏิกิริยา

การทำงานและการออกกำลังกายหลายอย่าง ต้องอาศัยการทำงานในรูปแบบของรีเฟล็กซ์ (Reflex) และรีแอคชั่น (Reaction) เมื่อได้รับการฝึกให้ทำซ้ำ ๆ กันอยู่เป็นเวลานาน รีแอคชั่นซึ่งถือได้ว่าเป็นปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่อยู่ใต้อำนาจจิตจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นรีเฟล็กซ์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นการตอบสนองของร่างกายที่อยู่นอกอำนาจจิตได้ รีเฟล็กซ์ดังกล่าวเรียกรีเฟล็กซ์ฝึก (Conditioned เมื่อฝึกอยู่เป็นเวลานานจะทำให้เวลารีเฟล็กซ์สั้นลงได้

ในการกีฬาที่การเคลื่อนไหวต้องถูกฝึกโดยสัญญาณที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของฝ่ายตรงกันข้าม หรือของลูกบอลที่เล่นอยู่นั้นพบว่า เวลาปฏิกิริยามีความสำคัญมาก นักวิ่งผู้ซึ่งออกจากที่ปล่อยตัวได้เร็วกว่าผู้อื่นหรือนักกีฬาเล่นป้องกันผู้ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับดีลูกย่อมจะต้องอาศัยเวลาปฏิกิริยาที่รวดเร็วทั้งสิ้น

รีเฟล็กซ์อย่างง่ายเช่นรีเฟล็กซ์เข่า (Knee jerk) สามารถฝึกจนใช้เวลาลดน้อยลงได้บ้าง เวลาปฏิกิริยาก็เช่นเดียวกันสามารถฝึกให้สั้นลงได้ ตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาที่ต้องทำอยู่บ่อย ๆ ในชีวิตประจำวัน คือ การตอบสนองโดยการยกเท้าเหยียบห้ามล้อเมื่อเห็นสัญญาณไฟ หรือสิ่งกีดขวางผู้ที่สามารถขับรถได้เท่ากับได้รับการฝึกฝนการตอบสนองนี้มาแล้ว จะทำให้สามารถตอบสนองได้รวดเร็วกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก นั่นคือ มีเวลาปฏิกิริยาสั้นลง และการตอบสนองนี้สามารถเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยามาเป็นรีเฟล็กซ์ฝึกได้ด้วย เช่นในผู้ที่ขับรถชำนาญขณะขับรถไปตามท้องถนน พื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น คนวิ่งตัดหน้ารถ เขาก็จะเหยียบห้ามล้อทันทีโดยผู้ขับไม่รู้สึกรู้สีกตัว แสดงว่ารถหยุดโดยการกระทำของรีเฟล็กซ์ ฝึกก่อนที่ผู้ขับจะทราบว่ามีคนวิ่งตัดหน้ารถ ทั้งนี้ เนื่องจากปฏิกิริยาได้เปลี่ยนเป็นรีเฟล็กซ์ฝึกทางเดินประสาทที่ใช้จึงสั้นเข้า โดยไม่ต้องผ่านสมองที่อยู่ได้อ่านาจิตใจ

การศึกษาหลายอย่างได้แสดงว่านักกีฬามีเวลาปฏิกิริยาเร็วกว่า คนธรรมดา นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสัมพันธ์กันบ้างระหว่างเวลาปฏิกิริยาและเวลารีเฟล็กซ์ เช่น นักวิ่งเร็วมีเวลาปฏิกิริยาและเวลาที่ใช้ ในรีเฟล็กซ์เข่าเร็วกว่านักวิ่งทน

การออกกำลังกายจนเหนื่อยอ่อนจะทำให้เวลารีเฟล็กซ์เข่ายาวขึ้นด้วย Tipton และ Karpovich พบว่า เวลาปฏิกิริยาจะสั้นลงหลังจากถีบจักรยานวัดงานาน 1 นาที แต่เวลารีเฟล็กซ์จะยาวขึ้น 15.7% หลังจากถีบจักรยานไป 5 นาที และถ้าให้ถีบจักรยานจนเหนื่อยอ่อนเวลารีเฟล็กซ์จะเพิ่มขึ้นถึง 17.3% และจะเกิดผลลัพธ์แบบเดียวกันถ้าให้ผู้ถูกทดลองใช้ชามยกน้ำหนัก 25 ปอนด์ ให้เข่าเหยียดตรงจนกระทั่งเข่าเมื่อยล้า

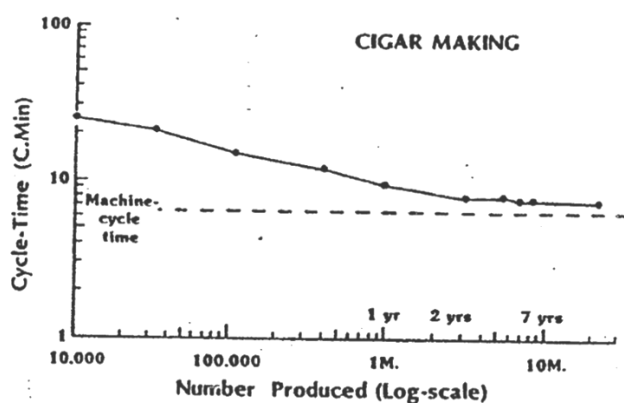
ในการทดลองเกี่ยวกับเวลาปฏิกิริยา ควรจะต้องทราบว่าเวลาปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงได้ตาม (1) ช่วงเวลาในวันหนึ่งๆ ซึ่งในเวลาบ่ายจะใช้เวลาสั้นที่สุด (2) อายุ เวลาปฏิกิริยาในวัยเด็กจะช้าและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงสุดในนักศึกษาระดับวิทยาลัย (3) สภาพของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เช่น ในขณะที่กำลังเมื่อยล้า เวลาปฏิกิริยาก็จะช้าลงด้วย (4) ลักษณะของการเคลื่อนไหว Henry และ Rogers แสดงให้เห็นว่าในการเคลื่อนไหวที่ต่อเนื่องกันถ้าเพิ่มความยุ่งยากให้มากขึ้นแล้ว เวลาปฏิกิริยาจะยาวขึ้น นอกจากนี้ Kramer ยังได้ทดลองเปรียบเทียบระหว่างเด็กปัญญาอ่อน เด็กปกติและผู้ใหญ่ พบว่าในกลุ่มที่ผิดปกติ เวลาปฏิกิริยาแตกต่างไปจากคนปกติ รวมทั้งค่า Performance time และกำลังในการกำมือด้วย แต่เวลาของรีเฟล็กซ์เข่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากรีเฟล็กซ์เข่าเป็นรีเฟล็กซ์ที่เกิดขึ้นที่ระดับไขสันหลังเท่านั้น ไม่มีขบวนการที่ซับซ้อน

การฝึกการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อจะมีผลดีต่อเวลารีเฟล็กซ์ด้วย Fancis และ Tipion ได้แสดงว่า 5% ของผู้ถูกทดลองมีกำลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและมีเวลาของรีเฟล็กซ์เข้าเร็วขึ้นด้วย Rcid พบว่าเวลาของรีเฟล็กซ์ข้อเท้าเร็วขึ้น 7% พร้อมกับกำลังของการถีบปลายเท้าเพิ่มขึ้น 27% แต่กลไกที่ทำให้เกิดผลเช่นนี้ยังอธิบายไม่ได้ เข้าใจว่าอาจเป็นผลจากการปรับปรุงความไวของรีเซปเตอร์ที่รับการยืด (Stretch receptor) อัตราเร็วของการนำพลังประสาทของเส้นใยประสาทนำเข้าหรือนำออก การส่งผ่านจุดประสาน (Synapse) หรือหน้าที่ของกล้ามเนื้อ

1.2.5 Motor learning

การฝึกทำให้ระบบประสาทมีการเรียนรู้ที่เรียกว่า การเรียนรู้ทางด้านยนต์ (Motor learning) ตัวอย่างของการเรียนรู้ทางด้านยนต์คือ ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อร่วมมือกัน (Coordination) การร่วมมือกันดีของกล้ามเนื้อต้องอาศัยผลการพัฒนาอย่างน้อย 5 อย่างคือ (1) การรับรู้กิจกรรมนั้น ๆ (2) กระทำกิจกรรมนั้นด้วยความแม่นยำ (3) ปฏิบัติสม่ำเสมอ (4) ฝึกด้วยแบบแผนที่ง่ายไปหายาก และ (5) ฝึกจนทำให้มีสมรรถภาพสูงสุดเท่าที่จะทำได้ การฝึกการเรียนรู้ทางด้านยนต์และความเร็วของการกระทำนั้น ๆ อย่างไรก็ดี การฝึกควรจะต้องกระทำด้วยการกระทำที่ถูกต้อง ถ้าการกระทำไม่ถูกต้อง จะทำให้ผลการฝึกผิดพลาดไป ดังนั้น จึงมีคำที่เรียกว่า Perfect practice makes perfect ในการฝึกเพื่อจะทำให้มีการร่วมมือถึงจุดสูงสุดในกิจกรรมใดก็ตาม จะต้องกระทำซ้ำกันเป็นจำนวนร้อยหรือพัน หรือแม้แต่ถึงล้านครั้ง

ข้อมูลจากการป้อนกลับมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ทางด้านยนต์ ถ้าไม่มีการป้อนกลับหรือการป้อนกลับเป็นไปไม่ได้ไม่ดี จะทำให้การเรียนรู้ทางด้านยนต์กระทำไม่ได้ดีด้วย



ภาพ 2.3 แสดงผลของการฝึกระยะยาวต่อความเร็วในการมวนบุหรี่ แต่ละจุดเป็นเวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับคนทำงานใน 1 สัปดาห์ ส่วนแกนตั้งเป็นเวลาที่สามารถทำได้ ส่วนแกนนอนเป็นจำนวนผลงานที่ทำได้ ตั้งแต่เริ่มเข้าทำงานจนถึงปีที่ 7. จาก สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (น. 222), โดย ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2536, กรุงเทพฯ: ธรรมการพิมพ์.

2. กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสมอง

สมอง คือ อวัยวะสำคัญในสัตว์หลายชนิดตามลักษณะทางกายวิภาค (Anatomy) จัดว่าเป็นศูนย์กลางของระบบประสาท คำว่า สมอง ส่วนใหญ่จะใช้เรียกระบบประสาทบริเวณหัวของสัตว์มีกระดูกสันหลัง บางครั้งใช้เรียกอวัยวะในระบบประสาทบริเวณหัวของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอีกด้วย (มารุต พัฒนาผล, ม.ป.ป., น. 5-7)

สมองมีหน้าที่ควบคุมและสั่งการการเคลื่อนไหว, พฤติกรรม และรักษา สมดุลภายในร่างกาย (Homeostasis) เช่น การเต้นของหัวใจ, ความดันโลหิต, สมดุลของเหลวในร่างกาย และอุณหภูมิ เป็นต้น หน้าที่ของสมองยังมีความเกี่ยวข้องกับการรู้คิด (Cognition) อารมณ์ ความจำ การเคลื่อนไหว และความสามารถอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ สมองของมนุษย์แบ่งได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. สมองส่วนหน้า (Forebrain) เป็นส่วนที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีรอยหยักเป็นจำนวนมาก สามารถแบ่งออกได้อีก ดังนี้

1.1 ออลแฟกทอรีบัลล์ (Olfactory bulb) เป็นส่วนที่อยู่ด้านหน้าสุด ทำหน้าที่ดมกลิ่น สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ออลแฟกทอรีบัลล์จะไม่เจริญ แต่จะดมกลิ่นได้ดีโดยอาศัยเยื่อในโพรงจมูก

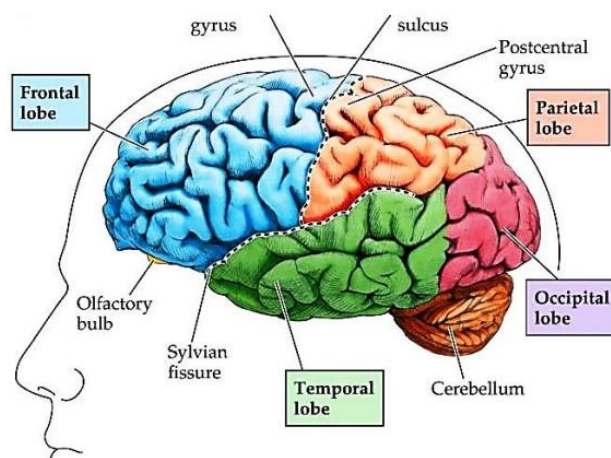
1.2 ซีรีบรัม (Cerebrum) มีขนาดใหญ่ที่สุด มีรอยหยักเป็นจำนวนมาก ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ และความสามารถต่างๆ เป็นศูนย์กลางการทำงานของกล้ามเนื้อ การพูด การมองเห็น การดมกลิ่น การชิมรส แบ่งเป็นสองซีก คือ ซีกซ้าย และซีกขวา แต่ละซีกเรียกว่า Cerebral hemisphere โดยแต่ละซีกจะแบ่งได้เป็น 4 ส่วนย่อย ดังนี้

Frontal lobe ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหว การออกเสียง ความคิด ความจำ สติปัญญา บุคลิก ความรู้สึก อารมณ์

Temporal lobe ทำหน้าที่ควบคุมการได้ยิน การดมกลิ่น

Occipital lobe ทำหน้าที่ควบคุมการมองเห็น

Parietal lobe ทำหน้าที่ควบคุมความรู้สึกด้านการสัมผัส การพูด การรับรส



ภาพ 2.4 สมองส่วนหน้า (Forebrain). จาก การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับ ประถมศึกษาตอนปลายโดยการเล่นหมากเก็บแบบประยุกต์ (น. 26), โดย จริญญา สีพาลแล้ว, 2562, (คุชฌ์นิพนธ์ปรัชญาคุชฌ์บัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

1.3 ทาลามัส (Thalamus) อยู่เหนือไฮโปทาลามัส ทำหน้าที่ เป็นสถานีถ่ายทอด กระแสประสาทเพื่อส่งไปจุดต่าง ๆ ในสมอง รับรู้และตอบสนองความรู้สึกเจ็บปวด ทำให้มีการสั่งการ แสดงออกพฤติกรรมด้านความเจ็บปวด

1.4 ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของระบบประสาท อัตโนมิติ และสร้างฮอร์โมนเพื่อควบคุมการผลิตฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง ซึ่งจะทำให้การควบคุมสมดุล ของปริมาณน้ำ และสารละลายในเลือด และยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมอุณหภูมิร่างกาย อารมณ์ ความรู้สึก วงจรการตื่น และการหลับ การหิว การอิม และความรู้สึกทางเพศ

2. สมองส่วนกลาง (Midbrain) เป็นส่วนที่ต่อจากสมองส่วนหน้า เป็นสถานีรับส่งสารสื่อ ประสาทระหว่างสมองส่วนหน้ากับส่วนท้าย และส่วนหน้ากับนัยน์ตา เป็นศูนย์กลางของการมองเห็น และการได้ยิน

3. สมองส่วนท้าย (Hindbrain) เป็นส่วนที่ต่อจากสมองส่วนกลาง ทำหน้าที่ควบคุมการ ทำงานของร่างกาย ประกอบด้วย

3.1 พอนส์ (Pons) อยู่ด้านหน้าของซีรีเบลลัม ติดกับสมองส่วนกลาง ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานบางอย่างของร่างกาย เช่น การเคี้ยวอาหาร การหลั่งน้ำลาย การเคลื่อนไหวของ กล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า การหายใจ การฟัง

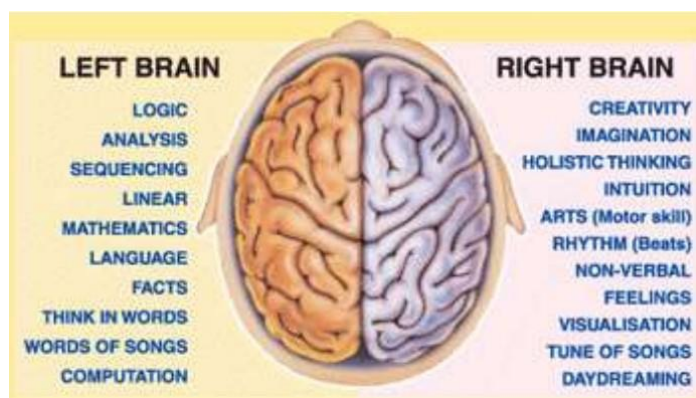
3.2 เมดัลลา (Medulla) เป็นสมองส่วนท้ายสุดซึ่งจะเชื่อมต่อกับไขสันหลัง เป็นทางผ่านของกระแสประสาทระหว่างสมองกับไขสันหลัง เป็นศูนย์กลางการควบคุมการทำงาน เนื้ออานาจิใจ เช่น ไอ จาม สะอึก หายใจ การเต้นของหัวใจ เป็นต้น

3.3 ซีรีเบลลัม (Cerebellum) อยู่ใต้ซีรีบรัม ควบคุมระบบกล้ามเนื้อ ให้สัมพันธ์กัน และควบคุมการทรงตัวของร่างกาย

ซีกสมอง แบ่งออกเป็น 2 ซีก คือ สมองซีกซ้าย และสมองซีกขวา ทำหน้าที่แตกต่างกัน ดังนี้ (มารุต พัฒนาผล, ม.ป.ป., น. 8)

สมองซีกซ้าย ทำหน้าที่การเรียนรู้เกี่ยวกับภาษา การฟัง การจำ การวิเคราะห์เหตุผล การจัดลำดับ การคิดคำนวณ สัญลักษณ์ เหตุผลเชิงตรรกะ และวิทยาศาสตร์

สมองซีกขวา ทำหน้าที่การเรียนรู้เกี่ยวกับจินตนาการ ความคิด สร้างสรรค์ อารมณ์ ความรู้สึกรับรู้ภาพรวม การรับรู้ทางประสาทสัมผัส ไม่มีลำดับก่อนหลัง ศิลปะ สุนทรี รูปทรง รูปแบบ สี ดนตรี มิติสัมพันธ์และการเคลื่อนไหว



ภาพ 2.5 การทำหน้าที่ของสมอง 2 ซีก. จาก เอกสารประกอบการเรียนรู้ รายวิชาการโค้ชเพื่อการรู้คิด (น. 8), โดย มารุต พัฒนาผล, ม.ป.ป., กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

2.1 การทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นความคิด

ความสามารถในการยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) การเปลี่ยนสิ่งสนใจการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและปรับเปลี่ยนความคิด เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ทักษะด้านนี้มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้และแก้ไขปัญหา ช่วยในการวางกลยุทธ์ จัดระบบความคิด ประมวลผลและตอบสนองสถานการณ์นั้นๆ ได้อย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ ทักษะความสามารถในการยืดหยุ่นความคิด เป็นทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา (Intelligent) การใช้เหตุผล (Reasoning) และความสามารถในการแก้ไขปัญหา (Problem solving) ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ทักษะการยืดหยุ่นทางความคิดที่ดีจะช่วยให้คุณรับฟังความคิดเห็นและเข้าใจทัศนคติของผู้อื่น จึงเป็นอีกทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความเห็นอกเห็นใจและการอยู่ร่วมกันในสังคม

Guilford (2019, pp. 145-151) ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกันและคณะ ได้ทำการศึกษาและวิจัยการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor analysis) ของสติปัญญาอย่างต่อเนื่องมานานกว่า 20 ปี โดยเน้นศึกษาเรื่องความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความมีเหตุผล และการแก้ปัญหาในการศึกษา กิลฟอร์ดได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองขึ้นหรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The structure of intellect model ที่เรียกว่า SI) ซึ่งแบบจำลองนี้ได้ครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ

จากแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา กิลฟอร์ดได้อธิบายว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่า ลักษณะการคิดออกนอกนัย หรือการคิดแบบกระจาย (Divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ในการศึกษา กิลฟอร์ดได้ให้ความหมายของความคิดยืดหยุ่น ดังนี้

ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสมารถของบุคคลในการคิดหาผลเฉลยได้หลายประเภท และหลายทิศทาง ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่า ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นสูงจะมีโอกาสสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้มากกว่าผู้ที่คิดซ้ำ ๆ อยู่ในแนวทางเดิมตลอดเวลา โดยแบ่งความคิดยืดหยุ่นออกเป็น

1. ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่าง อย่างอิสระ
2. ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง (Adaptive flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลาย และสามารถคิดดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

จากความหมายของความคิดยืดหยุ่นของกิลฟอร์ดข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดยืดหยุ่นเป็นความสามารถทางการคิด ในการคิดแก้ปัญหาได้หลายทาง หลายรูปแบบ และสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้ว่ามีคำตอบ

2.2 การทำงานของสมองด้านมิติสัมพันธ์

การทำงานของสมองมีความสลับซับซ้อนมาก ถึงแม้จะมีการศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่และส่วนประกอบของสมองจนทำให้ได้รู้จักกับสมองมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อต้องการเรียนรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างภาพที่เห็นกับแผนที่ขยับเพื่อหยิบจับสิ่งของ สมองแต่ละส่วนทำหน้าที่อะไรบ้าง และสมองทุกส่วนจะทำงานสัมพันธ์กันในลักษณะเครือข่ายต่อให้แต่ละส่วนมีหน้าที่หลักต่างกัน แต่การทำงานไม่ได้แยกขาดจากกันโดยสิ้นเชิง สมองของมนุษย์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้ (เจริญญา สีพาสว, 2562, น. 26-28)

1. สมองส่วนหน้า (Forebrain) สมองส่วนหน้าเป็นส่วนของก้อนสมองที่ใหญ่ที่สุดและมีรอยหยักมากที่สุด มีหน่วยย่อยที่ทำหน้าที่หลายอย่างรวมกันอยู่ในส่วนนี้ ได้แก่

1.1 ออลแฟกทอรี (Olfactory bulb) เป็นส่วนที่อยู่ด้านหน้าสุดของก้อนสมอง มีหน้าที่หลักในการดมกลิ่นต่าง ๆ สมองส่วนนี้ไม่มีการพัฒนามากนักในมนุษย์ แต่เราใช้เยื่อในโพรงจมูกช่วยในการดมกลิ่นแทน

1.2 ซีรีบรัม (Cerebrum) คือ ส่วนสำคัญที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ และการเพิ่มพูนความสามารถต่าง ๆ เป็นศูนย์กลางการทำงานด้านประสาทสัมผัสของร่างกาย สามารถแยกย่อยส่วนนี้ ได้อีก 4 ส่วน ดังนี้

1.2.1 สมองส่วนหน้า (Frontal lobe) ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับความคิด การตัดสินใจ สติปัญญา บุคลิก ความรู้สึก ความประทับใจ การมีเหตุผลคิดอย่างเป็นนามธรรม (Abstract Thinking) การพูด การใช้ภาษาและการออกเสียง

1.2.2 สมองส่วนขมับ (Temporal lobe) ซีกซ้ายจะทำหน้าที่รับรู้และเข้าใจภาษา ซีกขวาจะเกี่ยวข้องกับการเข้าใจเสียงสูงต่ำในประโยค หรือในบทเพลง

1.2.3 สมองด้านข้าง (Parietal lobe) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้ การสัมผัส การรับรส ความเข้าใจในมิติสัมพันธ์ของร่างกายและสิ่งแวดล้อม

1.2.4 สมองส่วนท้ายทอย (Occipital lobe) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเห็นภาพ ซึ่งเชื่อมโยงสัมพันธ์กับสมองด้านข้าง (Parietal lobe) เมื่อมองเห็นแล้วก็รับรู้ได้ว่าสิ่งที่เห็นนั้นคือ อะไรหรือสิ่งที่ได้สัมผัสนั้นเป็นอย่างไร เป็นต้น

1.3 ทาลามัส (Thalamus) คือ สมองสี่เทาที่ฐานของสมองใหญ่ (Cerebrum) อยู่เหนือก้านสมอง (Brainstem) ขึ้นไป เป็นกลุ่มของสมองที่มีขนาดใหญ่เท่าไข่มุก บริเวณนี้จะรับรู้ความรู้สึกต่าง ๆ แทบทุกชนิด เช่น สัมผัส ความเจ็บปวด ความร้อน ความเย็น รสชาติการเห็น การได้ยิน และส่งต่อไปยังระดับสูงของสมอง เป็นศูนย์รวมของกระแสประสาทที่ผ่านเข้า-ออกทั้งหมด เป็นสถานีถ่ายทอดที่ทำหน้าที่กระจายคำสั่งไปยังส่วนต่าง ๆ ทาลามัสเป็นอีกส่วนหนึ่งของสมองที่มีรายละเอียดเยอะ และร่างกายจะเจ็บปวดอย่างรุนแรงหากส่วนนี้ถูกทำลายไป

1.4 ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) เป็นศูนย์กลางของระบบประสาทอัตโนมัติ และสร้างฮอร์โมนเพื่อควบคุมการผลิตฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองอีกที เกี่ยวเนื่องกับการปรับอุณหภูมิของ ร่างกาย อารมณ์ ความรู้สึก และวงจรชีวิตเกือบทั้งหมด เช่น การนอนหลับและตื่น อาการหิวและอิ่ม เป็นต้น

2. สมองส่วนกลาง (Midbrain) เป็นส่วนที่ต่อเนื่องมาจากสมองส่วนหน้า และมื่อพตติกลอบ (Optic lobe) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของนัยน์ตา และการเปิดปิดของรูม่านตาด้วย

3. สมองส่วนท้าย (Hindbrain) มีองค์ประกอบสำคัญอยู่ 3 ส่วน ดังนี้

3.1 พอนต์ (Pons) ควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อใบหน้า เช่น การเคี้ยว การหลั่งน้ำลาย เป็นต้น

3.2 เมดัลลา (Medulla) ทางผ่านของกระแสประสาทจากสมองสู่ไขสันหลัง

3.3 ซีรีเบลลัม (Cerebellum) เป็นส่วนที่เรียกว่า “สมองน้อย” เป็นส่วนหลักในการประมวลการรับรู้และควบคุมการทำงานของสมอง

นอกจากนี้ก็ยังมียังมีอีก 2 องค์ประกอบ ที่เราควรรู้จักเพิ่มเติม คือ ปมประสาทเบซัลแกงเกลีย และสมองส่วนอมิกดาลา

เบซัล แกงเกลีย (Basal ganglia) เป็นส่วนหนึ่งของระบบประสาทสั่งการ ทำหน้าที่ประสานงานเกี่ยวกับคำสั่งจากสมองเนื้อหา ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนไหวร่างกาย ทั้งการวิ่ง เดิน และการขยับแขนขา นอกจากนี้ ยังมีส่วนช่วยควบคุมพฤติกรรมที่สืบเนื่องมาจากแรงกระตุ้น ความต้องการ ของมนุษย์ที่เรียกว่า Impulse control ด้วย

สมองส่วนอมิกดาลา (Amygdala) เป็นส่วนของสมองที่ถูกค้นพบจากการวิจัย เกี่ยวกับความกลัวของมนุษย์เป็นสมองส่วนเล็ก ๆ ที่มีขนาดเท่ากับเมล็ดอัลมอนด์เท่านั้น ฝังอยู่ที่ ซีรีเบลลัมและเชื่อมต่อกับไฮโปทาลามัส อมิกดาลา ไวต่อความหวาดกลัวค่อนข้างมาก รวมไปถึง ความปวดร้าวและความเจ็บช้ำใจด้วย เมื่ออมิกดาลาถูกกระตุ้นก็จะเกิดกระบวนการเชื่อมโยงกับสมอง ส่วนอื่น ๆ เพื่อบันทึกเป็นความทรงจำด้วย

องค์ประกอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับกระบวนการทางสมอง สติปัญญา การรับรู้ การมองเห็น การใช้จินตนาการมโนภาพเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ของวัตถุ หรือรูปภาพทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือมุมมองที่ต่างกันไป McGee (1979, pp 889-918) ได้ศึกษาโครงสร้างของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และสรุปว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มี 2 องค์ประกอบหลัก คือ

1. มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ (Spatial visualization) การจินตนาการวัตถุที่มีการหมุน ปิดหรือเปลี่ยนทิศทางของวัตถุจากมุมมองที่ต่างกัน

2. มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (Spatial orientation) เป็นความสามารถในการรับรู้ การจินตนาการ และเข้าใจถึงการปรากฏของวัตถุจากมุมมองที่ต่างกัน การเข้าใจรูปที่ เปลี่ยนแปลงรูปแบบ

Linn & Petersen (1985, น. pp. 1479-1498) ได้ แบ่งองค์ ประกอบ ของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่การหมุนภาพในใจ (Mental rotation) ความสามารถในการหยั่งรู้ (Spatial perception) และความสามารถมโนภาพ (Spatial visualization) อธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. การหมุนภาพ (Mental rotation) เป็นความสามารถที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความเร็ว และแม่นยำในการหมุนภาพสองหรือสามมิติได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ในการตรวจสอบความสามารถในการหมุนภาพทำได้หลายวิธี เช่น Shepard-metzler mental rotation test, Flags and cards, Primary mental abilities space, Hidden patterns, Paper form board, Progressive matrices และ Vandenberg test

2. ความสามารถในการหยั่งรู้ (Spatial perception) เป็นความสามารถของบุคคลในการทำนายระยะห่างระหว่างตัวเองกับสภาพแวดล้อมที่อยู่โดยรอบ การตรวจสอบความสามารถทำได้โดยแบบทดสอบของ Rod and frame test (RFT)

3. ความสามารถในการมโนภาพ (Spatial visualization) ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับภาพที่มีความซับซ้อนที่ใช้การคิดวิเคราะห์ภาพที่มองเห็นโดยที่ทับซ้อน หรือถูกตัดออกไปเป็นส่วน ๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบความสามารถได้ด้วยวิธี Hidden figures and paper folding วิธี Paper form board วิธี Surface development วิธี Differential aptitude test (Spatial relations subtest) วิธีBlock design และวิธี Guilford-zimmerman spatial visualization

Pittalis and Christou (2010, pp. 191-212) กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถทางความคิด มีความแตกต่างกับเชาวน์ปัญญาเชิงเส้นไหล (Fluid intelligence) แตกต่างจาก Spatial Imagery สรุปความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่ามี 3 องค์ประกอบได้แก่

1. มิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ (Spatial visualization) เป็นความสามารถทางการมองเห็น เป็นการทดสอบด้วยการใช้แบบทดสอบที่เป็นลำดับของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีความสลับซับซ้อน

2. มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (Spatial orientation) เป็นความสามารถที่ไม่สับสนต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือทิศทางของรูปภาพ หรือ วัตถุ เช่น วัตถุหนึ่งเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือ ทิศทางไปทางขวา หรือซ้าย สูงกว่า หรือต่ำกว่า ไกลกว่า หรือใกล้กว่า เป็นต้น

3. มิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ (Mental relation) เป็นความสามารถทางความคิดในการรับรู้ การหมุนของวัตถุสองมิติหรือสามมิติ ด้วยการตอบกลับอย่างรวดเร็วและถูกต้อง

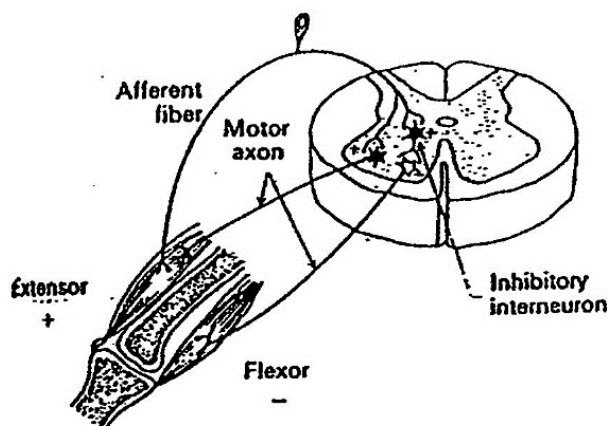
3. กลไกการทำงานของสมองขณะออกกำลังกาย

กล้ามเนื้อลายในร่างกายจะทำงานได้ต้องอาศัยการควบคุมของระบบประสาท อาจแบ่งระดับของการควบคุมออกเป็น 2 พวก คือ การควบคุมกล้ามเนื้อที่อยู่ในนอกอำนาจจิตใจ (Involuntary control) และการควบคุมกล้ามเนื้อที่อยู่ในอำนาจจิตใจ (Voluntary control) อย่างไรก็ดี การควบคุมทั้งสองระดับคือใช้ทางร่วมขั้นสุดท้าย (Final commonpath) ทางเดียวกันคือ เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neuron) ซึ่งอยู่ที่ Anterior horn ของไขสันหลัง รวมทั้งหน่วยยนต์ (Motor

unit) ต่าง ๆ ด้วยการควบคุมที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ ไปเป็นในรูปของรีเฟล็กซ์ (Reflex) เป็นการควบคุมอีกหลายระดับคือ ไขสันหลัง (Spinal cord) ก้านสมอง (Brainstem) และสมองส่วนใหญ่ (Subcortical structures) หรือซีรีบรัม ส่วนการควบคุมที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจนั้นต้องใช้สมองใหญ่ (Cerebrum) เป็นตัวการสำคัญ

3.1 การบริหารงานของระบบประสาทยนต์

ระบบประสาทยนต์ บล็อกแต่ละส่วนแสดงระบบประสาทหน่วยต่าง ๆ การติดต่อระหว่างบล็อกนั้นแสดงโดยลูกศร (ลูกศรโปร่งแสดงการติดต่อของสัญญาณทางด้านสัมผัส ส่วนลูกศรทึบนั้นเป็นการติดต่อของสัญญาณทางด้านยนต์) จะเห็นได้จากผังว่าทางเดินของประสาทยนต์ต่าง ๆ นั้นต่างก็คู่เข้าไปสู่วงจรอย่างง่ายซึ่งเชื่อมโยงกล้ามเนื้อแต่ละมัดกับไขสันหลัง จะเห็นว่าเซลล์ประสาทสัมผัสทำหน้าที่นำพลังประสาทจากกล้ามเนื้อและไปเชื่อมโยงกับเซลล์ประสาทยนต์ซึ่งจะส่งพลังประสาทกลับไปยังกล้ามเนื้อ ดังนั้น จึงเกิดเป็นการควบคุมวงจรปิด (Closed loop) ที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อแต่ละมัด วงจรดังกล่าวจึงเป็นกลไกพื้นฐานอย่างง่ายของการควบคุมประสาทยนต์ ถึงแม้ว่าวงจรเหล่านี้สามารถทำงานเป็นอัตโนมัติโดยอาศัยรีเฟล็กซ์อย่างง่ายก็ตาม แต่ส่วนใหญ่แล้วถูกควบคุมโดยศูนย์ประสาทที่อยู่ในระดับสูงขึ้นไป จากศูนย์ประสาทเหล่านี้จะส่ง Descending tracts ลงมาตามไขสันหลัง และส่งเส้นใยประสาทออกทุกระดับทางเดินประสาทดังกล่าวเส้นทางหนึ่งคือ Corticospinal tracts ซึ่งเริ่มจากซีรีบรัมคอร์เทกซ์ และส่งสัญญาณจาก Sensorimotor cortex ลงมาสู่ระดับของไขสันหลังโดยตรง ทางเดินประสาทอื่นๆ ทุกชนิดที่ส่งลงมายังไขสันหลังนั้นได้มาจากก้านสมอง ดังนั้นที่บริเวณก้านสมองจึงเป็นศูนย์ประสาททางาน ได้รับสัญญาณจากศูนย์ที่อยู่เหนือขึ้นไป แล้วจึงส่งลงมายังไขสันหลัง ทางส่วนบนของก้านสมองนั้นเป็นเบสัลแกงเกลียที่ได้รับสัญญาณจาก Sensorimotor cortex แล้วจึงส่งลงมาขังก้านสมอง ส่วน Sensorimotor cortex นั้นเป็นศูนย์ระดับสูงสุดที่ควบคุมระบบประสาทยนต์ทั้งหมด ซีรีเบลลัมทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงกับบล็อกต่าง ๆ ของระบบประสาทยนต์ทุกระดับ จึงทำหน้าที่เป็นตัวประสานงานที่สำคัญของระบบประสาทยนต์ที่ศูนย์นี้มีการบริหารงานอย่างดี



ภาพ 2.6 รีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) เมื่อกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดถูกยืดจะมีพลังประสาทส่งจาก Muscle spindle ขึ้นไปประสานกับ Motor neuron ของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดเพื่อกระตุ้นกลุ่มเหยียดแขนงของเส้นประสาทที่นำขึ้น (Afferent fibre) ไปนี้ยังส่งไปประสาทกับ Inteneuron ซึ่งจะส่งมายับยั้งการทำงานของ Motor neuron ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอ เป็นผลให้กล้ามเนื้อกลุ่มงอคลายตัว. จาก สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย (น. 44), โดย ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์, 2536, กรุงเทพฯ: ธรรมการพิมพ์.

3.2 รีเฟล็กซ์ไขสันหลัง (Spinal reflex)

รีเฟล็กซ์ไขสันหลังที่ใช้สำหรับการเคลื่อนไหวที่ง่ายที่สุด คือ รีเฟล็กซ์ที่เกิดจากกล้ามเนื้อถูกยืดจึงเรียกว่า (Stretch reflex) รีเฟล็กซ์นี้จะทำหน้าที่ช่วยรักษาท่าทางของร่างกาย ตัวอย่างของการทำงานคือ สมมติว่าขณะยืนอยู่แล้วตัวเอนไปข้างหลัง รีเซปเตอร์ที่ถูกกระตุ้นด้วยการยืด (Stretch receptor) ที่อยู่ในกล้ามเนื้อควอดริเซปส์ (Quadriceps) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเหยียดเข้าจะถูกกระตุ้น เพราะกล้ามเนื้อทั้งมัดถูกยืด จึงมีการส่งพลังประสาทขึ้นไปยังไขสันหลังไปกระตุ้นเซลล์ประสาทยนต์ในไขสันหลังให้ส่งพลังประสาทย้อนลงมายังกล้ามเนื้อ ทำให้หน่วยยนต์ในกล้ามเนื้อที่พุดตัวเป็นผลให้หัวเขายืดตึงเพื่อแก้ไขสภาพของตัวที่เอนไปข้างหลังให้กลับเช่นเดิม

3.3 ระบบประลาที่ควบคุมการทรงตัว (Balance)

ในการออกกำลังกายนั้นต้องอาศัยสมดุลที่ดีของร่างกายจึงจะทำให้ร่างกายสามารถออกกำลังกายและเคลื่อนไหวได้โดยไม่ทำให้ล้ม ร่างกายอาศัยกลไกที่ซับซ้อนเพื่อช่วยควบคุมการทรงตัว โดยอาศัยระบบการทำงานของระบบการควบคุมซึ่งอาจแบ่งออกเป็นส่วนตัว ๆ ได้ 3 ส่วน คือ (1) รีเซปเตอร์ (2) ศูนย์รับรู้การทรงตัวและศูนย์ประสานงาน (3) ศูนย์สั่งการเพื่อแก้ไขร่างกายไม่ให้ล้ม ซึ่งต้องอาศัยระบบประสาทยนต์

1) รีเซ็ปเตอร์

รีเซ็ปเตอร์ที่ร่างกายใช้ในการรับรู้ในการทรงตัวนั้นอาศัยรีเซ็ปเตอร์ ซึ่งอยู่ที่บริเวณใกล้หูชั้นใน ที่เรียกว่า Vestibular apparatus ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Semicircular canals ซึ่งเป็น หลอดกึ่งวงกลม 3 หลอด วางตั้งฉากกันและกัน ทำหน้าที่รับการกระตุ้นเมื่อศีรษะมีการหมุน คือ เป็นการเคลื่อนที่ทางเชิงมุม อีกส่วนหนึ่งคือ Utricule เป็นรีเซ็ปเตอร์ที่ได้รับการกระตุ้นเมื่อศีรษะเคลื่อนที่ตามแนวตรง ซึ่งอาจเคลื่อนไปข้างหน้าหรือถอยหลัง หรืออาจเคลื่อนขึ้นบนหรือลงล่างก็ได้ นอกจากนั้นร่างกายยังรับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวโดยอาศัยรีเซ็ปเตอร์อีก 2 อย่าง ทางนัยน์ตา ซึ่งทำหน้าที่รับภาพภายนอกเพื่อเทียบกับท่าทางของร่างกาย อาศัยรีเซ็ปเตอร์ของ Somatosensory system ซึ่งประกอบด้วย รีเซ็ปเตอร์ในกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ เพื่อช่วยรายงานความสั้นความยาวของกล้ามเนื้อ ความตึงของเอ็น และมุมของข้อต่อ

2) ศูนย์รับรู้การทรงตัวและศูนย์ประสานงาน

ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ส่งขึ้นไปยังศูนย์ประสานงานซึ่งอยู่ที่ก้านสมอง โดยที่ข้อมูลซึ่งรับจาก Vestibular apparatus จะไปประสานงานกับข้อมูลที่รับรู้ทางนัยน์ตา โดยทำให้เกิด Vestibuloocular reflexes โดยไปทำให้นัยน์ตาเคลื่อนไหวไปรับภาพเมื่อศีรษะเคลื่อนที่ไป ข้อมูลที่รับรู้เกี่ยวกับการทรงตัวยังส่งขึ้นไปถึงซีรีบริรัมเพื่อให้ร่างกายทราบว่าการเคลื่อนที่หรือหมุนไปไหนทำไ้ นอกจากนั้นยังอาศัยซีรีบริรัมเป็นศูนย์ประสานงานเพื่อส่งการไปยังศูนย์ประสาทยนต์ซึ่งอยู่ที่ Motor area ให้ส่งลงมาขงกล้ามเนื้อเพื่อแก้ไขอีกต่อหนึ่งด้วย

3) ศูนย์สั่งการเพื่อแก้ไขร่างกายไม่ให้ล้ม

การแก้ไขร่างกายกระทำที่สมอง 2 ส่วน คือ การปรับท่าทางของแขนขาและลำตัวโดยอาศัย Vestibulospinal reflexes เมื่อร่างกายรับรู้และประสานงานที่ระดับของสมอง อีกระดับหนึ่งอาศัยการทำงานของ Motor ที่ซีรีบริรัม ซึ่งจะส่งลงมายังกล้ามเนื้อเพื่อช่วยแก้ไขร่างกายด้วยกลไกที่ซับซ้อนขึ้น

3.4 การเดินและการวิ่ง

การเดินและการวิ่งเป็นการออกกำลังกายที่ใช้บ่อย การเดินของมนุษย์มีกลไกที่สลับซับซ้อน ในขณะที่มีการเดินตามสบายและเป็นจังหวะจะมีกลไกเป็นอัตโนมัติโดยอาศัยรีเฟล็กซ์ แต่ก็มีกระบวนการควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจมาร่วมอยู่ด้วยเป็นครั้งคราวเช่นขณะการเปลี่ยนทิศทางหรือมีสิ่งกีดขวาง เป็นต้น

1) กลไกทางประสาท

ระบบการควบคุมการเดินขั้นต้นอยู่ในไขสันหลัง และถูกควบคุมและปรับแต่งโดยระบบประสาทของก้านสมองอีกต่อหนึ่ง

(1) การทำงานของไขสันหลัง

ก. Central pattern penetrator

วงจรของการเดินนั้นถูกโปรแกรมไว้ในไขสันหลังตรงบริเวณ (Intermediate zone) โดยอาศัย Oscillator network ของ Interneuron ที่เรียกว่าเป็น Central pattern generator (CPG) โดยสามารถทำให้มีการเดินในระยะ Swing และ Stance phase ได้สลับกัน ภายใน CPG นี้มีข่ายงานประสาทแยกออกเป็น 2 กลุ่มคือ Flexor burst generator และ Extensor burst generator ทั้ง 2 กลุ่มนี้มี Reciprocal innervation คือ สามารถกระตุ้นและยับยั้งซึ่งกันและกันได้ สำหรับ Flexor burst generator สามารถปล่อยกระแสประสาทได้เองตามจังหวะและหยุดทำงานได้เอง ทั้งนี้เนื่องจากมี Membrane accommodative properties พลังประสาทจากข่ายงานประสาท 2 กลุ่มนี้จะส่งลงไปยังเซลล์ประสาทยนต์ของทั้งกลุ่ม Flexor และ Extensor เพื่อส่งลงไปควบคุมกล้ามเนื้อของการเดิน

ข. Phase-dependent reflexes

การเดินอาศัยการทำงานของรีเฟล็กซ์ที่เกิดจากการกระตุ้นในขณะเดิน คือ ระยะแกว่งเท้าเกิดจากการกระตุ้นของ Hip extension และ Foot unloading ส่วนระยะเหยียดขาเกิดจากการกระตุ้นรีเซปเตอร์จากผิวหนังของเท้าและเนื้อเยื่อภายใน ซึ่งเกิดจากความดันที่เหยียบพื้นส่งขึ้นไปทริกเกอร์ไขสันหลัง จะเห็นได้ว่าความเร็วในระยะต่าง ๆ ของการเดินจะเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วของการเดิน ที่เปลี่ยนแปลงมากคือระยะเหยียดขาซึ่งเป็นระยะท้ายของช่วงเท้าแตะพื้น (E3) ส่วนระยะงอขาซึ่งเป็นระยะต้นของช่วงแกว่งขา (F) นั้นไม่เปลี่ยนแปลงแม้เมื่อความเร็วของการเดินเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ เนื่องจากการทำงานของช่วง F นี้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่กำหนดไว้ แล้วในไขสันหลัง ไม่ถูกเปลี่ยนแปลงโดยตัวกระตุ้นที่เปลี่ยนไป เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการเดิน

ค. Phase-Linking of the limbs

Propriospinal tract และ commissural fiber จะทำหน้าที่เชื่อมโยง CPG ของแขนขากับการเดินของขาข้างหนึ่งจะต้องสัมพันธ์กับขาอีกข้างหนึ่ง และสัมพันธ์กับการแกว่งแขนในขณะเดินด้วย

(2) Supraspinal control

การเดินของมนุษย์ที่ต้องใช้สองขานั้นย่อมต้องการสมดุลของลำตัวร่วมด้วย ดังนั้นจึงย่อมต้องการการประสานงานกับ Vestibular nuclei และ reticular formation การร่วมมือกันของแขนขา และลำตัวเพื่อใช้ในการเดินนั้น ต้องการควบคุมทางระบบประสาทสูงขึ้นไปถึง Pedunculopontine nucleus (PPN) ซึ่งทำหน้าที่เป็น Premotor center (Mesencephalic

locomotory region) สำหรับใน Gigantocellular และการเดิน โดยมีคำสั่งจาก PPN ส่งไปยัง Reticulospinal tract neuron raphe nuclei

สำหรับ Motor cortex ที่เกี่ยวข้องกับการเดินนั้น คือ การทำให้การวางเท้าแม่นยำ เช่น การเดินขึ้นลงบันได เป็นต้น

3.5 การทำงานของซีรีบรัมหรือสมองใหญ่

ซีรีบรัมมีบทบาทเกี่ยวกับการออกกำลังกายทั้งทางด้านของรีเฟล็กซ์ซึ่งเป็นการทำงาน นอกเหนืออำนาจจิตใจ และทำงานที่อยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ

1) รีเฟล็กซ์ของซีรีบรัม

ซีรีบรัมโดยเฉพาะ Motor มีบทบาทที่สำคัญเกี่ยวกับรีเฟล็กซ์เพื่อใช้ในการเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการออกกำลังกาย รีเฟล็กซ์ที่สำคัญมี 2 อย่างคือ Long-latency muscle reflex และ Cutaneous grasp reflex

2) บทบาทของซีรีบรัมที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ

การเคลื่อนไหวในการออกกำลังกายที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจจะต้องอาศัยซีรีบรัมบริเวณที่เป็นสมองส่วนที่ทำหน้าที่นึกคิดเพื่อออกกำลังกาย แล้วจึงส่งคำสั่งไปยังสมองส่วนที่เรียกว่า Association motor areas เพื่อวางแผนจัดลำดับการเคลื่อนไหวในการออกกำลังกาย หลังจากนั้นจึงส่งคำสั่งต่อไปยังส่วนที่เรียกว่า Motor area ซึ่งเป็นศูนย์ที่จะส่งคำสั่งลงมายังไขสันหลัง โดยมีเซลล์ประสาทยนต์ส่วนบน (Upper motor neuron) เป็นตัวส่งพลังประสาทผ่าน โดยตรงมายังเซลล์ประสาทส่วนล่าง (Lower motor neuron) ซึ่งอยู่ที่ไขสันหลัง

ระบบประสาทยนต์ที่ลงมาควบคุม การทำงานของกล้ามเนื้ออาจแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ

ก) ระบบพัยรามิคัล (Pyramidal system)

ระบบนี้มีทางเดินประสาทจากศูนย์ประสาทยนต์ (Motor center) ในสมองใหญ่ ผ่านโดยตรงลงมายังเซลล์ประสาทยนต์ส่วนล่าง ซึ่งอยู่ที่ไขสันหลัง อาจผ่านเซลล์ประสาทเชื่อมกลางด้วย ระบบนี้ทำให้กล้ามเนื้อส่วนต่าง 1 หดตัวแยกกันได้ชัดเจนแต่ละส่วนจึงทำให้มีการเคลื่อนไหวเฉพาะส่วน

ข) ระบบเอกซ์ตราพัยรามิคัล (Extrapyramidal system)

ระบบนี้เป็นระบบประสาทยนต์ที่นอกเหนือจากระบบพัยรามิคัล ซึ่งส่งมาช่วยควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ ระบบนี้ยังส่งออกมาจากบริเวณใต้สมองใหญ่ (Subcortical centers) และก้านสมอง (Brainstem) อีกด้วย การเคลื่อนไหวที่เกิดจากการทำงานของระบบนี้เป็นไปอย่างกว้างขวาง โดยเกี่ยวกับกล้ามเนื้อมากกลุ่ม เรติคูลาร์ฟอร์มเมชัน (Reticular formation) เป็นทางผ่านที่สำคัญของระบบนี้ในการที่จะส่งลงไปยังเซลล์ประสาทในไขสันหลัง การทำงานของ

ระบบเอกซ์ตราพัยรามิคัลนี้อาจมีผลได้ 2 อย่างคือ ทั้งเร่งและขัดยั้งการทำงานของเซลล์ประสาทยนต์ในไขสันหลัง

3) Premotor area สำหรับเรียนรู้ทักษะทางค่านยนต์

บริเวณของซีรีบรัมที่อยู่ข้างหน้า Motor area เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ทักษะทางด้านยนต์ โดยอาศัยการส่งพลังประสาทตาม Extrapyramidal tract ลงมายังเซลล์ประสาทยนต์ของไขสันหลัง

3.6 ซีรีเบลลัม

ซีรีเบลลัม (Cerebellum) หรือสมองน้อย มีบทบาททางค่านระบบประสาทในการช่วยควบคุมการเคลื่อนไหวให้เป็น ไปด้วยดี แต่ไม่ได้เป็นตัวเริ่มการเคลื่อนไหว ข่าวจากศูนย์ประสาทยนต์ในสมองใหญ่ ซึ่งนอกจากจะส่งลงมายังเซลล์ประสาทที่ไขสันหลังแล้ว ยังส่งผ่านไปสู่ซีรีเบลลัมอีกด้วย ดังนั้น ซีรีเบลลัมจึงได้ทราบข่าวเกี่ยวกับความต้องการว่าจะให้มีการเคลื่อนไหว แล้วผลของการเคลื่อนไหวจากตัวกล้ามเนื้อเอง และจากข้อต่อจะรายงานกลับขึ้นไปยังซีรีเบลลัม ซีรีเบลลัมจึงทำหน้าที่เปรียบเทียบข่าวทั้งสองอย่าง แล้วส่งพลังประสาทออกมา เพื่อปรับความแรงและอัตราเร็วของการเคลื่อนไหวโดยปรับให้มีการเคลื่อนไหวเป็นไปตามความต้องการ ดังนั้น ซีรีเบลลัม จึงทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบในระบบ Servomechanism ระบบเอกซ์ตรา พัยรามิคัล ถูกควบคุมโดยซีรีเบลลัมในทำนองเดียวกัน

1) หน้าที่ในการลดการเคลื่อนไหว (Damping function) ผลพลอยได้ประการหนึ่งที่หนึ่งของกลไกป้อนกลับของซีรีเบลลัมคือ ความสามารถที่จะลดการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ กล่าวคือ การเคลื่อนไหวทั้งหมดของร่างกายเป็นแบบลูกตุ้ม (Pendular movement) ตัวอย่างเช่น เมื่อเคลื่อนไหวแขนไปหยิบวัตถุจะเกิดโมเมนตัม และโมเมนตัมจะถูกเอาชนะเสียก่อน การเคลื่อนไหวจึงจะสามารถหยุดได้และเนื่องจากโมเมนตัมนี้เองที่ทำให้การเคลื่อนไหวมีแนวโน้มที่จะเลยจุดที่ต้องการ (Overshoot)

อย่างไรก็ตาม ถ้ามีซีรีเบลลัมปกติ ซีรีเบลลัมจะป้องกันผลของโมเมนตัม โดยรวบรวมข้อมูลจากส่วนที่กำลังเคลื่อนไหวอยู่ขณะที่มันกำลังเคลื่อนที่อยู่จริง ๆ และพิจารณาว่าโมเมนตัมนั้นมีผลมากน้อยเพียงไรต่อการเคลื่อนไหว ดังนั้นก่อนแขนจะถึงจุดหมาย ซีรีเบลลัมจะส่งสัญญาณป้อนกลับไปสู่มอเตอร์คอร์เทกซ์และเบสัลแกงเกลียเพื่อทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้าม ทำให้การเคลื่อนไหวช้าลงและหยุดได้ในตำแหน่งที่ต้องการ

2) หน้าที่ในการตรวจรับความเร็ว

ซีรีเบลลัมช่วยตรวจรับความเร็ว เช่น ความเร็วของวัตถุที่อยู่รอบตัวเรา ซีรีเบลลัมตรวจวัดความเร็วและคาดการณ์ของการเคลื่อนไหวเพื่อให้สอดคล้องกับความเร็วนั้นได้ ทั้งนี้

โดยอาศัยข้อมูลจากความเร็วการเคลื่อนไหวของแขนขา และผลของแรงโน้มถ่วงต่อตำแหน่งของแขนขา นอกจากนี้ซีรีเบลลัมยังได้รับข้อมูลมาจากการทรงตัว คือ Semicircular canals

3.7 ข้อมูลที่ได้รับจากระบบประสาทสัมผัสกับทักษะทางด้านยนต์

ความรู้ในปัจจุบันนี้ได้เสนอแนะว่าที่บริเวณ Sensory area ของสมองนั้นเป็นบริเวณที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับทักษะซึ่งได้กระทำซ้ำกันหลายๆ ครั้ง และเมื่อบุคคลนั้นจะกระทำการเคลื่อนไหวซ้ำเรียก Motor pattern ออกมาใช้ Motor pattern ที่เก็บไว้เป็นความจำเป็นเรียกว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ด้วย ตัวอย่างเช่น การฝึกซ้อมการตีเทนนิสในท่าโฟร์แฮนด์ นั้นเมื่อมีการกระทำซ้ำๆ กัน ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์โดยสร้างเป็น Motor pattern สำหรับตีลูกเทนนิสในท่าดังกล่าว

Engrams ที่กล่าวมาข้างต้นนี้เป็น Engram ที่เรียกว่า Sensory engram เพราะเก็บไว้เป็นส่วนหนึ่งใน Sensory area ของสมอง เมื่อจะมีการใช้อีกก็จะนำ Engram นี้ออกมาใช้อย่างไรก็ดี ถ้าการกระทำตาม Sensory engram ขังไม่ถูกต้องดี ก็จะได้รับข้อมูลของความผิดพลาดป้อนกลับเข้าไปยังซีรีเบลลัมและซีรีบริม เพื่อทำการแก้ไขข้อผิดพลาดดังกล่าว

สำหรับ Engram ซึ่งใช้ในการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว ภายหลังที่ได้กระทำการฝึกซ้อมดีแล้วก็สามารถเก็บไว้ได้ใน Motor area ของสมอง ที่เรียกว่า Motor engram การเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับข้อมูลป้อนกลับเข้าไปเพื่อแก้ไขการทำงานทางค่านยนต์ จะได้ Engram ชนิดนี้

3.8 สมรรถภาพทางด้านยนต์ในการออกกำลังกาย

ในการออกกำลังกายนั้น การเคลื่อนไหวในระยะต้นเป็นการเคลื่อนไหวที่อยู่ให้อำนาจจิตใจและเริ่มที่สมองส่วนซีรีบริล-คอร์เทกซ์ แต่เมื่อได้มีการเริ่มต้นเคลื่อนไหวแล้ว อัตราเร็วแรง ช่วงการเคลื่อนไหว ทิศทาง และการสิ้นสุดการเคลื่อนไหว จะต้องถูกปรับและควบคุม ถึงแม้ว่าการเคลื่อนไหวนั้นจะเริ่มด้วยการเคลื่อนไหวที่อยู่ให้อำนาจจิตใจ แต่รายละเอียดของการเคลื่อนไหวนั้น ส่วนใหญ่จะถูกควบคุมที่ระดับนอกเหนือจิตใจ การควบคุมที่ระดับนอกอำนาจจิตใจนั้นเกิดขึ้นที่ก้านสมองและไขสันหลัง ดังนั้น การเคลื่อนไหวทั้งหมดจึงเป็นการทำงานร่วมกันของสมอง ทั้งที่อยู่ให้อำนาจจิตใจและไม่ได้อยู่ให้อำนาจจิตใจเพื่อให้ได้การตอบสนองตามต้องการ

1) ซีรีบริล-คอร์เทกซ์ และการควบคุมการเคลื่อนไหว

เมื่อมีการเรียนรู้กิจกรรมทางด้านทักษะ เช่น การเล่นเทนนิสผู้เรียนจะเริ่มต้นด้วยการตระหนักถึงการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง การตระหนักนี้เกิดขึ้นเมื่อได้มีการปฏิบัติซ้ำๆ กัน และมีการสร้างแบบฉบับของการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องที่มีชื่อเฉพาะว่าเอนแกรม (Engram) ไว้ในบริเวณที่เก็บความจำของสมอง (คอร์เทกซ์ส่วนที่รับรู้ความรู้สึก) ในการตีเทนนิสแต่ละครั้ง คำสั่งที่

อยู่ใต้อำนาจจิตใจ จะส่งออกไปจากซีรีบริล-คอร์เทกซ์ แล้วข้อมูลป้อนกลับจากรีเซปเตอร์ที่รับความรู้สึก ที่สำคัญคือโพรปริโอเซปเตอร์ (Proprioceptor) จะช่วยปรับการตอบสนองทางค่านยนต์ให้เข้ากันได้กับความจำที่เก็บไว้ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้ ถือได้ว่าเป็นความผิดพลาด จึงต้องมีการปรับปรุงการตอบสนองทางค่านยนต์ในการกระทำครั้งต่อไป เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดซ้ำอีก

ชนิดของการตอบสนองทางค่านยนต์นั้นขึ้นอยู่กับบริเวณจำเพาะของคอร์เทกซ์ทางค่านยนต์ (Motor cortex) ที่จะส่งพลังประสาทออกไป สมมติเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวในตอนต้นแต่ละครั้ง คือ ระบบพัยรามิดัล ผู้เรียนในระยะแรกๆ นั้น จะมีความรู้สึกต้องระวังมือที่จับแร็คเก็ตและตำแหน่งของแขนขาและลำตัว เพื่อพร้อมที่จะตีลูกเทนนิส โดยจะมีพลังประสาทจากเซลล์ประสาทยนต์ของระบบพัยรามิดัล ลงไปสู่ไขสันหลังแล้วส่งไปยังกล้ามเนื้อของมือ แขน ขา และลำตัว เมื่อขบวนการได้เรียนรู้แล้วก็จะดำเนินต่อไป การควบคุมการเคลื่อนไหวนั้นจะค่อยๆ เปลี่ยนจากระบบพัยรามิดัล ไปสู่ระบบเอกซ์ตราพัยรามิดัล โดยจะทำหน้าที่ให้เกิดแบบฉบับของการเคลื่อนไหวต่างๆ ไปที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ขั้นสูง เมื่อทางเดินของระบบประสาทเอกซ์ตราพัยรามิดัลได้ถูกพัฒนาด้วยการปฏิบัติกิจกรรม ผู้เล่นเทนนิสก็จะมีไม่มีความรู้สึกถึงรายละเอียดของการเคลื่อนไหวของตัวเองในการตีลูกเทนนิสอีกต่อไป ดังนั้นเมื่อมีความชำนาญแล้ว ผู้เล่นจึงสามารถมุ่งความสนใจไปยังกลวิธีของเกมสได้ โดยไม่ต้องพะวงกับการจับแร็คเก็ตหรือการเตรียมท่าทางของแขนและขาสำหรับตีลูกเทนนิส

2) ซีรีเบลลัมกับการควบคุมการเคลื่อนไหว

เมื่อผู้เล่นเทนนิสใช้ซีรีบริล-คอร์เทกซ์ ทางค่านยนต์ในขณะที่เริ่มเสริฟลูกเทนนิส หลังจากนั้นจะมีการทำงานของระบบประสาทต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ โดยพลังประสาทจะลงมาจากระบบพัยรามิดัลและเอกซ์ตราพัยรามิดัล เพื่อลงไปสู่กล้ามเนื้อ ในขณะที่เดียวกันก็จะส่งไปที่ซีรีเบลลัมด้วย ในขณะที่มีการเคลื่อนไหวนั้น โพรปริโอเซปเตอร์เหล่านั้นจะส่งพลังประสาทขึ้นไปทั้งที่ซีรีเบลลัมและซีรีบริล-คอร์เทกซ์ที่รับความรู้สึกด้วย เพื่อรายงานว่ากล้ามเนื้อกำลังทำอะไรอยู่นอกจากนั้นยังมีอินพุต (Input) ทางด้านอื่นอีกที่เกี่ยวข้องกับการเสริฟลูกที่ถูกต้อง ได้แก่ รีเซปเตอร์ทางการเห็นและการได้ยิน แต่เนื่องจากมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดระหว่างซีรีบริล-คอร์เทกซ์กับเรติคูลาร์-ฟอร์เมชัน ซึ่งอยู่ในก้านสมองและธารามัส (Halanus) ทั้งคอร์เทกซ์และซีรีเบลลัม จะได้รับอินพุตจากการเสริฟลูกนี้ด้วย ซีรีเบลลัมจึงทำหน้าที่รวมอินพุตทั้งหมดเหล่านี้เพื่อจะได้ทราบว่าการเสริฟนั้นเป็นไปตามความต้องการหรือไม่ ผลของรวมข้อมูลนี้จะถูกส่งขึ้นไปยังคอร์เทกซ์ที่ทำหน้าที่ทางค่านยนต์ เพื่อที่จะได้ใช้ปรับปรุงการเสริฟลูกครั้งต่อไปเมื่อมีความจำเป็น

ซีรีเบลลัมจะทำหน้าที่ป้องกันแขน ขา ไม่ให้เคลื่อนไหวมากเกินไปจนเกินต้องการ ตัวอย่างเช่น ในการตีเทนนิสในท่าโฟร์แฮนด์เมื่อมีการเริ่มตี อินพุตที่ส่งไปยังซีรีเบลลัม จะคาดการณ์ถึงตำแหน่งของแขนขาเมื่อมีการเคลื่อนไหวไปข้างหน้า เพื่อที่จะให้ได้มีการเคลื่อนไหวตามต้องการ

ซีรีเบลลัมจะต้องเริ่มส่งสัญญาณที่ทำให้มีการยับยั้งของกล้ามเนื้อเดียวกัน (Agonists) และช่วยเร่งกล้ามเนื้อตรงข้าม (Antagonists) เพื่อให้การเคลื่อนไหวหยุดลงเมื่อถึงเป้าหมาย การเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับสมดุลและการทรงตัวนั้น จะต้องทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดกับรีเซปเตอร์ที่ทำหน้าที่รับรู้ความรู้สึกเกี่ยวกับการทรงตัวและซีรีเบลลัมด้วย จึงจะช่วยให้การเคลื่อนไหวถูกต้องและหยุดได้โดยไม่เคลื่อนที่มากเกินไป

3) ความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทอัตโนมัติ และระบบประสาทโซมาติก ในการควบคุมการเคลื่อนไหว

การเริ่มหดตัวของกล้ามเนื้อนั้นได้คำสั่งมาจากซีรีบรัล-คอร์เทกซ์ และ/หรือ มาจากส่วนของสมองที่อยู่ใต้สมองใหญ่ (Subcortical structure) และระบบโซมาติกจะกระตุ้นกล้ามเนื้อโดยตรง คือมีเซลล์ประสาทยนต์ซึ่งอยู่ที่ก้านสมองและอยู่ที่ไขสันหลัง แล้วจึงส่งพลังประสาทมายังกล้ามเนื้อ ดังนั้น จึงทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างระบบประสาทกลางกับโลกภายนอก กล้ามเนื้อยังต้องการหน่วยส่งกำลังบำรุงเพื่อสนับสนุนกล้ามเนื้อ นอกจากนั้นของเสียที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อก็จะถูกกำจัดไป โดยกระแสเลือดเช่นกัน อวัยวะที่ทำหน้าที่ทางด้านนี้ ได้แก่ หัวใจ หลอดเลือด และปอด การทำงานของอวัยวะที่ทำหน้าที่ส่งกำลังบำรุงนี้ถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ ดังนั้นจึงต้องมีการประสานงานกันระหว่างระบบประสาทโซมาติกกับระบบประสาทอัตโนมัติ

การหดตัวของกล้ามเนื้อในการออกกำลังกายนั้น เป็นผลมาจากการทำงานของระบบประสาทโซมาติกแล้วจึงมีผลไปกระตุ้นโปรปริโอเซปเตอร์ที่อยู่ในกล้ามเนื้อและข้อต่อ พลังประสาทจากโปรปริโอเซปเตอร์นี้จะส่งขึ้นไปยังระบบประสาทอัตโนมัติเพื่อกระตุ้นการหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจ และความดันเลือด นอกจากนั้น ระบบประสาทอัตโนมัติยังถูกกระตุ้นโดยซีรีบรัล-คอร์เทกซ์ ก่อนที่จะเริ่มการออกกำลังกาย คือ เพียงแค่คาดคิดว่าจะมีการเคลื่อนไหวจะมีสัญญาณประสาทส่งลงมายังระบบการหายใจและระบบการไหลเวียนเลือด เพื่อเตรียมการให้พร้อมและเมื่อกำลังกล้ามเนื้อได้เริ่มมีการทำงานแล้วระบบประสาทอัตโนมัติจึงถูกกระตุ้นมากขึ้นจากรีเซปเตอร์ซึ่งอยู่ที่กล้ามเนื้อโดยตรง

3.9 เวลาปฏิกิริยา และการเคลื่อนไหว

เวลาที่ใช้ตั้งแต่มีการกระตุ้นรีเซปเตอร์ให้รับรู้ความรู้สึก จนถึงกล้ามเนื้อมีการหดตัว ซึ่งการตอบสนองต่อการกระตุ้นนั้น เรียกว่า เวลาปฏิกิริยา (Reaction time : RT) เวลาปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยทางเดินที่นำพลังประสาทจากรีเซปเตอร์ขึ้นไปสู่สมองส่วนที่อยู่ใต้สมองจึงใจ โดยการผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวแล้วจึงส่งลงมายังกล้ามเนื้อเวลาปฏิกิริยานั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของเวลาการตอบสนองทั้งหมด (Response time) ซึ่งประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยาร่วมกับเวลาการ

เคลื่อนไหว (Movement time : MT) ซึ่งเป็นเวลาที่เริ่มจากการเคลื่อนไหวครั้งแรกจนถึงการสิ้นสุดการเคลื่อนไหว

1) ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว

การศึกษาวิจัยได้แสดงว่าความสามารถในการมีเวลาปฏิกิริยาเร็วขึ้นนั้นจะสัมพันธ์กับความสามารถที่มีเวลาการเคลื่อนไหวเร็วขึ้นด้วยอย่างไรก็ดี ในการศึกษาเหล่านี้ผู้ถูกทดลองได้ทราบก่อนแล้วว่า จะเคลื่อนไหวไปที่ใดก่อนที่จะได้รับการกระตุ้น ดังนั้น การตอบสนองของการทดสอบนี้ จึงทำให้ได้เวลาที่เรียกว่าเป็นเวลาปฏิกิริยาอย่างง่าย (Simple reaction time) และเวลาการเคลื่อนไหวอย่างง่าย (Simple movement time) อย่างไรก็ตามถ้าผู้ถูกทดลองไม่ทราบทิศทางที่จะเคลื่อนไหวและจะต้องเลือกการตอบสนอง การทดสอบเช่นนี้ ทำให้ได้เวลาที่เรียกว่า เวลาปฏิกิริยาที่ต้องเลือก (Choice reaction time) และเวลาการเคลื่อนไหวที่ต้องเลือก (Choice movement time) ในการศึกษาอย่างอื่นนั้น เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาที่ต้องเลือกและเวลาการเคลื่อนไหวโดยให้ผู้ถูกทดลอง 15 คน เคลื่อนที่ไป 5 ฟุต เมื่อกระตุ้นด้วยแสงซึ่งอาจจะเคลื่อนไหวไปทางซ้าย, ขวา, หน้า, หลัง และเมื่อเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาที่ต้องเลือกกับเวลาการเคลื่อนไหวที่ต้องเลือกจะพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรก็ตาม เมื่อศึกษานี้ได้กระทำซ้ำโดยใช้ตัวกระตุ้นอย่างง่ายเพื่อให้ได้เป็นเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวอย่างง่ายจะไม่พบความสัมพันธ์กัน ดังนั้น จึงเป็นที่ชัดเจนว่าจะต้องมีกระบวนการในสมองที่เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวนั้นใช้ร่วมกันเมื่อมีการเลือก

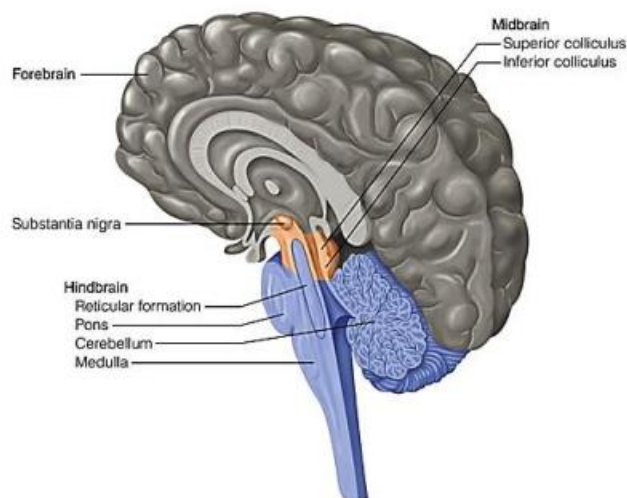
2) เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวในส่วนต่าง ๆ (ของร่างกายและในทิศทางการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน)

การเคลื่อนไหวเร็วหรือการตอบสนองเร็วเมื่อใช้แขน ไม่ได้หมายความว่า เขาจะตอบสนองเร็วหรือเคลื่อนไหวเร็วด้วย ในทำนองเดียวกันการเหยียดขาได้เร็วก็ไม่จำเป็นจะต้องแสดงว่าจะงอขาได้เร็วด้วย

3) เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวของชายหญิงในอายุต่างๆ

ที่อายุ 10-30 ปี เวลาของการตอบสนองจะเร็วขึ้น เมื่อเกินอายุ 30 ปีขึ้นไป เวลาตอบสนองจะค่อย ๆ ลดลง ซึ่งให้ผู้ถูกทดลองเคลื่อนไหวเป็นวงกลม 36 นิ้วฟุตโดยใช้มือและแขน

การเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวตามอายุจะเป็นเช่นเดียวกันทั้งหญิงและชาย อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปนั้น ชายจะมีเวลาการเคลื่อนไหวเร็วกว่า ส่วนเวลาปฏิกิริยานั้น ชายเร็วกว่าหญิงเล็กน้อยเท่านั้น การที่ชายมีเวลาการเคลื่อนไหวเร็วกว่าหญิง ส่วนหนึ่งเนื่องจากมีแรงมากกว่า อย่างไรก็ตามเหตุผลของความแตกต่างของเวลาปฏิกิริยาระหว่างเพศนั้นยังไม่สามารถอธิบายได้ง่าย อาจจะเนื่องจากว่ามีความแตกต่างในกิจกรรมที่ต้องกระทำระหว่างชายและหญิงจึงเป็นผลให้เวลาปฏิกิริยาแตกต่างกันบ้าง



ภาพ 2.7 สมองส่วนกลาง (Midbrain). จาก การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายโดยการเล่นหมากเก็บแบบประยุกต์ (น. 28), โดย จริญญา สีพาลแล้ว, 2562, (คุชฌินีพนธ์ปรัชญาคุชฌินีบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

4. การทำงานของสมองผ่านการรับรู้

การรับรู้ (Perception) คือ กระบวนการจัดระบบ (Organizing) การตีความข่าวสาร (Interpreting) และการทำความเข้าใจ (Understanding) ข้อมูลทางประสาทสัมผัสของสมอง (The Brain Sensory Information) กล่าวคือ การรับรู้เป็นมากกว่าการเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การสัมผัสทางผิวหนังและการรับรู้รส แต่การรับรู้เป็นขั้นตอนแรกแห่งการรู้ตัวอย่างมีสติและกระบวนการรับรู้ กลไกการรับรู้เกิดขึ้นจากสิ่งเร้าภายนอกและภายในร่างกายที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรม ซึ่งอวัยวะรับสัมผัส (Sensory Organ) เป็นเครื่องรับสิ่งเร้าของมนุษย์ ส่วนที่รับรู้ความรู้สึกของอวัยวะรับสัมผัสอาจอยู่ลึกเข้าไปข้างในที่มองจากภายนอกไม่เห็น อวัยวะรับสัมผัสแต่ละอย่างมีประสาทรับสัมผัส (Sensory Nerve) ช่วยเชื่อมอวัยวะรับสัมผัสต่างๆ ที่สมองและส่งผ่านไปยังประสาทมอเตอร์ (Motor Nerve) ไปสู่อวัยวะมอเตอร์ (Motor Organ) ซึ่งประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อและต่อมต่างๆ ทำให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนองของอวัยวะมอเตอร์ แต่จะออกมาในรูปแบบใดขึ้นอยู่กับการสั่งการของระบบประสาท (นันทพล โรจนโกศล, 2552, น. 49-50)

กระบวนการของการรับรู้ทางสายตา (Visual Perception) และกระบวนการของความคิดความเข้าใจ (Cognition) เพื่อแปลความหมายของสิ่งที่มองเห็นร่วมกับประสบการณ์ที่เคยได้รับมา ดังนั้น การรับรู้ทางสายตาจึงต้องใช้ความสามารถของสมองในการพัฒนาความสามารถร่วมกับประสบการณ์จากการเรียนรู้ (นนทixa ถาวรไพบูลย์บุตร, 2555, น. 5) สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. Visual Receptive Functions เป็นกระบวนการได้มาและการจัดการเก็บข้อมูลที่มาจากสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ความสามารถในการแยกแยะสิ่งที่มองเห็น (Acuity) การปรับความคมชัดของภาพที่เห็นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง (Accommodation) ทักษะการควบคุมการเคลื่อนไหวของตา (Oculomotor Skills) แบ่งเป็น 1) Fixation คือ การเลื่อนสายตาไปจ้องมองที่วัตถุได้อย่างฉับพลัน 2) Pursuit คือ ความสามารถในการมองตามวัตถุแม้ว่าวัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ และ 3) Saccadic Eye Movement คือ ความสามารถในการเลื่อนสายตาจากสิ่งที่กำลังมองอยู่ไปยังวัตถุอื่นที่อยู่ในลานสายตาได้

2. Visual Cognitive Function เป็นความสามารถในการแปลผลและนำข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นไปใช้ โดยทั่วไปประกอบด้วย

2.1 Visual Attention คือ ความสามารถในการคงช่วงความสนใจไว้กับสิ่งที่มองเห็น มนุษย์สามารถพัฒนาความสามารถด้านนี้ได้ ผ่านการฝึกฝนและการเรียนรู้

2.2 Visual Memory คือ ความสามารถในการจดจำสิ่งที่มองเห็น เป็นการประมวลผลร่วมกับประสบการณ์ในอดีต

2.3 Visual Discrimination คือ ความสามารถในการแยกแยะสิ่งที่มองเห็น ซึ่งสามารถแยกย่อยได้ดังนี้

2.3.1 Recognition คือ การระลึกได้ว่าสิ่งที่เห็นนั้นคืออะไร

2.3.2 Matching คือ การจับคู่สิ่งที่มองเห็น

2.3.3 Sorting คือ การจัดกลุ่มสิ่งที่มองเห็น

นอกจากที่กล่าวมา ยังสามารถจำแนก Visual Cognitive Function ได้อีก 2 ส่วน ดังนี้

1. Object Perception คือ การรับรู้ทางสายตาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้วัตถุที่เป็นการทำงานของสมองส่วน Temporal Lobe ประกอบด้วย

1.1 Form Constancy คือ ความสามารถในการจดจำ แยกแยะรูปทรงของวัตถุ ไม่ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ในสภาพแวดล้อมใด หันไปทิศทางใดและไม่ว่าจะขนาดเท่าไร

1.2 Visual Closure คือ ความสามารถในการแยกแยะวัตถุได้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร แม้ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์หรือขาดหายไปบางส่วน

1.3 Figure Ground คือ ความสามารถในการแยกแยะภาพ หรือวัตถุที่ต้องการออกจากพื้นหลังหรือสิ่งอื่น ๆ ที่ปะปนอยู่

2. Spatial Perception คือ การรับรู้ทางสายตาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ตำแหน่งของวัตถุว่ามีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบตัวอย่างไร เป็นการทำงานของสมองด้านข้าง (Parietal Lobe) ประกอบด้วย

2.1 Position in Space คือ ความสามารถในการรับรู้ทิศทางและตำแหน่งของวัตถุ ช่วยให้เข้าใจความหมายของคำว่า ใน นอก บน ล่าง หน้า หลัง ซ้ายหรือขวา เป็นต้น ทำให้ทราบถึงความแตกต่างของตัวอักษร เช่น การหันหัวเข้าออก

2.2 Spatial Relations คือ ความสามารถในการรับรู้รูปแบบความสัมพันธ์กับสิ่งอื่น ช่วยให้เกิดการวางแผนการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง

2.3 Depth Perception คือ ความสามารถในการกระระยะความห่างระหว่างวัตถุกับสิ่งอื่น เช่น การรับรู้ความลึก การรับรู้ระยะที่จะเอื้อมมือออกไปคว้าสิ่งของ

2.4 Topographic Orientation คือ ความสามารถในการแยกแยะวัตถุและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ ไว้ด้วยกัน เช่น ความสามารถในการรับรู้เส้นทางการคิดภาพแผนที่การเดินทาง

3. Visual Imagery/Visualization เป็นส่วนที่ต้องใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มาจากส่วน ของ Visual Cognitive Components มาประกอบกันเป็นการรับรู้สิ่งต่างๆ ทั้งการรับรู้บุคคล การสร้างมโนภาพ การสร้างการคิด การรับรู้วัตถุต่าง ๆ รอบตัวมีความสำคัญอย่างมากต่อความสามารถในการคิดวางแผน การแก้ปัญหา รวมถึงทักษะการจัดการอื่น ๆ

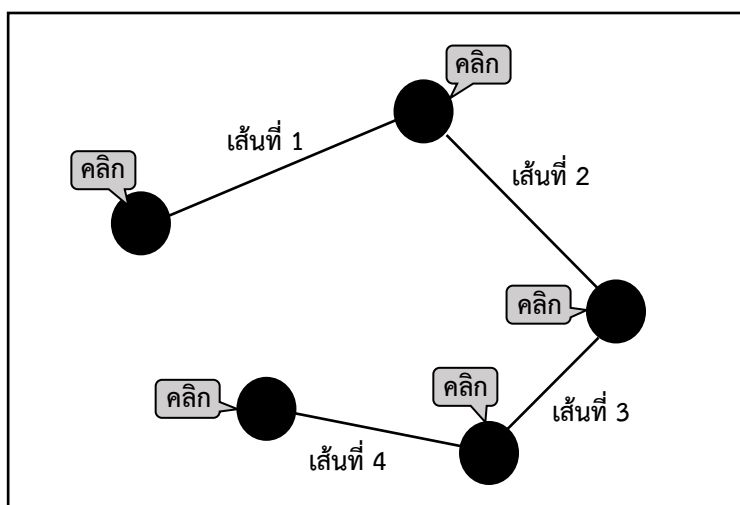
4. Eye-Hand Coordination (Visual Motor Integration) เป็นความสามารถด้านการมีสหสัมพันธ์การเคลื่อนไหวระหว่างตาและมือ เป็นทักษะการเคลื่อนไหวที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้าที่มาจาก การมองเห็น ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาความสามารถด้านการเขียนของมนุษย์ (นนทิดา ถาวรไพฑูริย์บุตร, 2555, น. 26-29)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความสามารถทางสมอง

1. แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นความคิด

แบบทดสอบความสามารถของสมองด้านยืดหยุ่นทางความคิด โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของสำนักวิทยาศาสตร์ การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (กรมพลศึกษา, 2565, น. 22-26) ประกอบด้วย

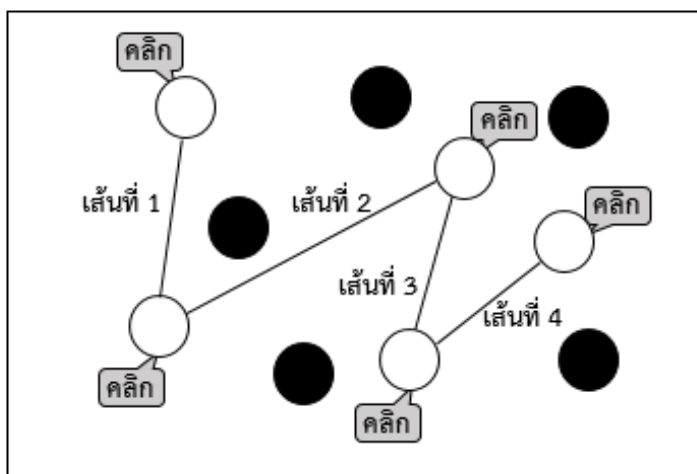
1.1 แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำ (Filled dots) วิธีทดสอบมีรายละเอียดดังนี้ ใช้เมาส์คลิกจุดสีดำ จำนวน 5 ครั้ง โดยจะเริ่มมีจุดใดก็ได้ จะเกิดรูปภาพ 1 ภาพที่ประกอบด้วยเส้นตรง 4 เส้น สร้างรูปภาพให้ถูกต้องและไม่ซ้ำกัน ให้ได้จำนวนภาพมากที่สุดภายในเวลา 1 นาที



ภาพ 2.8 วิธีทดสอบแบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำ (Filled dots)

ที่มา: จัดทำเมื่อ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2565

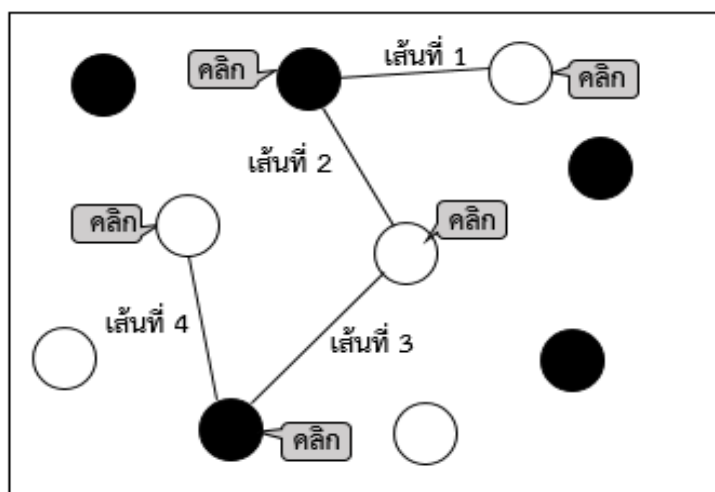
1.2 แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีขาว (Empty dots) วิธีทดสอบมีรายละเอียดดังนี้ ใช้เมาส์คลิกเฉพาะจุดสีขาว จำนวน 5 ครั้ง โดยจะเริ่มมีจุดใดก็ได้ จะเกิดรูปภาพ 1 ภาพ ที่ประกอบด้วยเส้นตรง 4 เส้น สร้างรูปภาพให้ถูกต้องและไม่ซ้ำกัน ให้ได้จำนวนภาพมากที่สุดภายในเวลา 1 นาที



ภาพ 2.9 วิธีทดสอบแบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีขาว (Empty dots)

ที่มา: จัดทำเมื่อ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2565

1.3 แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำและสีขาวสลับกัน (Switching dots) วิธีทดสอบมีรายละเอียดดังนี้ ใช้เมาส์คลิกจุดสีดำและสีขาว จำนวน 5 ครั้ง โดยจะเริ่มมีจุดใดก็ได้ จะเกิดรูปภาพ 1 ภาพที่ประกอบด้วยเส้นตรง 4 เส้น สร้างรูปภาพให้ถูกต้องและไม่ซ้ำกัน ให้ได้จำนวนภาพมากที่สุดภายในเวลา 1 นาที

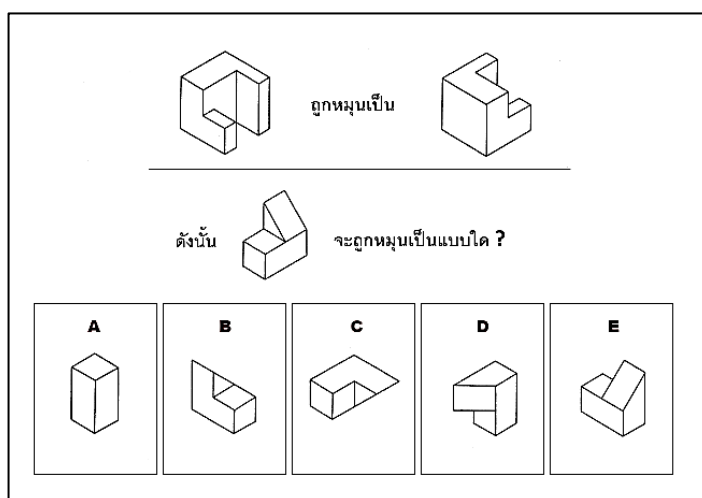


ภาพ 2.10 วิธีทดสอบแบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำและสีขาวสลับกัน (Switching dots)

ที่มา: จัดทำเมื่อ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2565

2. แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial visualization test) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา วิธีทดสอบมีรายละเอียดดังนี้ พิจารณาภาพตัวอย่างวัตถุสามมิติด้านบนซ้ายมือว่าถูกหมุนอย่างไร จึงกลายเป็นภาพด้านขวามือ สังเกตภาพคำถาม แล้วใช้เมาส์คลิกเลือกภาพคำตอบ 1 ภาพ ที่เป็นการถูกหมุนในทิศทางเดียวกับภาพตัวอย่างด้านบน และแบบทดสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ จะต้องทำภายในเวลา 25 นาที (กรมพลศึกษา, 2565, น. 30-31)



ภาพ 2.11 วิธีทดสอบแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial visualization test)

ที่มา: จัดทำเมื่อ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2565

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ภิญโญ สำนวน (2564, น. 102) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านโดยใช้ถุงทรายที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อในนักกีฬายูโด กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครนักกีฬายูโด สังกัดโรงเรียนกีฬาจังหวัดศรีสะเกษ รุ่นอายุ 15-19 ปี จำนวน 29 คน กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านโดยใช้ถุงทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 ครั้งๆ ละ 120 นาที ผลการวิจัยพบว่า 1) หลักการฝึก 8 สัปดาห์ พลังกล้ามเนื้อช่วงบนของร่างกาย แขนกลางลำตัวข้างซ้าย แขนกลางลำตัวข้างขวา และช่วงล่างของร่างกาย สูงกว่าก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 พลังกล้ามเนื้อช่วงบนของร่างกาย แขนกลางลำตัวข้างซ้าย แขนกลางลำตัวข้างขวา และช่วงล่างของร่างกาย สูงกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร วิโรภาส (2563, น. 71-72) ได้ศึกษาผลการฝึกด้วยแรงต้านที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬายูโด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาชาย มหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 24 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 12 คน โดยกำหนดให้กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกกีฬายูโด) และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่ฝึกตามโปรแกรมฝึกกีฬายูโดควบคู่กับโปรแกรมการฝึกแรงต้าน) ฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน ผลการวิจัยพบว่า 1) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 2.30, 2.39 และ 2.54 กิโลกรัม ตามลำดับ 2) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 2.31, 2.44 และ 2.63 กิโลกรัม ตามลำดับ

3) ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกล้ามเนื้อขาของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 นอกนั้นไม่แตกต่างกัน 4) ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงกล้ามเนื้อขาของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ไม่แตกต่างกัน 5) ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

ไพวัน เพลิตพราว (2563, น. 3414) ได้ศึกษาผลของการฝึกด้วยดัมเบลที่มีผลต่อการพัฒนากล้ามเนื้อแขนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาของสถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตอุดรธานี ที่มีอายุระหว่าง 19-23 ปี จำนวน 60 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน ฝึกยกดัมเบลขนาดน้ำหนัก 5 กิโลกรัม กลุ่มทดลองฝึกตามโปรแกรมการฝึกยกดัมเบลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และกลุ่มควบคุมฝึกยกดัมเบลตามแบบที่นิยมทั่วไป ทำการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า 1) กลุ่มฝึกยกดัมเบลตามแบบที่นิยมทั่วไป และฝึกตามโปรแกรมการฝึกยกดัมเบลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการพัฒนาขนาดเส้นรอบวงกล้ามเนื้อแขนทั้งสองข้างเพิ่มขึ้นหลังจากการฝึก 8 สัปดาห์ 2) ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นรอบวงกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในการยกดัมเบล พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จักรกฤษณ์ พิเดช (2561, 44-56) ได้ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อส่วนบนในนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนชาย ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนชาย อายุระหว่าง 14-17 ปี ของโรงเรียนวัดโนนทัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 16 คน แบ่งประชากรออกเป็นสองกลุ่ม ซึ่งกลุ่มควบคุมทำการฝึกตามปกติ และกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมการฝึกแบบพลัยโอเมตริกกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกาย เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 3 เซต ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ภายหลังการฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ทั้งสองกลุ่มมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ภายหลังการฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ พลังกล้ามเนื้อของกลุ่มทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ภายหลังการฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ และพบว่ากลุ่มทดลองมีพลังกล้ามเนื้อ มากกว่ากลุ่มควบคุม ภายหลังการฝึก 4 และ 8 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สหชัย ชัชวาล (2560, น. 59) ได้ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนบนในนักกีฬายูโด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬายูโดโรงเรียนกีฬาจังหวัดชลบุรี จำนวน 20 คน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อส่วนบนที่มีต่อความแข็งแรงและความอดทนของนักกีฬายูโด ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยการทดสอบแรงบีบมือสูงสุด คือ หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 41.48 และ 45.19 ตามลำดับ สำหรับการทดสอบดึงข้อ พบว่า

กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยการทดสอบดึงข้อสูงสุด คือ หลังฝึกสัปดาห์ ที่ 8 เท่ากับ 14.70 และ 16.00 ตามลำดับ สำหรับผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแรงบีบมือ และดึงข้อของ นักกีฬาโยโดกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง พบว่า การทดสอบแรงบีบมือและดึงข้อของกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลองหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จริญญา สีพาแลว (2562, น. 145-146) ได้ศึกษาการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย โดยการเล่นหมากเก็บแบบประยุกต์ โดยเปรียบเทียบผล การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มรับการ เล่นหมากเก็บแบบประยุกต์กับกลุ่มที่ไม่ได้รับ การเล่นหมากเก็บแบบประยุกต์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบและเวลาปฏิบัติริยา ความสูงและความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาตอน ปลาย เพศชายและเพศหญิง อายุ 10-12 ปี จำนวน 60 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า การเล่นหมากเก็บ แบบประยุกต์สามารถเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Jansen et al. (2009, pp. 351-359) ได้ศึกษาอิทธิพลของการฝึกเล่นจิ๊กกริ่งบอล เป็นเวลา 3 เดือนต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจ (Mental rotation performance) ของ เด็กหญิงช่วงอายุ 6-14 ปี ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง จำนวน 26 คน ที่เข้าฝึกเล่นจิ๊กกริ่งบอล เป็นเวลา 3 เดือน และกลุ่มควบคุม 22 คน ที่ฝึกเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้กับเด็กหญิงในช่วงเดียวกัน ทั้งสองกลุ่มได้ทำการทดสอบการหมุนภาพในใจด้วยภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ (Mental rotational task with 3-D block figures) บนจอคอมพิวเตอร์ทั้งก่อนและหลังการเล่นกิจกรรม (Pretest and posttest) ผลการทดลองพบว่า เด็กหญิงกลุ่มทดลองที่ฝึกเล่นจิ๊กกริ่งบอล เป็นเวลา 3 เดือน มีคะแนน เวลาการทดสอบการหมุนภาพในใจได้เร็วกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่าง มีนัยสำคัญ ($P < .05 - .01$)

Bluchel et al. (2012, pp. 1-12) ได้ศึกษาผลของการฝึกกิจกรรมเคลื่อนไหวร่างกาย ต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจ (Mental rotation performance) ของเด็กอายุระหว่าง 8 -10 ปี จำนวน 46 คน โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ฝึกเล่นกิจกรรมการเคลื่อนไหว ร่างกาย วันละ 20 นาที เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกใด 1 ทั้งสองกลุ่มได้ทำ การทดสอบการหมุนภาพในใจด้วยภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ (Mental rotational task with 3-D block figures) ทั้งก่อนและหลังการเล่นกิจกรรม ผลการทดลองพบว่า เด็กทั้งสองกลุ่มมีความสามารถ ในการหมุนภาพ ในใจครั้งหลัง (Posttest) ดีกว่าครั้งแรก (Pretest) อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการ หมุนภาพในใจของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกเล่นกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายพัฒนาดีกว่ากลุ่ม ควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกใด ๆ แสดงให้เห็นว่า การฝึกการเคลื่อนไหวร่างกายมีผลทำให้ความสามารถ ในการหมุนภาพในใจเพิ่มขึ้น

Prien et al. (2019, pp. 575-584) ได้ทำการศึกษาความสามารถด้านระบบประสาทและสมอง (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) ในนักกีฬาฟุตบอลชั้นนำทั้งเพศชายและหญิง จำนวน 425 คนของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ 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 และยังพบอีกว่านักฟุตบอลที่มีอายุ 15-19 ปี มีความสามารถในการทำงานของสมองทั้ง 6 ลักษณะดีกว่ากลุ่มนักฟุตบอลที่มี อายุ 20-29 ปี

Moreau et al. (2021, pp 83-88) ได้ศึกษาผลของการเคลื่อนไหวของร่างกายที่มีต่อความสามารถในการทดสอบด้วยการหมุนภาพ (Enhancing spatial ability through sport practice; Evidence for an effect of motor training on mental rotation performance) โดยการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการหมุนภาพกับการฝึกฝนการออกกำลังกาย โดยการสุ่มผู้เข้าร่วม คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 62 คน แบ่งเป็นกลุ่มมวยปล้ำชาย 18 คน และหญิง 13 คน โดยมีอายุเฉลี่ย 20.6 ปี ส่วนกลุ่มวิ่งเป็นชาย 18 คน และหญิง 13 คน โดยมีอายุเฉลี่ย 20.9 ปี โดยการทดสอบด้วยการหมุนภาพในใจ (Mental rotation test) พบว่า การหมุนภาพของทั้งสองกลุ่มก่อนการฝึกฝนไม่แตกต่างกัน แต่หลังการฝึกฝน 10 เดือน พบว่ากลุ่มมวยปล้ำทำได้ดีกว่ากลุ่มวิ่ง นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มผู้ชายมีคะแนนดีกว่ากลุ่มผู้หญิง

Pietsch et al. (2017, pp. 176-180) ได้ศึกษาผลของการเคลื่อนไหวร่างกายด้วยโปรแกรมไลฟ์ คิเนติก (Life kinetik) ที่มีต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจ (Mental rotation performance) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 46 คน เป็นหญิง 23 คน และชาย 23 คน พบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้การเคลื่อนไหวร่างกายด้วยโปรแกรมไลฟ์ คิเนติก (Life kinetik) ซึ่งได้ฝึกความสัมพันธ์ระหว่างมือ เท้า ร่างกาย และสายตา มีความสามารถในการหมุนภาพในใจได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ออกกำลังกายทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Korobeynikov et al. (2023, pp. 84–90) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่ทางปัญญาและความสามารถในการทำงานพิเศษของนักมวยชั้นยอด โดยการทดสอบการชกเป็นเวลา 8 วินาที ด้วยความเร็วสูงสุด ศึกษาฟังก์ชันการรับรู้ (ความฉลาดทางวาจาและอวัจนภาษา และความจำคำ) โดยใช้ “มัลติไซโคมิเตอร์-05” ทดสอบในนักมวยชั้นยอด 26 คน อายุระหว่าง

18-24 ปี ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มนักมวยที่มีระดับความสามารถพิเศษความแตกต่างในแง่ของความแม่นยำและประสิทธิภาพเมื่อทำงานด้านความรู้ความเข้าใจต่อสิ่งเร้าทางวาจา ความสามารถในการทำงานพิเศษระดับสูงของนักมวยชั้นยอดนั้นมาจากการแสดงออกด้วยวาจา นอกจากความสามารถในการทำงานพิเศษเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นการทำงานของจิตความสนใจ ความเร็วในการรับรู้ภาพ การคิดเชิงปฏิบัติการและเชิงตรรกะ ในเวลาเดียวกันค่าเวลาแฝงในการตัดสินใจที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ความสามารถพิเศษของนักมวยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพและความสัมพันธ์กับความเร็วในการประมวลผลข้อมูล ความเร็วในการจดจำคำพูดจะดีกว่าในนักมวยที่มีความสามารถในการทำงานพิเศษในระดับสูง

Bianco et al. (2017b, pp. 260–268) ได้ทำการศึกษาการควบคุมการกระทำเชิงรุกและเชิงรับที่แตกต่างกันของสมองในนักฟันดาบและนักมวย เป้าหมายของการศึกษาครั้งนี้คือการตรวจสอบว่าการฝึกกีฬาเฉพาะอย่างอาจส่งผลกระทบต่อขั้นตอนการเตรียมการ การรับรู้ การกระทำของการประมวลผลระหว่างงานที่ใช้การมองเห็น ซึ่งต้องการการแยกแยะด้วยการรับรู้และการตอบสนองที่รวดเร็ว กลุ่มตัวอย่าง 39 คน (กลุ่มนักฟันดาบ กลุ่มนักมวยและกลุ่มควบคุมแบ่งเป็นกลุ่มละ 13 คน) และวัดศักยภาพที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ (ERPs) ในขณะที่ทำภารกิจ ผลการวิจัยพบว่า นักกีฬามีเร็วกว่ากลุ่มควบคุมในขณะที่นักฟันดาบมีความแม่นยำมากกว่านักมวย การวิเคราะห์ศักยภาพไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ พบว่าการเตรียมมอเตอร์ที่มีศักยภาพความพร้อมเพิ่มขึ้นในนักกีฬามากกว่ากลุ่มควบคุม

Lesiakowski et al. (2013, pp. 141-144) ได้ทำการศึกษาการทำงานของสมาธิในการมองเห็นในนักมวยสากลสมัครเล่น 15 คน (ชาย 10 คนและหญิง 5 คน) ผู้เข้าร่วมทั้งหมดเป็นสมาชิกของทีมชาติในรุ่นอายุต่างๆ กลุ่มควบคุมรวมนักเรียน 15 คนที่ไม่ได้เล่นกีฬา ทั้งสองกลุ่มมีลักษณะเหมือนกันทั้งในด้านอายุและเพศ การทดสอบสัญญาณความสามารถพิเศษรวมอยู่ในระบบการทดสอบของเวียนนา (Schuhfried, Austria) การทดสอบวัดความแตกต่างของการรับรู้ระยะและทิศทางของสัญญาณที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง ตัวแปรหลักที่คำนวณ ได้แก่ จำนวนที่ถูกต้อง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างนักมวยและกลุ่มควบคุม ในตัวแปรของจำนวนคำตอบที่ถูกต้อง ($p=0.40$) เวลาในการทำปฏิกิริยา ($p=0.07$) จำนวนปฏิกิริยาที่ละเว้น ($p=0.40$) และจำนวนปฏิกิริยาที่ไม่ถูกต้อง ($p=0.87$)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังงานกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ และเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังงานกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ในช่วงก่อนและหลังการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยดแบบเฉพาะเจาะจงของนักกีฬาโยดเยาวชนหญิง ในช่วงก่อนฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักกีฬาโยดเยาวชนหญิง อายุ 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 239 คน (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2565, ออนไลน์)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาโยดเยาวชนหญิง อายุ 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 15 คน ได้มาจากการคำนวณขนาดตัวอย่างประมาณการค่าเฉลี่ยขนาดประชากร (อรุณ จิรวัฒน์กุล, 2560, น. 156)

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อประมาณค่าเฉลี่ยกรณีทราบขนาดประชากร ดังนี้

จากสูตร

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

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

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

d = ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 2.54 โดยประมาณค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.5 (Cohen, 1988, p. 99)

N = จำนวนประชากร

จากสูตร แทนค่าได้ดังนี้

$$n = \frac{239(1.96^2)6^2}{2.54^2(239-1) + 1.96^2(6^2)}$$

= 11.52 ประมาณ 11 คน

ดังนั้นจะได้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย 11 คน เพื่อป้องกันการถอนตัว (Drop-out) ผู้วิจัยเพิ่มขนาดตัวอย่าง ร้อยละ 30 รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 15 คน

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่ใช้กับประชากรที่มีจำนวนมาก และรายชื่อของสมาชิกได้เรียงลำดับตามวันและเวลาการสมัคร มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. กำหนดหมายเลขประจำตัวให้แก่ผู้เข้ารับการทดลองทุกคนในกลุ่มประชากร
2. หาอัตราส่วน (K) โดย ประชากร (N) และกลุ่มตัวอย่าง (n)

จากสูตร

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

$$K = \frac{239}{15}$$

คือ ประชากร 239 คน ต้องการกลุ่มตัวอย่าง 15 คน จะได้อัตราส่วน เท่ากับ 15

3. นำบัญชีรายชื่อนักกีฬาที่จัดเรียงตามวันและเวลาการสมัครเพื่อกำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยกำหนดให้คนแรกที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬาสังกัดสมาคมกีฬาจังหวัดศรีสะเกษ เป็นกลุ่มตัวอย่างคนที่ 1

4. หมายเลขของนักกีฬาคนต่อไปจะถูกกำหนดอย่างเป็นระบบโดยการรวมอัตราที่ได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างกับบัญชีรายชื่อนักกีฬาจากเกณฑ์การตัดเข้า ดังนั้นนักกีฬาที่มีหมายเลข 1, 16 (1+15), 32 (16+15), 47 (32+15) และ 62 (47+15) จะเป็นกลุ่มตัวอย่าง และทำการสุ่ม

กลุ่มตัวอย่างอย่างเป็นระบบจนได้ครบตามจำนวน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) และเกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

1. นักกีฬา 유도เยาวชนหญิง อายุ 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนเป็นนักกีฬา สังกัดสมาคมกีฬาจังหวัดศรีสะเกษ
2. สมัครใจและลงนามในใบยินยอมที่จะเข้าการทดสอบและการทำการทดลอง และผู้ปกครองยินยอมให้เข้าร่วมการออกกำลังกายด้วยกีฬา 유도แบบเฉพาะเจาะจง
3. มีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง มีสมรรถภาพร่างกายแข็งแรง สมบูรณ์ รวมไปถึงไม่มีอาการบาดเจ็บในระดับที่ต้องพบแพทย์

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการออกกำลังกายด้วยกีฬา 유도แบบเฉพาะเจาะจง ไม่ถึงร้อยละ 80 ของระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด
2. มีอาการเจ็บป่วย หรือได้รับบาดเจ็บรุนแรง จนไม่สามารถทำการออกกำลังกายต่อไปได้
3. ไม่สามารถที่จะทำการทดลองต่อไปด้วยสาเหตุอื่นๆ เช่น ไม่สมัครใจ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬา 유도แบบเฉพาะเจาะจงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ดังตาราง 1.1 ภาค ผูก)
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 2.1 แบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย
 - 2.1.1 แบบทดสอบทุ่มบอลเหนือศีรษะ (Overhead medicine ball throw) โดยใช้เกณฑ์สมรรถภาพทางกายนักกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย (กรมพลศึกษา, 2562, น. 15)
 - 2.1.2 แบบทดสอบยืนกระโดดไกล (Standing Broad Jump) โดยใช้เกณฑ์สมรรถภาพทางกายนักกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย (กรมพลศึกษา, 2562, น. 18)
 - 2.2 แบบทดสอบความสามารถของสมองด้านยืดหยุ่นทางความคิด โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (กรมพลศึกษา, 2565, น. 22-26) ประกอบด้วย

2.2.1 แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำ (Filled dots)

2.2.2 แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีขาว (Empty dots)

2.2.3 แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำและสีขาวสลับกัน (Switching dots)

2.3 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial visualization test)

ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้า เอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง

1.2 ดำเนินการออกแบบการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงทั้ง 8 สัปดาห์ และนำแบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.3 นำแบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน และรวบรวมประเด็นข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ นำมาปรับปรุงแก้ไขแบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อและแบบทดสอบความสามารถของสมอง

2.1 แบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อ ประยุกต์จากแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (กรมพลศึกษา, 2562, น. 15) เกณฑ์สมรรถภาพทางกายนักกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาค้นคว้าตำรา เอกสารงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการประยุกต์แบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อ

2.1.2 วิเคราะห์รูปแบบที่เหมาะสมกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ในช่วงอายุ 15-19 ปี และแบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง

2.1.3 นำแบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อไปทดลองใช้กับนักกีฬา 10 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเป็นไปได้และความเหมาะสมของแบบทดสอบ

2.2 แบบทดสอบความสามารถของสมอง มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบความสามารถของสมอง ประยุกต์จาก สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬากรมพลศึกษา (2565, น. 22-26)

2.2.2 นำแบบทดสอบความสามารถของสมองไปทดลองใช้กับกลุ่มนักกีฬาที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีทดสอบซ้ำ (Test-retest reliability)

วิธีการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง มีขั้นตอนในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1.1 นำแบบฝึกแบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruences หรือ IOC) เท่ากับ 1.00

1.2 นำแบบฝึกแบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง ที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม ก่อนนำไปทดลองใช้

1.3 นำแบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อสังเกตประเมินหาข้อบกพร่องของแบบฝึกที่สร้างขึ้นในด้านเนื้อหา ความสมบูรณ์ในการทำงานของแบบฝึก

1.4 นำแบบทดสอบที่ทดลองใช้แล้วมาทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อทดสอบกับกลุ่มทดลองต่อไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อและแบบทดสอบความสามารถของสมอง

2.1 แบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อ มีขั้นตอนในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

2.1.1 นำแบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruences หรือ IOC) เท่ากับ 1.00

2.1.2 นำแบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมก่อนนำไปทดลองใช้ต่อไป

2.1.3 นำแบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อ ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อสังเกตประเมินหาข้อบกพร่องของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในด้านเนื้อหา ความสมบูรณ์ในการทำงานของแบบทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.992, 0.965

2.1.4 นำแบบทดสอบที่ทดลองใช้แล้วมาทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อทดสอบกับกลุ่มทดลองต่อไป

2.2 แบบทดสอบความสามารถของสมอง มีขั้นตอนในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

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

2.2.2 จากนั้นนำค่าที่ได้จากการทดสอบ 2 ครั้ง ไปหาค่าสหสัมพันธ์เพื่อหาความสอดคล้องของผลการทดสอบ สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาความสัมพันธ์ คือ สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient หรือ r) มีค่าเท่ากับ 0.739, 0.673

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สร้างความคุ้นเคยในการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง ให้กับกลุ่มตัวอย่างระยะเวลา 2 สัปดาห์

2. ทดสอบข้อมูลพื้นฐาน เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง (BMI) ประสิทธิภาพในการเล่น และทดสอบพลังกล้ามเนื้อและความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด และด้านมิติสัมพันธ์ (Pre-test)

3. การออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 1 ชั่วโมงต่อวันเป็นเวลา 3 วันต่อสัปดาห์ (จันทร์ พุธ ศุกร์) รวมทั้งหมด 8 สัปดาห์ ก่อนทำการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง กลุ่มตัวอย่างจะถูกร้องขอให้ใส่เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) รุ่น Educational starter pack with polar wireless sensors (AS00329) ในแต่ละสัปดาห์มีขั้นตอนการออกกำลังกาย คือ ขั้นตอนการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที กำหนดความหนักของการออกกำลังกายอยู่ในความหนักระดับเบามาก (Very light intensity) ร้อยละ 50-60 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายเท่ากับ 6-8 ตามด้วยขั้นตอนการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง 40 นาที ซึ่งกำหนดความหนักของการออกกำลังกายในแต่ละสัปดาห์ คือ สัปดาห์ที่ 1-2 อยู่ในความหนักระดับเบา (Light intensity) ร้อยละ 60-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย (Rating of perceived exertion; RPE) เท่ากับ 6-11 สัปดาห์ที่ 3-8 อยู่ที่ระดับความหนักปานกลาง (Moderate intensity) ร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย เท่ากับ 12-16 และขั้นตอนการคลายอุ่น 10 นาที โดยอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ร้อยละ 60 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หมายถึงระดับความหนักเบา (Light zone) และร้อยละ 80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดหมายถึงระดับความหนักปานกลางถึงหนัก (Hard zone) และค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายระดับ

3 หมายถึงการรับรู้การออกแรงของร่างกายระดับเล็กน้อย และระดับ 16 หมายถึง การรับรู้การออกแรงของร่างกายระดับมาก

4. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อพรรณนาข้อมูลพื้นฐาน และพลังกล้ามเนื้อ ความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของกลุ่มตัวอย่างหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8

5. ทดสอบพลังกล้ามเนื้อ และความสามารถของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด และด้านมิติสัมพันธ์ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อ และการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬาโยโดระดับเยาวชนหญิง จังหวัดศรีสะเกษ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. **สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics)** ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของพลังกล้ามเนื้อ และความสามารถของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8

2. **สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics)** ประกอบด้วย

2.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังกล้ามเนื้อ การยืดหยุ่นทางความคิด และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ถ้าพบว่า มีความแตกต่างกัน จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey แล้วนำเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง

ก่อนการนำสถิติอิงพารามิเตอร์ One-way analysis of variance with repeated measures มาใช้ ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติดังกล่าว ถ้าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นจะเปลี่ยนมาใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Friedman test ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีขั้นตอนในการทดสอบเบื้องต้น ดังนี้

2.1.1 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่ม

2.1.2 ทดสอบการแจกแจงของประชากรเป็นโค้งปกติ ด้วยสถิติ Shapiro wilk test

2.1.3 ข้อมูลอยู่ในมาตราอันตรภาค (Interval Scale) ขึ้นไป

2.1.4 กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน

2.1.5 ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร แต่ความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากัน

2.2 กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาฟุตบอลแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังงานเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ และเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาฟุตบอลแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังงานเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ในช่วงก่อนและหลังการออกกำลังกายด้วยกีฬาฟุตบอลแบบเฉพาะเจาะจงของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนหญิง ในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง ดังนี้

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนหญิง ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติวิเคราะห์ One-way analysis of variance with repeated measures และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Tukey ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติดังกล่าว (ตาราง 4.1) ถ้าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นจะเปลี่ยนมาใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Friedman test และผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ข้อมูลส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลเยาวชนหญิง อายุ 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 15 คน และข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วย ส่วนสูง (cm) และน้ำหนัก (kg) ประสบการณ์การเล่นฟุตบอล (ปี) และระดับการแข่งขันสูงสุด (ตาราง 4.1)

ตาราง 4.1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง (n=15)

ตัวแปร	$\bar{X}$	SD
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	51.93	6.01
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	159.26	4.51
ดัชนีมวลกาย	20.45	2.15
ประสบการณ์การเล่นยูโด (ปี)	4.40	1.18
ระดับการแข่งขัน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
- กีฬานักเรียนนักศึกษา	5	33.33
- กีฬายาวชนแห่งชาติ	10	66.67

จากตาราง 4.1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงทั้งหมด 15 คน มีน้ำหนักเฉลี่ย 51.93 กิโลกรัม (SD=6.01) ส่วนสูงเฉลี่ย 159.26 เซนติเมตร (SD=4.51) ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.45 (SD=2.15) ประสบการณ์การเล่นยูโดเฉลี่ย 4.40 ปี (SD=1.18) และมีระดับการแข่งขัน แยกเป็น รายการกีฬานักเรียนนักศึกษาจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) และรายการกีฬายาวชนแห่งชาติ จำนวน 10 คน (ร้อยละ 66.67)

ตาราง 4.2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพลังกล้ามเนื้อและการทำงานของสมอง

ด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=15)

รายการ	ช่วงเวลา		
	ก่อน	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
การทุ่มบอลเหนือศีรษะ	501.13(±86.82)	528.80(±76.83)	540.13(±71.50)
การยืนกระโดดไกล	167.53(±12.47)	177.13(±11.81)	188.73(±9.10)
การยืดหยุ่นทางความคิด	38.66(±11.81)	44.53(±11.31)	51.46(±10.79)
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	4.33(±1.87)	7.86(±1.95)	11.06(±2.01)

จากตาราง 4.2 พบว่า ความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 501.13(±86.82) เซนติเมตร 528.80(±76.83) เซนติเมตร และ 540.13(±71.50) เซนติเมตร ตามลำดับ ความสามารถในการยืนกระโดดไกล ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ

167.53(± 12.47) เซนติเมตร 177.13(± 11.81) เซนติเมตร และ 188.73(± 9.10) เซนติเมตร ตามลำดับ ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 38.66(± 11.81) คะแนน 44.53(± 11.31) คะแนน และ 51.46(± 10.79) คะแนน ตามลำดับ และความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 4.33(± 1.87) คะแนน 7.86(± 1.95) คะแนน และ 11.06(± 2.01) คะแนน ตามลำดับ

1.2 อัตราการเต้นของหัวใจ และคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย

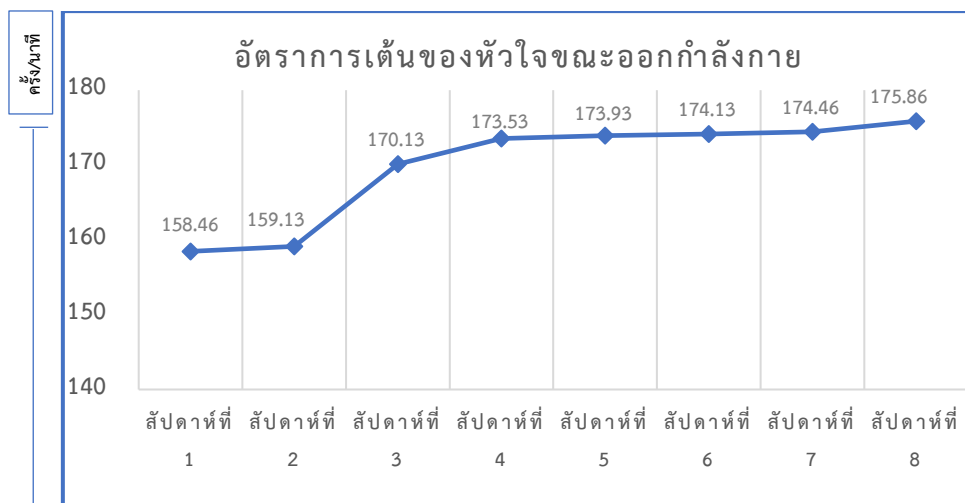
1.2.1 อัตราการเต้นของหัวใจ

ในขณะออกกำลังกายกลุ่มตัวอย่างมี อัตราการเต้นของหัวใจ และคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย ดังนี้ (ตาราง 4.3)

ตาราง 4.3 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย (RPE) (n=15)

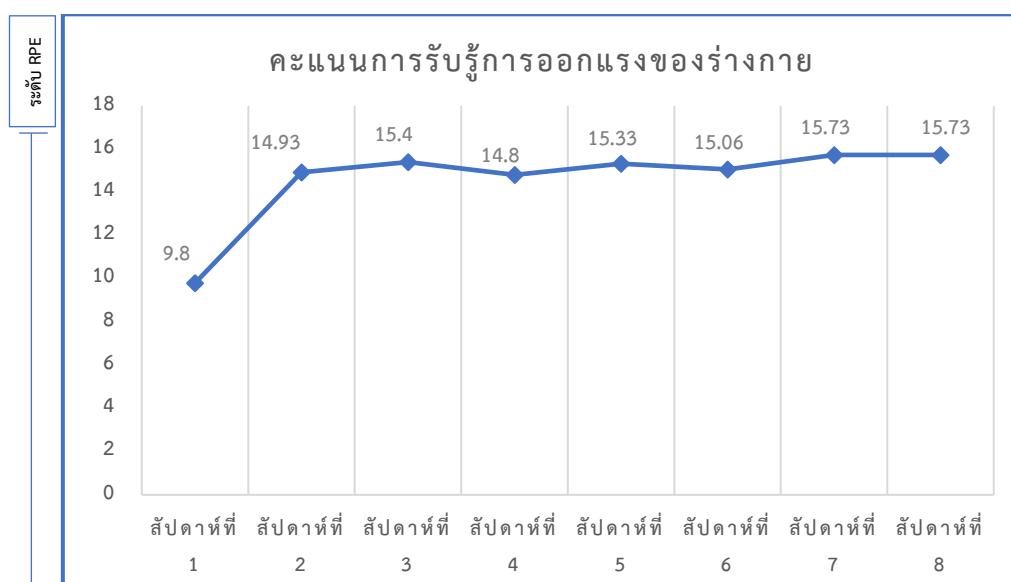
อัตราการเต้นของหัวใจ (HR)	(X̄, SD)	
	ขณะพัก	72.60 (4.13)
	ขณะออกกำลังกาย	169.95 (7.08)
คะแนนการรับรู้การออกแรง ของร่างกาย (RPE)	ขณะออกกำลังกาย	14.60 (2.16)

จากตาราง 4.3 พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.60 ครั้งต่อนาที (SD=4.13) และขณะออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 169.95 ครั้งต่อนาที (SD=7.08) คะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายขณะการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.60 (SD=2.16)



ภาพ 4.1 กราฟแสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย

จากภาพ 4.1 พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ในระหว่างสัปดาห์ที่ 1- 8 เพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งกำหนดความหนักของการออกกำลังกายในแต่ละสัปดาห์ คือ สัปดาห์ที่ 1-2 อยู่ในความหนักระดับเบา (Light intensity) ร้อยละ 60-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และสัปดาห์ที่ 3-8 อยู่ที่ระดับความหนักปานกลาง (Moderate intensity) ร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด



ภาพ 4.2 กราฟแสดงคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย

จากภาพ 4.2 พบว่า คะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1- 8 เพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งกำหนดความหนักของการออกกำลังกายในแต่ละสัปดาห์ คือ สัปดาห์ที่ 1-2 อยู่ในความหนักระดับเบา (Light intensity) ค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย (Rating of perceived exertion; RPE) เท่ากับ 6-11 และสัปดาห์ที่ 3-8 อยู่ในระดับความหนักปานกลาง (Moderate intensity) ค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย เท่ากับ 12-16

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-wilk test

ตาราง 4.4 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-wilk test (n=15)

คะแนน	n	Shapiro-wilk test		
		statistic	df	Sig.
การทุ่มบอลเหนือศีรษะ	15	0.97	15	0.95
การยืนกระโดดไกล	15	0.97	15	0.91
การยืดหยุ่นทางความคิด	15	0.90	15	0.11
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	15	0.95	15	0.61

จากตาราง 4.4 พบว่า ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Normal Distribution) ได้แก่ การทุ่มบอลเหนือศีรษะ ($p=0.95$) การยืนกระโดดไกล ($p=0.91$) ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ($p=0.11$) ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ($p=0.61$) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติพารามิเตอร์ (Parametric statistics) มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.2 ความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ

ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (ตาราง 4.5)

ตาราง 4.5 ความสามารถในการทຸ່ມบอลเหนือศีรษะ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=15)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในกลุ่ม	12074.44	1.20	10020.29	15.759	<0.001
ความคลาดเคลื่อน	10726.88	16.87	635.85		
รวม	22801.32				

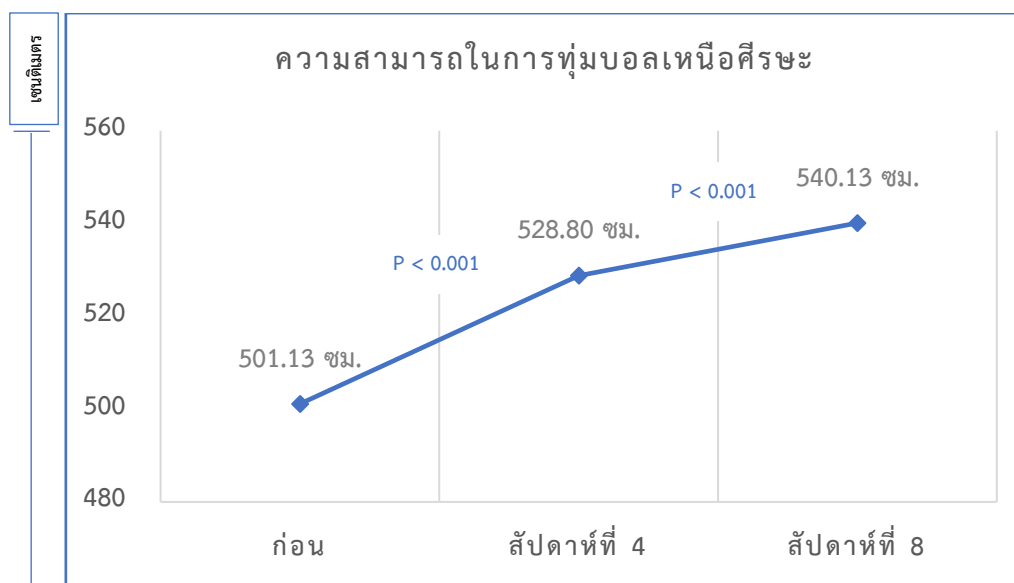
จากตาราง 4.5 พบว่า ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถในการทຸ່ມบอลเหนือศีรษะ ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Tukey

ตาราง 4.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey ความสามารถในการทຸ່ມบอลเหนือศีรษะ ระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=15)

การวัด	$\bar{X}$	ก่อน	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อน	501.13	-	27.66*	39.00*
สัปดาห์ที่ 4	528.80		-	11.33*
สัปดาห์ที่ 8	540.13			-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.6 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey พบว่า ความสามารถในการทຸ່ມบอลเหนือศีรษะ ระหว่างก่อนการฝึก (501.13) และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 (528.80) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (540.13) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพ 4.3 กราฟแสดงความสามารถในการท่มบอลเหนือศีรษะ

จากภาพ 4.3 ความสามารถในการท่มบอลเหนือศีรษะ ก่อนการฝึก (501.13 ซม.) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 (528.80 ซม.) และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (540.13 ซม.) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์ พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 ความสามารถในการยืนกระโดดไกล

ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการยืนกระโดดไกล ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (ตาราง 4.7)

ตาราง 4.7 ความสามารถในการยืนกระโดดไกล ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=15)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในกลุ่ม	3380.80	2.00	1690.40	49.69	<0.001
ความคลาดเคลื่อน	952.53	28.00	34.01		
รวม	4333.33				

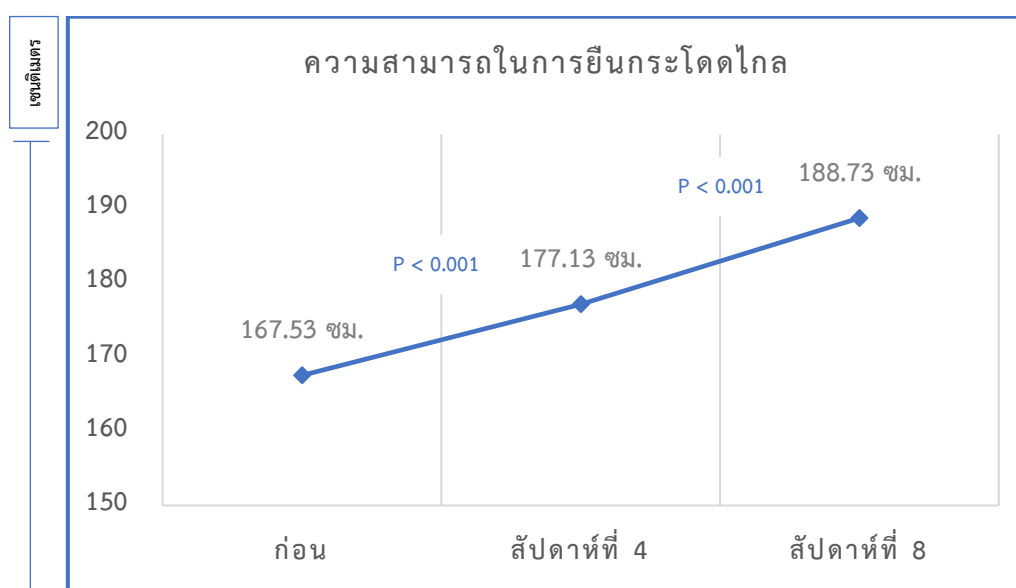
จากตาราง 4.7 ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถในการยืนกระโดดไกล ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Tukey

ตาราง 4.8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey ความสามารถในการยืนกระโดดไกล ก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=15)

การวัด	$\bar{X}$	ก่อน	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อน	167.53	-	9.60*	21.20*
สัปดาห์ที่ 4	177.13		-	11.60*
สัปดาห์ที่ 8	188.73			-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.8 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey พบว่า ความสามารถในการยืนกระโดดไกล ระหว่างก่อนการฝึก (167.53) และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 (177.13) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (188.73) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพ 4.4 กราฟแสดงความสามารถในการยืนกระโดดไกล

จากภาพ 4.4 พบว่า ความสามารถในการกระโดดไกล ก่อนการฝึก (167.53 ซม.) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 (177.13 ซม.) และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (188.73 ซม.) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์ พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.4 ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด

ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (ตาราง 4.9)

ตาราง 4.9 ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=15)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในกลุ่ม	1231.64	1.32	929.54	87.51	<0.001
ความคลาดเคลื่อน	197.02	18.55	10.62		
รวม	1428.66				

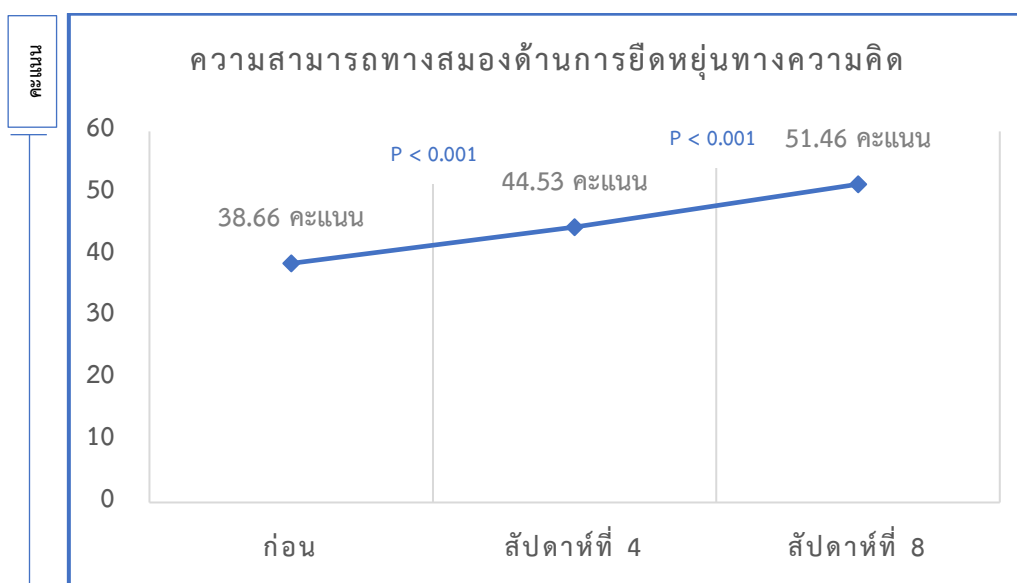
จากตาราง 4.9 ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Tukey

ตาราง 4.10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=15)

การวัด	$\bar{X}$	ก่อน	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อน	38.66	-	5.86*	12.80*
สัปดาห์ที่ 4	44.53		-	6.93*
สัปดาห์ที่ 8	51.46			-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.10 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey พบว่า ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ระหว่างก่อนการฝึก (38.66) และหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 (44.53) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (51.46) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพ 4.5 กราฟแสดงความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด

จากภาพ 4.5 พบว่า ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ก่อนการฝึก (38.66 คะแนน) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 (44.53 คะแนน) และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (51.46 คะแนน) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์ พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.5 ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (ตาราง 4.11)

ตาราง 4.11 ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=15)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ภายในกลุ่ม	340.31	2	170.15	190.40	<0.001
ความคลาดเคลื่อน	25.02	28	0.894		
รวม	365.33				

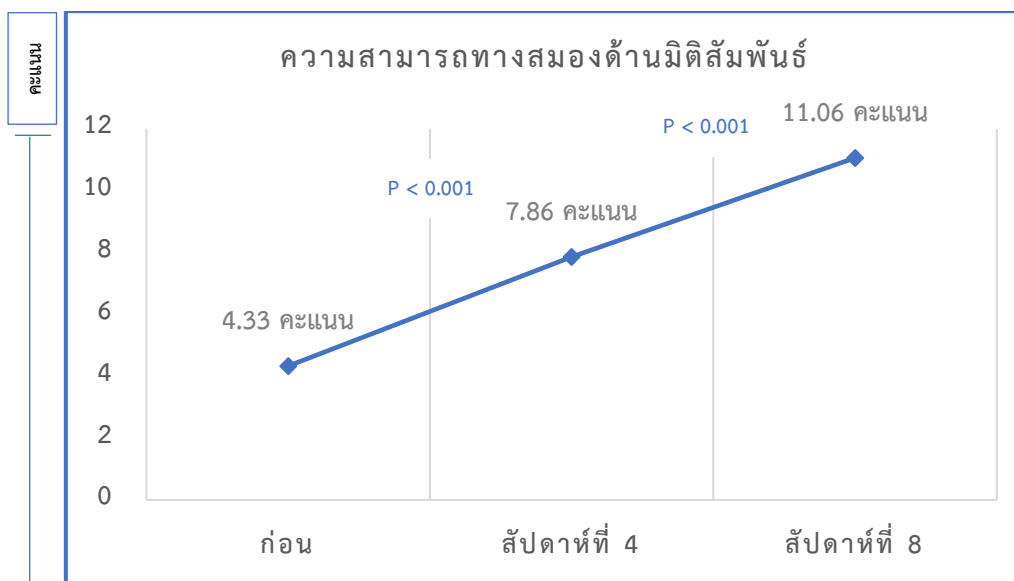
จากตาราง 4.11 พบว่า ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Tukey

ตาราง 4.12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=15)

การวัด	$\bar{X}$	ก่อน	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8
ก่อน	4.33	-	3.53*	6.73*
สัปดาห์ที่ 4	7.86		-	3.20*
สัปดาห์ที่ 8	11.06			-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.12 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey พบว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างก่อนการฝึก (4.33) และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 (7.86) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (11.06) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพ 4.6 กราฟแสดงความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

จากภาพ 4.6 พบว่า ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก (4.33 คะแนน) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 (7.86 คะแนน) และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (11.06 คะแนน) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์ พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ และเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงต่อพลังกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ในช่วงก่อนและหลังการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงของนักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง ในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติวิเคราะห์ One - way analysis of variance with repeated measures และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Tukey ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติดังกล่าว ถ้าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นจะเปลี่ยนมาใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Friedman test และผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ข้อมูลส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง อายุ 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 15 คน และข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วย ส่วนสูง (cm) และน้ำหนัก (kg) ประสบการณ์การเล่นโยโด (ปี) และระดับการแข่งขันสูงสุด

กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงทั้งหมด 15 คน มีน้ำหนักเฉลี่ย 51.93 กิโลกรัม (SD=6.01) ส่วนสูงเฉลี่ย 159.26 เซนติเมตร (SD=4.51) ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.45 (SD=2.15) ประสบการณ์การเล่นโยโดเฉลี่ย 4.40 ปี (SD=1.18) และระดับการแข่งขัน รายการกีฬานักเรียน นักศึกษาจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) และรายการกีฬาเยาวชนแห่งชาติจำนวน 10 คน (ร้อยละ 66.67)

1.2 อัตราการเต้นของหัวใจ คะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.60 ครั้งต่อนาที ($SD=4.13$) และขณะออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 169.95 ครั้งต่อนาที ($SD=7.08$) คะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายระหว่างการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.60 ($SD=2.16$)

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ ความสามารถในการย่นกระโดดไกล และความสามารถของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด และด้านมิติสัมพันธ์ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1 ความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ

ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Tukey พบว่า ความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 ความสามารถในการย่นกระโดดไกล

ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถในการย่นกระโดดไกล ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Tukey พบว่า ความสามารถในการย่นกระโดดไกล ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 ความสามารถของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด

ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Tukey พบว่า ความสามารถของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.4 ความสามารถของสมองด้านมิติสัมพันธ์

ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของความสามารถของสมองด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Tukey พบว่า ความสามารถของสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาและการเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง ต่อพลังกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ของนักกีฬาโยโดระดับเยาวชนหญิง พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงทั้งหมด 15 คน มีน้ำหนักเฉลี่ย 51.93 กิโลกรัม (SD=6.01) ส่วนสูงเฉลี่ย 159.26 เซนติเมตร (SD=4.51) ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.45 (SD=2.15) ประสบการณ์การเล่นโยโดเฉลี่ย 4.40 ปี (SD=1.18) และระดับการแข่งขันรายการกีฬานักเรียนนักศึกษาจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) และรายการกีฬาเยาวชนแห่งชาติจำนวน 10 คน (ร้อยละ 66.67) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.60 ครั้งต่อนาที (SD=4.13) และขณะออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 169.95 ครั้งต่อนาที (SD=7.08) คะแนนการรับรู้การออกกำลังกายของร่างกายระหว่างการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.60 (SD=2.16) ซึ่ง Riebe et al (2018, 143-179) ได้อธิบายไว้ว่าการออกกำลังกายที่มีความหนักระดับปานกลาง อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมายต้องอยู่ระหว่าง ร้อยละ 64 -76 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ในขณะออกกำลังกายระบบประสาทเกิดการเพิ่มการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติซิมพาเทติกและลดการทำงานของเส้นประสาททวารกัส (Vagal discharge) ส่งผลให้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ปริมาตรเลือดที่ถูกสูบฉีดออกจากหัวใจในการบีบตัวหนึ่งครั้ง (Stroke volume) เพิ่มขึ้น และกล้ามเนื้อหัวใจหดตัวแรงและเร็วขึ้น (Cardiodeceleration) ทำให้เลือดสูบฉีดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อที่กำลังหดตัวเพิ่มมากขึ้น การกระตุ้นการเร่งการเต้นของหัวใจเป็นผลมาจากในขณะออกกำลังกายในระดับเบาจะเป็นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก รวมทั้งการทำงานร่วมกันของทั้งระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติกและระบบประสาทซิมพาเทติกในขณะออกกำลังกายที่มีความหนักปานกลาง (Shephard, 1987, pp. 991-992) จากผลการศึกษาสามารถอภิปรายผลการวิจัย โดยแยกเป็นรายด้าน ดังนี้

1. พลังกล้ามเนื้อ

ผลของการทดสอบความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวความสามารถในการทุ่มบอลเหนือศีรษะ และความสามารถในการยืนกระโดดไกล ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งโปรแกรมการฝึกกีฬาที่เฉพาะเจาะจงสำหรับฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสำหรับนักกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้โดยเฉพาะกีฬาศิลปะการต่อสู้นั้นมีลักษณะเด่น คือ การเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและพลังระเบิด (James et al., 2016, pp. 1525-1551) ในช่วงการแข่งขันยก 3-5 นาที่ พักระหว่างยก 1 นาที่ (La Bounty et al., 2011, pp. 56-67) ดังนั้นกีฬาศิลปะการต่อสู้เป็นกีฬาที่การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาขั้นสูงที่ค่อนข้างซับซ้อน โดยเฉพาะสมรรถภาพทางกาย เช่น ความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว รวมทั้งความอดทนของกล้ามเนื้อ และกลไกการเผาผลาญพลังงาน ทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนที่เกิดขึ้นทั้งในขณะฝึกซ้อมและทำการแข่งขัน (James et al., 2016, pp. 1525-1551) เป็นชนิดกีฬาที่ต้องมีการผสมผสานกันระหว่างการปรับตัวทางสรีรวิทยาขั้นสูงดังกล่าวร่วมกับเทคนิคการต่อสู้ที่แตกต่างกัน (James et al., 2017a, pp. 296-301) ดังนั้นนักกีฬาจะต้องมีประสบการณ์การฝึกที่ค่อนข้างสูงเกี่ยวกับความแข็งแรง กำลังของกล้ามเนื้อ ความเร็ว พลังแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน โดยเฉพาะขณะทำการแข่งขันที่มีระดับความหนักสูงสุด 3-5 ยก (James et al., 2016, pp. 1525-1551) จากการศึกษาของ Tack (2013, pp. 79-92) พบว่า การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) เป็นวิธีการฝึกที่เหมาะสมเพิ่มกลไกการเผาผลาญพลังงานแบบใช้ออกซิเจนในนักกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้ นอกจากนั้นยังพบว่า การฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรง กำลังของกล้ามเนื้อ และการฝึกแบบผสมผสาน หรือที่เรียกว่าการฝึกกีฬาศิลปะการต่อสู้แบบเฉพาะเจาะจงเป็นการฝึกที่สามารถเพิ่มพลัง และความเร็วของนักกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้ได้ (James et al., 2017b, pp. 612-620; James et al., 2018, pp. 1494-1505) รวมทั้งการศึกษาของ Ioannis et al. (2018, pp. 348-358) ที่พบว่านักกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้กลุ่มที่ได้รับการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หลังการฝึกมีพลังของกล้ามเนื้อ ทั้งร่างกายส่วนบนและส่วนล่างเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีพลังในการกระโดดในท่า Countermovement jump เพิ่มขึ้นร้อยละ 6-7 และพลังในการทุ่มบอลเหนือศีรษะเพิ่มขึ้น ร้อยละ 6-11 ซึ่งคล้ายกับผลการศึกษาในนักกีฬาพายเรือ (MacInnis & Gibala, 2017, pp. 2915-2930) ที่พบว่าหลักการฝึกด้วยความหนักสูงสุดนักกีฬาพายเรือมีพลังของกล้ามเนื้อทั้งร่างกายส่วนบนและส่วนล่างเพิ่มขึ้น (Kendall & Fukuda, 2011, pp. 80-85) ในขณะที่การศึกษาของ Hawley (2008, pp. 1-2) ที่พบว่า มีความสัมพันธ์ของตัวแปรที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของนักกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้ระหว่างก่อน การฝึกกับหลังการฝึก เช่น นักกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้มีประสิทธิภาพของการเผาผลาญพลังงานแบบใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นตัวแปรที่บ่งบอกว่านักกีฬาจะมีแนวโน้มลดลงทั้งความแข็งแรงและพลังของ

กล้ามเนื้อ จากหลักฐานที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อไม่สามารถพัฒนาได้ในระดับเดียวกันเมื่อมีการฝึกแบบการเผาผลาญพลังงานแบบใช้ออกซิเจนพร้อมกันเปรียบเทียบกับ การฝึกแบบการเผาผลาญพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Ioannis et al. (2018, pp. 348-358) ที่พบว่า นักกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้ที่เข้ารับการฝึกมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำของการเผาผลาญพลังงานแบบใช้ออกซิเจน ในขณะที่ความสามารถด้านอื่นๆเพิ่มขึ้นมาก ซึ่งเห็นได้ จากก่อนการฝึกนักกีฬามีความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อมากกว่าหลังการฝึก ซึ่งผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าการตอบสนองส่วนบุคคลของนักกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้ต่อการฝึกแบบการเผาผลาญพลังงานแบบใช้ออกซิเจนร่วมกับการฝึกความแข็งแรงพร้อมกันนี้อาจขึ้นอยู่กับระดับความอดทนและความแข็งแรงของนักกีฬาในขณะก่อนการฝึกด้วย ดังนั้นผู้ฝึกสอนชนิดกีฬานี้ควรที่จะเตรียมความพร้อมให้นักกีฬา และปรับกลวิธีการฝึกให้เหมาะสมกับสมรรถภาพที่ทดสอบก่อนการฝึกของแต่ละบุคคลด้วย

2. ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด

ผลของการทดสอบความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวการยืดหยุ่นทางความคิดสามารถทดสอบได้ด้วยหลายวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งหนึ่งในวิธีที่นิยมมากที่สุดคือความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน ในการศึกษาปัจจุบัน พบว่า ความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ เป็นเพราะโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยกีฬายูโดแบบเฉพาะเจาะจงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นโปรแกรมการฝึกกีฬายูโดประเภทต่อสู้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องมีความสามารถทางสมอง ในการเรียนรู้โดะนั้นเป็นการต่อสู้ที่ต้องใช้ความตั้งใจอย่างมาก ในแต่ละการตัดสินใจสามารถส่งผลแพ้-ชนะได้ทันที ดังนั้นการจะทำอะไรต้องคิดไตร่ตรอง มีสมาธิ และคอยสังเกตสถานการณ์ที่เป็นอยู่ เพื่อให้เกิดการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าจากการเสียเปรียบกลายมาเป็น ได้เปรียบคู่ต่อสู้อีกครั้ง สมองส่วนที่เรียกว่าฮิปโปแคมปัสมีความสำคัญอย่างมากต่อความรู้ความเข้าใจและอารมณ์ ซึ่งลักษณะเด่นของสมองส่วนนี้คือความสามารถในการสร้างเซลล์ประสาทของมนุษย์ กระบวนการที่เซลล์ประสาทใหม่ถูกสร้างขึ้นอย่างต่อเนื่องในสมองส่วน Gyrus ซึ่งจะพัฒนาเป็นเซลล์ประสาทที่โตเต็มที่และทำงานร่วมกับวงจรประสาทที่มีอยู่ (Taupin & Gage., 2002, pp. 745–749) ซึ่งในมนุษย์วัยกลางคนเซลล์ประสาทนี้จะถูกสร้างขึ้นใหม่ทุกวัน ประมาณวันละ 700 เซลล์ (Spalding et al., 2013, pp. 1219–1227) จากการถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองพบว่าความสามารถทางสมองด้านความยืดหยุ่นทางความคิดส่วนใหญ่จะมาจากการทำงานของสมองส่วนที่เรียกว่า Prefrontal cortex (PFC) (103) เพราะการยืดหยุ่นทางความคิดคือความสามารถในการปรับพฤติกรรมของมนุษย์ให้เหมาะสมตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง (Armbruster et al., 2012, pp. 2385–2399) การยืดหยุ่นทางความคิดจะช่วยให้แต่ละบุคคลสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับงานที่เคยทำ

ก่อนหน้านี้ รวมทั้งเตรียมพร้อมในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่จะเกิดขึ้นใหม่ และเลือกใช้ชุดการตอบสนองใหม่ให้เหมาะสมกับงานที่กำลังทำ บุคคลที่มีการยืดหยุ่นทางความคิดที่มากขึ้นล้วนส่งผลบวกตลอดช่วงชีวิตของมนุษย์ เช่น ถ้าเกิดขึ้นในวัยเด็กจะมีความสามารถในการอ่านดีขึ้น มีการศึกษาที่ผ่านมาที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายโดยทั่วไปและสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Singh et al., 2019, pp. 640–647) ซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิชาการเกี่ยวกับการทำงานของสมองที่สลับซับซ้อนกับทักษะการเคลื่อนไหวของวัยรุ่น (van der Fels et al., 2015, pp. 697–703) เช่นเดียวกับบางการศึกษาได้ประยุกต์การใช้กิจกรรมทางกายกับกิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางสมองให้กับเด็กก่อนวัยเรียน (Zeng et al., 2017, pp. 1-13) ดังนั้นการส่งเสริมกิจกรรมการออกกำลังกายจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กและวัยรุ่น (Timmons et al., 2007, pp. S122–S134; World Health Organization, 2010, pp. 3-54) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า นักกีฬาชั้นนำมีความสามารถทางสมองหรือความฉลาดทางการกีฬา เช่น ความสามารถในการควบคุมความคิดและพฤติกรรม (Inhibition) ความจำในการทำงาน (Working memory) ความยืดหยุ่นทางความคิด (Mental flexibility) ความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem-solving) ความสามารถในการวางแผน (Planning) ความสามารถในการตัดสินใจ (Decision-making) เวลาในการตอบสนอง (Reaction time) และความสามารถในการหมุนภาพในใจ (Mental rotation ability) ที่ดีกว่านักกีฬาสมัครเล่นและประชาชนทั่วไป (Jacobson & Matthaeus., 2014, pp. 521-527; Lundgren et al., 2016, pp. 324-335) สอดคล้องกับการศึกษาของ Vestberg et al. (2012, pp. 521-527; Vestberg et al., 2017, pp. 521-527) พบว่าความสามารถในการทำงานของสมองในส่วนของความยืดหยุ่นทางความคิดและความจำในการทำงานมีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการกีฬา และงานวิจัยหลายเรื่อง ได้ระบุถึงความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการกีฬาในกีฬาหลายประเภท เช่น ฟุตบอล, เทนนิส, วอลเลย์บอล, มาราธอน, ฟันดาบ, ฮอกกี้น้ำแข็ง และเทเบิลเทนนิส (Wang et al., 2016, pp. 521-527)

การยืดหยุ่นทางความคิดเป็นหนึ่งในความสามารถทางสมองที่สามารถพัฒนาได้ตั้งแต่วัยแรกเกิดจนโตเป็นผู้ใหญ่ (Fernandez-Baizan et al., 2021, pp. 171–193) ซึ่งความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1970s เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดในการนำมาประเมินการยืดหยุ่นทางความคิด (Shepard & Metzler, 1971, pp. 701–703; Vandenberg & Kuse, 1978, pp. 599–604) ภายใต้สถานการณ์ที่หลากหลาย เช่น ความหลากหลายในการกระตุ้นมุมที่ใช้หมุน จำนวนของการกระตุ้น และการจำกัดของเวลา (Quaiser-Pohl, 2003, pp. 219–231; Voyer & Hou, 2006, pp. 91–100) ความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันมีทั้งแบบประเมินของกลุ่มอายุที่ต่างกัน และเฉพาะเจาะจงกับนักกีฬานั้น ๆ (Russeler et al., 2006,

pp. 497–512; Jansen & Heil, 2010, pp. 66–74) นอกจากนั้นจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันไม่มีความแตกต่างในนักกีฬายิมนาสติก แต่กลับพบว่านักกีฬายิมนาสติกและนักกีฬามวยปล้ำ หรือนักกีฬาที่ต้องใช้การยืดหยุ่นทางความคิดมีความเร็วในการหมุนภาพในใจดีกว่าบุคคลที่ไม่ใช่ นักกีฬาหรือกีฬาที่ไม่ต้องมีทักษะการหมุนภาพในใจ เช่น นักกรีฑา (Moreau et al., 2021, pp. 83–88; Jansen & Lehmann, 2013, pp. 92–98) บางการศึกษายืนยันว่าการทดสอบส่งผลให้นักกีฬามีการยืดหยุ่นทางความคิดเพิ่มมากขึ้น (Pietsch & Jansen, 2018, pp. 1-8) ถึงแม้ว่าจะเป็น การทดสอบที่ค่อนข้างแตกต่างกันก็ตาม เช่น รูปภาพ 3-D รูปภาพสัตว์ต่าง หรือพยัญชนะ แต่ทุกการทดสอบตั้งแต่ 12-16 ตัวเลือกส่วนมากจะใช้เวลาเพียง 2-3 นาที แต่ในทางตรงกันข้ามมีการศึกษาของ Jansen et al. (2011, pp. 18–22) ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันเมื่อเปรียบเทียบกับ การฝึกหลายชนิด กีฬาที่มีการทดสอบด้วยการออกแบบรูปภาพเพียงภาพเดียว เช่น รูปภาพ 3-D ในขณะที่บาง การศึกษา พบว่า การทดสอบการออกแบบรูปภาพ 432 ภาพใช้เวลาประมาณ 50 นาทีเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามการกระตุ้นให้นักกีฬาที่ได้รับการฝึกการยืดหยุ่นทางความคิดให้มีการตอบสนอง ที่ถูกต้องให้เร็วขึ้นจะต้องกระตุ้นด้วยคำว่า เร็วๆ หรือคำว่าให้แม่นยำกว่านี้ ดังนั้น วิธีการศึกษาของ Jansen et al. (2011, pp. 18–22) ร่วมกับการกระตุ้นให้มีการตอบสนองที่รวดเร็วอาจจะได้เฉพาะ ความรวดเร็วมากกว่าความแม่นยำ นอกจากนั้นยังมีการศึกษาที่ศึกษาความแตกต่างของความสามารถ ในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันที่เปรียบเทียบระหว่างช่วงอายุ ระหว่าง เด็ก ผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ (Iachini et al., 2019, pp. 1–10) พบว่า เด็กในช่วงอายุเฉลี่ย 7.7–10.6 ปี มีความเร็วใน ความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันดีกว่าทั้งผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ ในการศึกษาปัจจุบัน ใช้เวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ ซึ่งตรงข้ามกับการศึกษาของ Jansen et al. (2011, pp. 18–22) ที่ใช้เวลา 13 สัปดาห์ และคล้ายกับการศึกษาที่ผ่านมาที่ยืนยันว่าการศึกษากลับการฝึกการยืดหยุ่น ทางความคิดควรใช้ระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 10 สัปดาห์ แต่มีบางการศึกษาที่รายงานว่า การฝึกความ ยืดหยุ่นทางความคิดถ้าใช้ระยะเวลานานเกินไปอาจไม่ส่งผลต่อความเร็วในความสามารถในการออกแบบ รูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน (Pietsch et al., 2017, pp. 176–180)

3. ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

ผลของการทดสอบความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นหนึ่งในหน้าที่การทำงานของสมองที่สลับซับซ้อนที่เริ่มเกิดขึ้นเมื่อมนุษย์เริ่มมีการเรียนรู้ (Fernandez-Baizan et al., 2021, pp. 171–193) ไปตลอดทุกช่วงของการดำเนินชีวิตที่จะต้อง มีขั้นตอนการพัฒนาการทางสมองที่หลากหลาย (Newcombe, 2019, pp. 1-11) โดยเฉพาะ ความสามารถของสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่สัมพันธ์กับช่วงอายุเป็นสิ่งยืนยันว่าสมองของคน ๆ นั้นมีการ เจริญเติบโตที่ปกติ (Leplow et al., 2003, pp. 299–317) ในการศึกษาปัจจุบัน พบว่า ความสามารถ

ของสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Tomprowski et al., 2008, pp. 111-131) คือ การวางแผน การแก้ปัญหา การพลิกวิกฤติจากการเสียเปรียบให้เป็นโอกาสได้เปรียบคู่ต่อสู้ โดยจะเกิดในลักษณะการทุ่มคู่ต่อสู้ เช่น ทักษะการทุ่มท่า เซโออิ นาเง (Seoi Nage) ซึ่งในช่วงการจับคู่แล้วดึงกระชากคู่ต่อสู้ให้เสียการทรงตัว ในการกระทำนี้ต้องวางแผนให้ดี หลังจากกระชากคู่ต่อสู้ให้เสียการทรงตัวได้แล้ว จะเข้ามาสู่ช่วงที่ 2 คือการใช้ท่าหน้า หรือที่เรียกว่าท่าหลอก เพื่อให้คู่ต่อสู้เกิดความสับสน หลังจากนั้นจะรีบใช้ทักษะการทุ่มท่า เซโออิ นาเง (Seoi Nage) อย่างรวดเร็วเพื่อทุ่มคู่ต่อสู้ให้หลังลงสู่พื้น (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2561, น. 14) ทักษะการทุ่มดังกล่าวล้วนเป็นความสามารถทางสมองที่ประมวผลและสั่งการได้อย่างรวดเร็ว (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา, 2563, น. 37) สอดคล้องกับ Korobeynikov et al. (2023, pp. 84–90) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่ทางปัญญาและความสามารถในการทำงานพิเศษของนักมวยชั้นยอด โดยการทดสอบการชกเป็นเวลา 8 วินาที ด้วยความเร็วสูงสุด ศึกษาฟังก์ชันการรับรู้ (ความฉลาดทางวาจาและอวัจนภาษาและความจำคำ) ทำการทดสอบในนักมวยชั้นยอด 26 คน อายุระหว่าง 18-24 ปี ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มนักมวยที่มีระดับความสามารถพิเศษความแตกต่างในแง่ของความแม่นยำและประสิทธิภาพเมื่อทำงานด้านความรู้ความเข้าใจต่อสิ่งเร้า ความเร็วในการรับรู้ภาพ การคิดเชิงปฏิบัติการและเชิงตรรกะ ในเวลาเดียวกันค่าเวลาแฝงในการตัดสินใจที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินอกจากนั้นจากการศึกษา Moreau et al. (2021, pp. 83-88) ได้ศึกษาผลของการเคลื่อนไหวของร่างกายที่มีต่อความสามารถในการทดสอบด้วยการหมุนภาพ (Enhancing spatial ability through sport practice; Evidence for an effect of motor training on mental rotation performance) โดยการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการหมุนภาพกับการฝึกฝนการออกกำลังกาย โดยการสุ่มผู้เข้าร่วม คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 62 คน แบ่งเป็นกลุ่มมวยปล้ำชาย 18 คน และหญิง 13 คน โดยมีอายุเฉลี่ย 20.6 ปี ส่วนกลุ่มวิ่งเป็นชาย 18 คน และหญิง 13 คน โดยมีอายุเฉลี่ย 20.9 ปี โดยการทดสอบด้วยการหมุนภาพในใจ (Mental rotation test) พบว่า การหมุนภาพของทั้งสองกลุ่มก่อนการฝึกฝนไม่แตกต่างกัน แต่หลังการฝึกฝน 10 เดือน พบว่ากลุ่มมวยปล้ำทำได้ดีกว่ากลุ่มวิ่ง นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มผู้ชายมีคะแนนดีกว่ากลุ่มผู้หญิง

Mann et al. (2007, pp. 457-478) ได้กล่าวไว้ว่า ในบริบทของการกีฬานั้น นักกีฬาจะแสดงความสามารถทางการกีฬาที่มีประสิทธิภาพได้นั้น จะอยู่ภายใต้กระบวนการทำงานทางความคิดที่ซับซ้อน (Complex mental processes) นักกีฬาที่มีความสามารถโดดเด่น สามารถจำแนกได้ด้วยระดับความสามารถทางสมองที่เป็นเลิศ เช่น ความตั้งใจ ความสามารถในการจัดการทางความคิดและการกระทำ และความสามารถเชิงมิติสัมพันธ์ (Alves et al., 2013, p. 36; Voss et al., 2010,

pp. 812-826) สอดคล้องกับวิธีการศึกษาของ Bianco et al. (2017b, pp. 260–268) ได้ทำการศึกษาการควบคุมการกระทำเชิงรุกและเชิงรับที่แตกต่างกันของสมองในนักฟันดาบและนักมวย เป้าหมายของการศึกษาคั้งนี้คือการตรวจสอบว่าการฝึกกีฬาเฉพาะอย่างอาจส่งผลกระทบต่อขั้นตอนการเตรียมการ การรับรู้ การกระทำของการประมวลผลระหว่างงานที่ใช้ในการมองเห็น ซึ่งต้องการการแยกแยะด้วยการรับรู้และการตอบสนองที่รวดเร็ว กลุ่มตัวอย่าง 39 คน (กลุ่มนักฟันดาบ กลุ่มนักมวยและกลุ่มควบคุม แบ่งเป็นกลุ่มละ 13 คน) ทำการทดสอบศักยภาพที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ (ERPs) ผลการวิจัยพบว่า นักกีฬามีเร็วกว่ากลุ่มควบคุมในขณะที่นักฟันดาบ มีความแม่นยำมากกว่านักมวย การวิเคราะห์ศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ พบว่าการเตรียมมอเตอร์ที่มีศักยภาพความพร้อมเพิ่มขึ้นในนักกีฬามากกว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับการศึกษาของ Lesiakowski et al. (2013, pp. 141-144) ได้ทำการศึกษาการทำงานของสมองในส่วนของการมีสมาธิในการมองเห็นในนักมวยสากลสมัครเล่น 15 คน (ชาย 10 คนและหญิง 5 คน) กลุ่มควบคุมรวมเป็นนักเรียน 15 คนที่ไม่ได้เล่นกีฬา ทั้งสองกลุ่มมีลักษณะเหมือนกันทั้งในด้านอายุและเพศ ทำการทดสอบวัดความแตกต่างของการรับรู้ระยะและทิศทางของสัญญาณที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง ตัวแปรหลักที่คำนวณ ได้แก่ จำนวนที่ถูกต้อง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างนักมวยและกลุ่มควบคุม ซึ่งในระหว่างการเจริญเติบโตในวัยเด็กจะเพิ่มการเรียนรู้มากขึ้นโดยเริ่มต้นจากการค้นหา การเข้าใจ และการมีปฏิสัมพันธ์ต่อสิ่งแวดล้อมรอบข้าง สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นข้อมูลการรับรู้เชิงมิติสัมพันธ์และความรู้ จนอายุประมาณ 4 ขวบ ความสามารถด้านการหมุนภาพในใจจะเริ่มชัดเจนขึ้น (Frick et al., 2013, pp. 117–127) ความสามารถนี้จะพัฒนาต่อเนื่องไปจนถึงวัยเด็กตอนปลาย (Farran et al., 2019, pp. 1-16; Newcombe, 2019, pp. 1-11) และจะเริ่มคงที่เมื่อเข้าสู่ช่วงวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ ประสิทธิภาพด้านมิติสัมพันธ์จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับพัฒนาไปเป็นความสามารถทางสมอง และจะเริ่มเสื่อมสภาพลงเมื่อเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ (Head and Isom, 2010, pp. 49–58) เช่นเดียวกับการศึกษาของ จริญญา สีพาสแล้ว (2562, น. 145-146) ได้ศึกษาการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายโดยการเล่นหมากเก็บแบบประยุกต์ โดยเปรียบเทียบผลการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของกลุ่มรับการเล่นหมากเก็บแบบประยุกต์กับกลุ่มที่ไม่ได้รับการเล่นหมากเก็บแบบประยุกต์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบและเวลาปฏิกิริยา ความสูงและความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย เพศชายและเพศหญิง อายุ 10-12 ปี จำนวน 60 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า การเล่นหมากเก็บ

แบบประยุกต์สามารถเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้ ซึ่งความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ล้วนมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ในแต่ละวันตลอดช่วง วงจรของชีวิต โดยบุคคลที่มีความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่ดีจะนำไปสู่มีการวางแผนและ การแก้ปัญหา ทักษะการวิเคราะห์ การจดจำ การรับรู้ความสัมพันธ์ของวัตถุที่สัมพันธ์กัน รวมทั้ง การแก้ปัญหาหรือการวิเคราะห์และการเข้าใจข้อมูลเชิงมิติสัมพันธ์ที่ดี (Fernandez-Baizan et al., 2019, pp. 171–193) นอกจากนี้บุคคลที่มีความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่ดีจะเป็นบุคคล ที่ประสบความสำเร็จในชีวิตด้วย (Fernandez-Baizan et al., 2021, pp. 171–193)

สรุป

การศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า การฝึกโดยใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบ เฉพาะเจาะจงช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและ ด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งกุญแจสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการกีฬาควบคู่ไปกับปัจจัยสำคัญ อื่น ๆ เช่น ทักษะเฉพาะกีฬา แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างในชนิดกีฬาประเภท ศิลปะการต่อสู้อื่น ๆ เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกกีฬาที่เฉพาะเจาะจงสำหรับนักกีฬา ประเภทศิลปะการต่อสู้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้ผลจากการวิจัย

1.1 ครูพลศึกษา ผู้ฝึกสอน นักวิทยาศาสตร์การกีฬา หรือผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปปรับใช้ ในการเรียนการสอนให้เป็นประโยชน์มากที่สุดและเป็นแนวทางในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬา

1.2 นักวิจัยและผู้สนใจด้านงานวิจัย และหน่วยงานหรือองค์กรด้านวิจัยสามารถ นำผลการวิจัยไปพัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อจัดกระบวนการบริหารจัดการงานวิจัยให้มีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและ ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬา และควรมี การทดลองกับกีฬาชนิดอื่นๆ

2.2 ควรมีการศึกษาระยะยาวของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงให้ครอบคลุมความหนักของการออกกำลังกายทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับความหนักต่ำ ระดับความหนักปานกลาง และระดับความหนักสูงสุดต่อการพัฒนาพลังงานกล้ามเนื้อ และความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์

2.3 ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ รวมทั้งมีกลุ่มควบคุม และกลุ่มเปรียบเทียบเพื่อดูประสิทธิภาพของผลการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง

บรรณานุกรม

- กนกพล มณีบุษย์. (2547). การฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อขา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กนกวรรณ ศรีสุภกรกุล. (2563). การเพิ่มสมรรถนะการเคลื่อนไหว จากหลักการสู่แนวปฏิบัติ. พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กรมพลศึกษา. (2538). การออกกำลังกายและการกีฬาเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2560). คู่มือการออกกำลังกายบำบัดทางการกีฬา. กรุงเทพฯ: ชัน แพคเกจจิง.
- _____. (2562). แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19-59 ปี. กรุงเทพฯ: สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.
- _____. (2563). รายงานการวิจัยเรื่อง ความฉลาดทางการกีฬา บทบาทของความสามารถทางสมองที่มีต่อความสำเร็จทางการกีฬาในนักกีฬาเยาวชนไทย. กรุงเทพฯ: บริษัท ฟูลฟิลแมนเนจเม้นท์ จำกัด.
- _____. (2565). คู่มือการทดสอบความสามารถทางสมอง. กรุงเทพฯ: สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.
- _____. (2565). เอกสารงานทดสอบสมรรถภาพทางกาย. กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ.
- ภุชงค์ เข้าวพานิช. (2561). ผลการฝึกยูโดควบคู่กับการฝึกโดยใช้เมดิซีนบอลและการฝึกยูโดควบคู่กับการฝึกโดยใช้แรงต้านที่มีต่อความสามารถในการทุ่มของนักกีฬายูโด. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภษิตศ วงษ์ลิขิตธรรม. (2557). สุขภาพแข็งแรงแบบญี่ปุ่น: การส่งเสริมกายบริหารประกอบดนตรี (Radio Taiso) ของญี่ปุ่นในอินโดนีเซียช่วงสงครามมหาเอเชียบูรพา (ค.ศ. 1942-1945). วารสารประวัติศาสตร์ (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ), 11(7), 112-133.
- การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2564). แผนพัฒนาแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (2545-2549). กรุงเทพฯ: ไทยมิตรการพิมพ์.
- _____. (2565, 6 มิถุนายน). ตรวจสอบข้อมูลนักกีฬา. สืบค้นจาก <https://bit.ly/453BNxM>.
- จรวยพร ธรณินทร์. (2542). การเสริมสร้างสุขภาพคนยุคใหม่. กรุงเทพฯ: เอส พี เอฟ พรินต์ติ้งกรุ๊ป.
- จริญญา สีพาแลว. (2562). การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายโดยการเล่นหมากเก็บแบบประยุกต์. (ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

- จักรกฤษณ์ พิเดช. (2561). ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อส่วนบนในนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนชาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- จารุณี ศรีทองมู. (2550). ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของประชาชนที่มาออกกำลังกายที่สวนลุมพินี กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิราภรณ์ ศิริประเสริฐ. (2543). ทักษะและเทคนิคการสอนพลศึกษาในระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เจริญ กระบวนรัตน์. (2557). หลักการและเทคนิคการฝึกกรีฑา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจษฎา เขียรนัย. (2530). โค้ช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ฉกาจ ผ่องอักษร. (2564). ข้อเสนอแนะการออกกำลังกายในผู้เป็นโรคเบาหวาน. นนทบุรี: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ฉัตรทิราภรณ์ โลหพันธ์วงศ์ วนิดา พันธะสะอาด นฤมล นันทพล และจันทร์หอม กันทะสอน. (2551). คู่มือวิทยาการแอโรบิกมวยไทย. กรุงเทพฯ: ออฟเซ็ท ครีเอชั่น จำกัด.
- เอก ชนะสิริ. (2544). อยู่อย่างไรให้เกินร้อยปี. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เมดิคัล มีเดีย.
- ชาญชัย ขอบธรรมสกุล. (2556). กีฬาเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพลานามัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปลัดวิวัฒน์. (2536). สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ธรรมกลการพิมพ์.
- ถนอมวงศ์ ฤกษ์พันธ์. (2553). สร้างเด็กไทยให้เต็มศักยภาพด้วยการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- ถนอมศักดิ์ เสนาคำ. (2558). การพยากรณ์สมรรถนะของการพายเรือมังกรประเภทสปรีนท์. วารสารคณะพลศึกษา, 18(1), 69-78.
- ไถ่อ่อน ชินเนต. (2533). หลักกว้าง ๆ ในการฝึกการใช้พลังงานในเวลาสั้น ๆ. จุลสารฝ่ายวิชาการ คณะกรรมการโอลิมปิกแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล. (2552). หลักวิทยาศาสตร์ในการฝึกกีฬา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทพล โรจนโกศล. (2552). พุทธประสาทจริยศาสตร์กับภาวะพร่องทางสมอง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สหธรรมมิก.
- นนทixa ถาวรไพบูลย์บุตร. (2552). กรอบอ้างอิงการรับรู้ทางสายตา. บทความพิเศษ, 17(3), 25-29.

- บันเทิง เกิดปรางค์. (2541). *การเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- บุญเจริญ ลีธีระ. (2542). *ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความสามารถในการทุ่มของนักกีฬา 유도*. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประณต คำนิม. (2549). *เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาจิตวิทยาวัยรุ่น*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรัชญา สภาพงศ์. (2548). *ผลการฝึกพลัยโอเมตริกและฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อกำลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นในกีฬาบอลเลย์บอล*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปริญญา ดาสา. (2544). *พฤติกรรมการออกกำลังกายและการรับรู้อุปสรรตต่อการออกกำลังกายของอาจารย์สตรี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. (วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปรียา เกตุทัต. (2537). *พัฒนาการทางอารมณ์และสังคมของวัยรุ่น*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พาสนา ผโลศิลป์. (2535). *การสำรวจปัญหาการปรับตัวในเด็กวัยรุ่นกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ภูมิจันทร์. (2535). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พิงพิศ จักรปิง. (2539). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชาจิตวิทยาและการแนะแนวเด็กวัยรุ่น*. เชียงใหม่: อักษรคอมส์พรินท์.
- ไพรวลัย ตันลาพุด. (2530). *พลศึกษาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพวัน เพลิดพราว. (2563). *ผลของการฝึกด้วยดัมเบลที่มีผลต่อการพัฒนากล้ามเนื้อแขนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. งานประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 12 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม 9-10 กรกฎาคม 2563* (น. 3414). นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ไพศาล จันทรพิทักษ์. (2565, 10 มิถุนายน). “FITNESS” กับการออกกำลังกาย. สืบค้นจาก <https://bit.ly/45anQhE>.
- ภิญโญ สำนวน. (2564). *ผลของโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านโดยใช้ถุงทรายที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อในนักกีฬา 유도*. *วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ*, 47(1), 102.
- มารุต พัฒนาผล. (ม.ป.ป.). *เอกสารประกอบการเรียนรู้ รายวิชาการโค้ชเพื่อการรู้คิด*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ราศรี ธรรมนิม. (2525). *จิตวิทยาพัฒนาการฉบับสมบูรณ์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: หอรัตนชัยการพิมพ์.

- โรงพยาบาลศิริราช ปิยมหาราช. (2565, 18 มิถุนายน). *ออกกำลังกายให้ได้ผลด้วย Max Heart Rate (MHR)*. สืบค้นจาก <https://bit.ly/3YmlBW0>.
- วรศักดิ์ เพียรชอบ. (2548). *รวมบทความเกี่ยวกับปรัชญา หลักการ วิธีสอน และการวัดเพื่อประเมินผลทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชุดา คงสุทธิ. (2545). *ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเมดิซีนบอลและหนังยางที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อส่วนบน และความเร็วในการว่ายน้ำ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร และอารี ปรมัตถากร. (2542). *วิทยาศาสตร์การกีฬา*. กรุงเทพฯ: บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- ศรีเรือน แก้วกังวาน. (2540). *วัยรุ่นไทยภาพสะท้อนจากมุมหนึ่ง*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ศิริพร วิโรภาส. (2563). *ผลการฝึกด้วยแรงต้านที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬายูโด*. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ*, 2(2), 71-72
- ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์. (2539). *สมรรถภาพทางกายและทางการกีฬา*. กรุงเทพฯ : โรงเรียนกีฬาเวชศาสตร์ภาควิชาอโรปีติกส์และกายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.
- _____. (2561). *สมรรถภาพทางกายและทางการกีฬา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปีติกส์และกายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศุภนิธิ ขำพรหมราช. (2560). *การพัฒนาโปรแกรมออกกำลังกายเพื่อลดไขมันโดยมีผู้ฝึกสอนส่วนตัว*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สนธยา สีละมาด. (2547). *หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2555). *หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2560). *หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สหชัย ชีวาล. (2560). *ผลของการฝึกความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อส่วนบนในนักกีฬายูโด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2565, 15 มิถุนายน). *กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา*. สืบค้นจาก <https://bit.ly/45gNph7>.
- สุชา จันทรเอง. (2525). *จิตวิทยาวัยรุ่น*. กรุงเทพฯ: แพร่วิทยา.
- สุชาติ โสมประยูร. (2542). *สุขศึกษาภาคปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: การศาสนา.

- สมชาย ลีทองอิน. (2550). *ผลของการใช้แผนปฏิบัติการจากเทคนิคเอไอซีต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มิตรนราการพิมพ์.
- อรุณ จีรวัดน์กุล. (2560). *ชีวะสถิติสำหรับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). ขอนแก่น: ภาควิชาสถิติและประชากรศาสตร์.
- Alloway, T. P. & Alloway, R. G. (2010). "Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment". *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(10), 20-29. DOI:10.1016/j.jecp.2009.11.003.
- Alves, H., Voss, M. W., Boot, W. R., Deslandes, A., Cossich, V., Salles, J. I., & Kramer, A. F. (2013). Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players. *Frontiers in psychology*, 4(36), 36. DOI:10.3389/fpsyg.2013.00036.
- Armbruster, D. J. N., Ueltzhöffer, K., Basten, U., & Fiebach, C. J. (2012). Prefrontal Cortical Mechanisms Underlying Individual Differences in Cognitive Flexibility and Stability. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(12), 2385–2399. DOI:10.1162/jocn_a_00286.
- Belling, P. K. & Ward, P. (2015). Time to start training: a review of cognitive research in sport and bridging the gap from academia to the field. *Procedia Manufacturing*, 3(5), 1219-1224. DOI:10.1016/j.promfg.2015.07.202.
- Bianco, V., Di Russo, F., Perri, RL., & Berchicci, M. (2017b). Different proactive and reactive action control in fencers' and boxers' brain. *Neuroscience*, 343(10), 260–268. DOI:10.1016/j.neuroscience.2016.12.006.
- Bird, C. M. & Burgess, N. (2019). The hippocampus and memory: Insights from spatial processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(3), 182-194. DOI:10.1038/nrn2335.
- Bluchel, M., Lehmann, J., Kellner, J., & Jansen, P. (2012). The improvement in mental rotation performance in primary school-aged children after a two-week motor-training. *Educational Psychology*, 33(1), 1-12. DOI:10.1080/01443410.2012.707612.
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization Training for Sports*. Champaign, Ill: Human Kinetics.
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.

- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., VanPatter, M., Voss, M. W., Pontifex, M. B., & Kramer, A. F. (2020). Basal ganglia volume is associated with aerobic fitness in preadolescent children. *Developmental Neuroscience*, 32(3), 249-256. DOI:10.1159/000316648.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. New York: Routledge.
- Colcombe, S. & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects of the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science: A Journal of American Psychological Society*, 14(2), 125-130. DOI:10.1111/1467-9280.t01-1-01430.
- Detanico, D., Pupo, J. D., & Graup, S. (2016). Vertical jump performance and isokinetic torque discriminate advanced and novice judo athletes. *Kinesiology*, 48(2), 223-228. DOI:10.26582/k.48.2.8.
- Dworetzky. (1985). *Child Psychology*. (4th ed). New York: Prentice-Hall.
- Farran, E. K., Bowler, A., Karmiloff-Smith, A., D'Souza, H., Mayall, L., & Hill, E. L. (2019). Cross-Domain associations between motor ability, independent exploration, and large-scale spatial navigation; attention deficit hyperactivity disorder, williams syndrome, and typical development. *Frontiers in human neuroscience*, 13(225), 1-16. DOI:10.3389/fnhum.2019.00225.
- Fernandez-Baizan, C., Arias, J. L., & Mendez, M. (2021). Spatial orientation assessment in preschool children: Egocentric and allocentric frameworks. *Applied Neuropsychology: Child*, 10(2), 171–193. DOI:10.1080/21622965.2019.1630278.
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2020). Physiological Profiles of elite judo athletes. *Sports Med*, 41(2), 147–166. DOI:10.2165/11538580-000000000-00000.
- Franchini, E., Sterkowicz, S., Meira, C. M., Gomes, F. R., & Tani, G. (2008). Technical variation in a sample of high level judo players. *Percept. Mot. Skills*, 106(3), 859–869. DOI:10.2466/pms.106.3.859-869.
- Frick, A., Ferrara, K., & Newcombe, N. S. (2013). Using a touch screen paradigm to assess the development of mental rotation between 3½ and 5½ years of age. *Cognitive Processing*, 14(2), 117–127. DOI:10.1007/s10339-012-0534-0.

- Gamble, P. (2012). *Training for Sport Speed and Agility: An Evidence-Based Approach*. New York: Routledge.
- Guilford, J. P. (2019). *The Nature of Human Intelligence*. New York : McGraw-Hill Book Co.
- Hawley, J. (2008). Specificity of training adaptation: time for a rethink?. *The Journal of Physiology*, 586(1), 1-2. DOI:10.1113/jphysiol.2007.147397.
- Head, D. & Isom, M. (2010). Age effects on wayfinding and route learning skills. *Behavioural brain research*, 209(1), 49–58. DOI:10.1016/j.bbr.2010.01.012.
- Hsieh, S. & Wu, M. (2021). “Electrophysiological correlates of preparation and implementation for diferent types of task shifts”. *Brain Research*, 1423(2), 41-52. DOI:10.1016/j.brainres.2011.09.018.
- Hurlock, E. B. (1974). *Personality Development*. New York: McGraw-Hill Book.
- Huijgen, B. C., Leemhuis, S., Kok, N. M., Verburch, L., Oosterlaan, J., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2015). Cognitive functions in elite and sub-elite youth soccer players aged 13 to 17 years. *PloS one*, 10(12), e0144580.
- Hillman, C. H., Snook, E. M., and Jerome, G. J. (2003). Acute cardiovascular exercise and executive control function. *Int. J. Psychophysiol*, 48(3), 307–314. DOI:10.1016/s0167-8760(03)00080-1.
- Iachini, T., Ruggiero, G., Bartolo, A., Rapuano, M., & Ruotolo, F. (2019). The Effect of Body-Related Stimuli on Mental Rotation in Children, Young and Elderly Adults. *SCIENTIFIC REPORTS*, 9(1), 1-10. DOI:10.1038/s41598-018-37729-7.
- Ionnais, N. K., Spyridon, M., Athanasios, T., Panagiotis, V., Gerasimos, T., & Gregory, C. B. (2018). The Effect of Short-Term Sport-Specific Strength and Conditioning Training on Physical Fitness of Well-Trained Mixed Martial Arts Athletes. *Sports Sci Med*, 17(3), 348-358.
- Jacobson, J., & Matthaeus, L. (2014). Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(5), 521-527.
- James, L. Beckman, E. Kelly, V., & Haff, G. (2017) The neuromuscular qualities of higher-and lower-level mixed-martial-arts competitors. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5), 612-620. DOI:10.1123/ijsp.2016-0373.

- James, L. Robertson, S. Haff, G. Beckman, E., & Kelly, V. (2017). Identifying the performance characteristics of a winning outcome in elite mixed martial arts competition. *Journal of science and medicine in sport*, 20(3), 296-301. DOI:10.1016/j.jsams.2016.08.001.
- James, L. P., Haff, G. G., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2016). Towards a determination of the physiological characteristics distinguishing successful mixed martial arts athletes: a systematic review of combat sport literature. *Sports Medicine*, 46(10), 1525-1551. DOI:10.1007/s40279-016-0493-1.
- James, L. P., Haff, G. G., Kelly, V. G., Connick, M., Hoffman, B., & Beckman, E. M. (2018). The impact of strength level on adaptations to combined weightlifting, plyometric and ballistic training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(5), 1494-1505. DOI:10.1111/sms.13045.
- Jansen, P., Titze, C., & Heil, M. (2009). The influence of Juggling on mental rotation performance. *International Journal of Sport Psychology*, 40(2), 351-359.
- Jansen, P. & Heil, M. (2010). The relation between motor development and mental rotation ability in 5-6 years old children. *Eur. J. Dev. Sci.* 4(1), 66-74. DOI:10.3233/DEV-2010-4105.
- Jansen, P. & Lehmann, J. (2013). Mental rotation performance in soccer players and gymnasts in an object-based mental rotation task. *Advances Cognitive Psychology*, 9(2), 92-98. DOI:10.5709/acp-0135-8.
- Jansen, P., Lange, L., & Heil, M. (2011). The influence of juggling on mental rotation performance in children. *Biomed. Hum. Kinet*, 3(2), 18-22. DOI:10.2478/v10101-011-0005-6.
- Julio, U. F., Panissa, V. L. G., Esteves, J. V., Cury, R. L., Agostinho, M. F., & Franchini, E. (2017). Energy-system contributions to simulated judo matches. *Int. J. Sports Physiol*, 12(5), 676-683. DOI:10.1123/ijsp.2015-0750.
- Kendall, K. L. & Fukuda, D.H. (2011). Rowing Ergometer Training for Combat Sports. *Strength and Conditioning Journal*, 33(6), 80-85. DOI:10.1519/SSC.0b013e318222b7d3.
- Kiesel, A., Steinhauser, M., & Wendt, M. (2020). Control and interference in task switching-a review. *Psychological Bulletin*, 136(5), 849-874. DOI:10.1037/a0019842.

- Korobeynikov, G., Korobeinikova, L., Raab, M., Baić, M., Borysova, O., Korobeinikova, I., Shengpeng, G., & Khmel'nitska, I. (2023) Cognitive functions and special working capacity in elite boxers. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 27(1), 84–90. DOI:10.15561/26649837.2023.0110.
- La Bounty, P., Campbell, B., Galvan, E., Cooke, M., & Antonio, J. (2011). Strength and conditioning considerations for mixed martial arts. *Strength and Conditioning Journal*, 33(1), 56-67. DOI:10.1519/SSC.0b013e3182044304.
- Lamb, D. R. (1984). *Physiology of exercise*. (2nd ed.). USA. : MacMillian.
- Lesiakowski, P., Zwierko, T., & Krzepota, J. (2013). Visuospatial attentional functioning in amateur boxers. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 4(2); 141-144. DOI:10.5604/20815735.1090659.
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. (1985). Emergence and Characterization of Six Differences in Spatial Ability: A Meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498.
- Lundgren, T., Högman, L., Näslund, M., & Parling, T. (2016). Preliminary Investigation of Executive Functions in Elite Ice Hockey Players. *Journal of clinical sport psychology*, 10(4), 324-335.
- MacInnis, M. J. & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *Journal of Physiology*, 595(9), 2915-2930. DOI:10.1113/JP273196.
- Magnié, M. N., Bermon, S., Martin, F., Madany-Lounis, M., Suisse, G., Muhammad, W., Dolisi, C. (2000). P300, N400, aerobic fitness, and maximal aerobic exercise. *Psychophysiology*, 37(3), 369–377. DOI:10.1017/s0048577200981435.
- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457-478.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological Influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.

- Moreau, D., Clerc, J., Mansy, D. A., & Guerrin, A. (2021). Engancing spatial ability through sport practice: Evidence for an effect of motor training on mental rotation performance. *Journal of Individual Differences*, 33(2), 83-88. DOI:10.1027/1614-0001/a000075.
- Newcombe, N. S. (2019). Navigation and the developing brain. *The Journal of Experimental biology*, 222 (Pt Suppl. 1), 1-11.
- Pauletto, B. (1991). *Strength Training for Coaches*. Illinois: Leisure Press.
- Pessoa, L. (2018). On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(2), 148-158. DOI:10.1038/nrn2317.
- Pietsch, S. & Jansen, P. (2018). Laterality-Specific training improves mental rotation performance in young soccer players. *Frontiers in Psychology*, 9(220), 1-8. DOI:10.3389/fpsyg.2018.00220.
- Pietsch, S., Bottcher, C., & Jansen, P. (2017). Cognitive motor coordination training improves mental rotation performance in primary school-aged children. *Mind Brain and Education*, 11(4), 176–180. DOI:10.1111/mbe.12154.
- Pittalis, M. & Christou, C. (2010). Types of Reasoning in 3D Geometry Thinking and Their Relations with Spatial Ability. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 191-212. DOI:10.1007/s10649-010-9251-8.
- Prien, A., Junge, A., Brugger, P., Straumann, D., & Feddermann-Demont, N. (2019). Neurocognitive Performance of 425 Top-Level Football Players: Sport-specific Norm Values and Implications. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 34(4), 575-584. DOI:10.1093/arclin/acy056.
- Quaiser-Pohl, C. (2003). The mental cutting test “schnitte” and the picture rotation test-two new measures to assess spatial ability. *International Journal of Testing*, 3(3), 219–231. DOI:10.1207/S15327574IJT0303_2.
- Rogers, D. (1972). *The Psychology of Adolescent*. New York: Appieton Century Croft.
- Rüsseler, J., Scholz, J., Jordan, K., & Quaiser-Pohl, C. (2006). Mental rotation of letters, pictures, and three-dimensional objects in German dyslexic children. *Child Neuropsychol*, 11(6), 497–512. DOI:10.1080/09297040490920168.

- Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., & Magal. M. (2018). Chapter 6 General Principles of Exercise Prescription. *In: ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 10th Ed. Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA.
- Sekulic, D., Ursej, E., Prus, D., Gabrilo, G., & Zaletel, P. (2019). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18) 1-13.
- Shepard, R. N. & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701–703. DOI:10.1126/science.171.3972.701.
- Shephard, R. (1987). *Exercise Physiology*. Philadelphia, PA, B.C. Decker Inc.
- Silvester, L. J. (1992). *Weight Training for Strength and Fitness*. Boston: Jones and Bartlett Publishing.
- Singh, A. S., Saliasi, E., van den Berg, V., Uijtdewilligen, L., de Groot, R. H. M., Jolles, J., ... & Andersen, L. B. (2019). Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. *British Journal of Sports Medicine*, 53(10), 640–647. DOI:10.1136/bjsports-2017-098136.
- Spalding, K. L., Bergmann, O., Alkass, K., Bernard, S., Salehpour, M., Huttner, H. B., ... & Frisen, J. (2013). Dynamics of hippocampal neurogenesis in adult humans. *Cell*, 153(6), 1219–1227. DOI:10.1016/j.cell.2013.05.002.
- Squire, L. R., van der Horst, A. S., McDuff, S. G., Frascino, J. C., Hopkins, R. O., & Mauldin, K. N. (2010). Role of the hippocampus in remembering the past and imagining the future. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(44), 19044-19048. DOI:10.1073/pnas.1014391107.
- Stone, L. J. & Church, J. (1986). *Childhood and Adolescence : A Psychology of the Growing Person*. (2nd ed). New York: Random House.
- Tack, C. (2013). Evidence-based guidelines for strength and conditioning in mixed martial arts. *Strength and Conditioning Journal*, 35(5), 79-92. DOI:10.1519/SSC.0b013e3182a62fef.

- Taupin, P. & Gage, F. H. (2002). Adult neurogenesis and neural stem cells of the central nervous system in mammals. *Journal of Neuroscience Research*, 69(6), 745–749. DOI:10.1002/jnr.10378.
- Timmons, B. W., Naylor, P.-J., & Pfeiffer, K. A. (2007). Physical activity for preschool Children - - how much and how?. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 98(1), S122–S134. DOI:10.1139/H07-112.
- Tomprowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educational psychology review*, 20(2), 111-131. DOI:10.1007/s10648-007-9057-0.
- van der Fels, I. M. J., Te Wierike, S. C. M., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., & Visscher, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 16 year old typically developing children: a systematic review. *Journal of Science and medicine in sport*, 18(6), 697–703. DOI:10.1016/j.jsams.2014.09.007.
- Vandenberg, S. G. & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and motor skills*, 47(2), 599–604. DOI:10.2466/pms.1978.47.2.599.
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PloS one*, 7(4), 1-5. DOI:10.1371/journal.pone.0034731.
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). *Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. PloS one*, 12(2), 154. DOI:10.1371/journal.pone.0170845.
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PloS one*, 7(4), e34731.
- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., & Roberts, B. (2010). Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 24(6), 812-826. DOI:10.1002/acp.1588.

- Voyer, D. & Hou, J. (2006). Type of items and the magnitude of gender differences on the mental rotations test. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 60(2), 91–100. DOI:10.1037/cjep2006010.
- Wang, B., Guo, W., & Zhou, C. (2016). Selective enhancement of attentional networks in college table tennis athletes: a preliminary investigation. *PeerJ*, 4(2), 1-12. DOI:10.7717/peerj.2762.
- World Health Organization. (2010). *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva: World Health Organization.
- Zeng, N., Ayyub, M., Sun, H., Wen, X., Xiang, P., & Gao, Z. (2017). Effects of physical activity on motor skills and cognitive development in early childhood: a systematic review. *BioMed Research International*, 2017(1), 1-13. DOI:10.1155/2017/2760716.
- Zou, L., Huang, T., Tsang, T., Pan, Z., Wang, C., & Liu, Y., (2018). Hard martial arts for cognitive function across the lifespan : a systematic review. *Arch. Budo*, 14, 41-58.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. นางจิตร์ตดา ธรรมเทศ
อาจารย์
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตยะลา
2. นางสาวสุรัตนา ทองศรี
อาจารย์
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตยะลา
3. นายภิญโญ สำนักวน
อาจารย์
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
4. ดร.อรรณพ ทองดีเจริญ
อาจารย์
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตศรีสะเกษ
5. นายศักดิ์ชัย อุไร
ครูชำนาญการ
โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ
ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ภาคผนวก ข
หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี IP: Phone ๒๔๑๒๖
 ที่ กก.๐๕๒๐.๐๔/๑๐๔๕ วันที่ ๑๓ ตุลาคม ๒๕๖๕
 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
 เรียน รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ด้วย คณะศึกษาศาสตร์ โดยงานบัณฑิตศึกษา มีนักศึกษาราย นางสาวนิลาวัลย์ บุญประถัมภ์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยคะแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อพลังงานเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬาโยคะระดับเยาวชนหญิง ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ งานบัณฑิตศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจึงขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดของท่าน ได้แก่ นายภิญโญ สำนวน ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลสำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป ดังรายละเอียดที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี เช่นเคย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

() เพื่อโปรดทราบ

(✓) เพื่อไปพิจารณา

งานบัณฑิตศึกษา ขอความอนุเคราะห์
 อธิการบดี ท่านนายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ
 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

-เห็นควรมอบ/แจ้ง


 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รจนา ป้องบุญ)
 ประธานผู้รับผิดชอบหลักสูตร


 (นางสาวการตมา โพธิ์จุมพล)
 17 ต.ค. 2565


 18 ต.ค. 2565


 (นางนันทนา แก้วพิลา)
 หัวหน้าสำนักงานรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์
 17 ต.ค. 2565


 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รจนา ป้องบุญ)
 รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์
 18 ต.ค. 2565



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ...มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี งานบัณฑิตศึกษา IP: Phone ๒๘๑๒๖
ที่ กก.๐๕๒๐/ว ๗๕๑ วันที่ ๑๔ ตุลาคม ๒๕๖๕
เรื่อง...ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตยะลา

ด้วย มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี มีนักศึกษาราย นางสาวนิลาวัลย์ บุญประติมภ์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโดแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬายูโดระดับเยาวชนหญิง ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี พิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดของท่าน คือ นางจิตร์ดา ธรรมเทศ ตำแหน่ง อาจารย์ และ นางสาวสุรติศา ทองศรี ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลสำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป ดังรายละเอียดที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี เช่นเคย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนลิมพงษ์ เนลิมขิต)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ...มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี งานนักศึกษศึกษา IP: Phone ๒๘๑๒๖
 ที่ กก.๐๕๒๐/ว พ.๕๑ วันที่ ๑๕ ตุลาคม ๒๕๖๕
 เรื่อง ...ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
 เรียน รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตศรีสะเกษ

ด้วย มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี มีนักศึกษาราย นางสาวนิลาวัลย์ บุญประสิทธิ์
 หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของ
 การออกกำลังกายด้วยกีฬาโดแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อและการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่น
 ทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬาทุกระดับเยาวชนหญิง ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ
 การวิจัย

ในการนี้ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี พิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากร
 ในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพ
 เครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดของท่าน คือ ดร.อรรพวง
 ทองดีเจริญ ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูล
 สำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป ดังรายละเอียดที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี
 เช่นเคย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพงษ์ เฉลิมชิต)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี

ที่ กก ๐๕๒๐/ ๕๐๗

มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุตรธานี
อำเภอเมือง จังหวัดอุตรธานี ๔๑๐๐๐

๑๗ ตุลาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ศรีสะเกษ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุตรธานี มีนักศึกษาราย นางสาวนิลาวัลย์ บุญประถัมภ์ คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ และการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬาโยโดระดับเยาวชนหญิง ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุตรธานี พิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอความอนุเคราะห์ นายศักดิ์ชัย อุไร ตำแหน่ง ครู เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลสำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี
เช่นเคย ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพงษ์ เณลิขิต)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตอุตรธานี

สำนักงานรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

โทร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

โทรสาร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

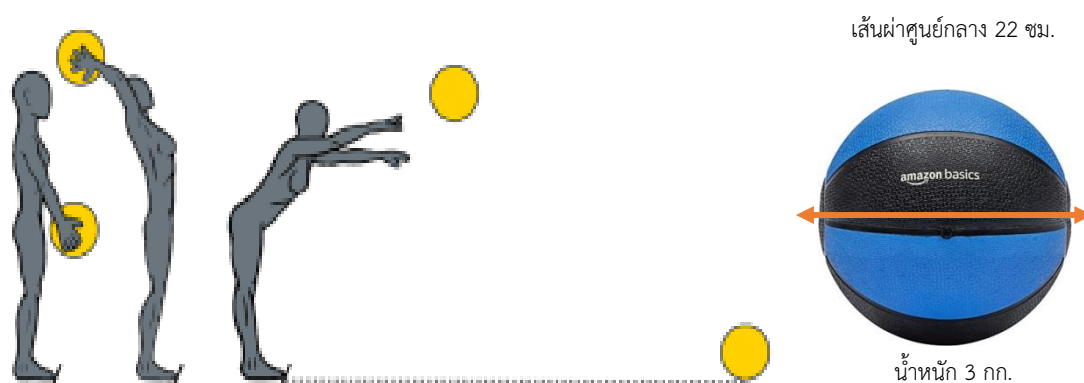
ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบพลังกล้ามเนื้อ

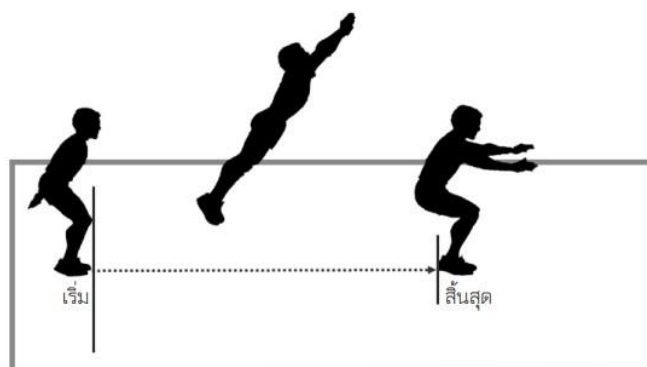
1.1 แบบทดสอบทุ่มบอลเหนือศีรษะ (Overhead medicine ball throw)

วิธีทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้ ให้ผู้รับการทดสอบยืนแยกเท้าเท่ากับช่วงไหล่ ยกลูกบอลขึ้นเหนือศีรษะโน้มตัวเอนมาข้างหลังเล็กน้อยหลังจากทำการทุ่มบอลไปข้างหน้าด้วยมือทั้งสองข้างให้ได้ระยะไกลที่สุด ขนาดของลูกบอล 3 กิโลกรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร วัด 2 ครั้ง บันทึกครั้งที่ทุ่มบอลได้ไกลที่สุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร



1.2 แบบทดสอบยืนกระโดดไกล (Standing Broad Jump)

วิธีทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้ ให้ผู้รับการทดสอบยืนแยกเท้าเท่ากันประมาณความกว้างของช่วงไหล่ โดยปลายเท้าทั้งสองข้างเสมอกันวางชิดด้านหลังของเส้นเริ่ม ย่อเข้าพร้อมกับเหวี่ยงแขนไปทางด้านหลังเพื่อหาจังหวะในการกระโดด โดยเท้าทั้งสองข้างไม่เคลื่อนที่ เมื่อได้จังหวะ ให้กระโดดไปข้างหน้าให้ได้ระยะทางไกลที่สุด ทำการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง ไม่ติดต่อกัน วัดระยะทางของการกระโดด ให้วัดจากจุดที่ส้นเท้าหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายลงสู่พื้นใกล้เส้นเริ่มมากที่สุด และบันทึกระยะทางที่กระโดดได้ลงในแบบบันทึกการทดสอบ คิกระยะทางที่กระโดดได้เป็นเซนติเมตร

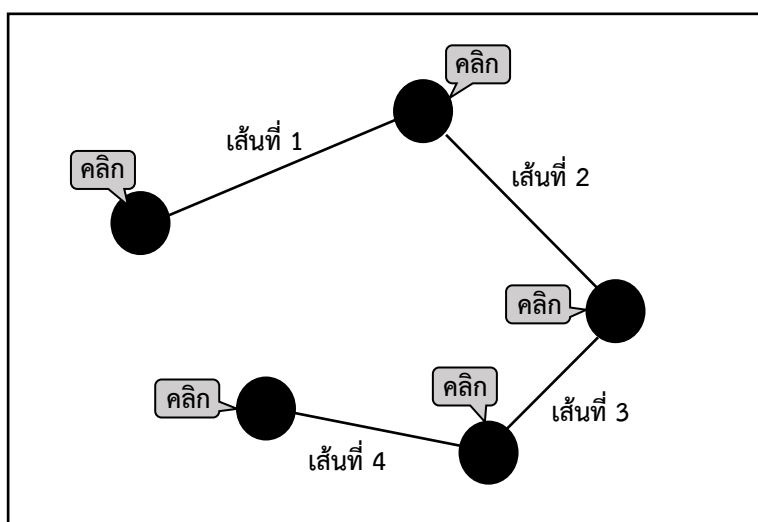


2. แบบทดสอบความสามารถของสมอง

2.1 แบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน (Design fluency test)

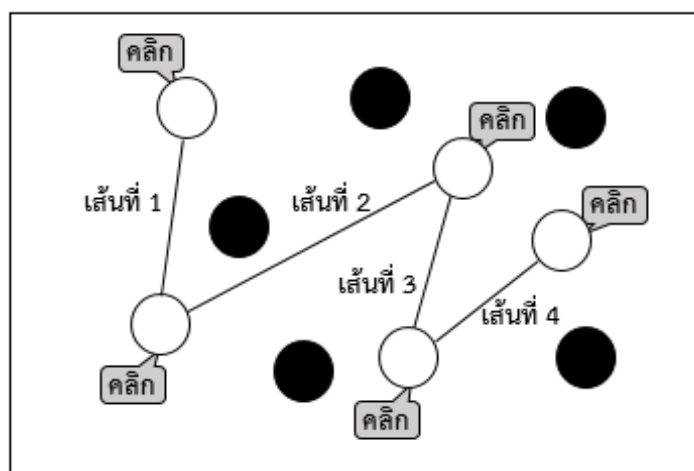
2.1.1 แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำ (Filled dots)

วิธีทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้ ใช้เมาส์คลิกจุดสีดำ จำนวน 5 ครั้ง โดยจะเริ่มมีจุดใดก็ได้จะเกิดรูปภาพ 1 ภาพที่ประกอบด้วยเส้นตรง 4 เส้น สร้างรูปภาพให้ถูกต้องและไม่ซ้ำกัน ให้ได้จำนวนภาพมากที่สุดภายในเวลา 1 นาที



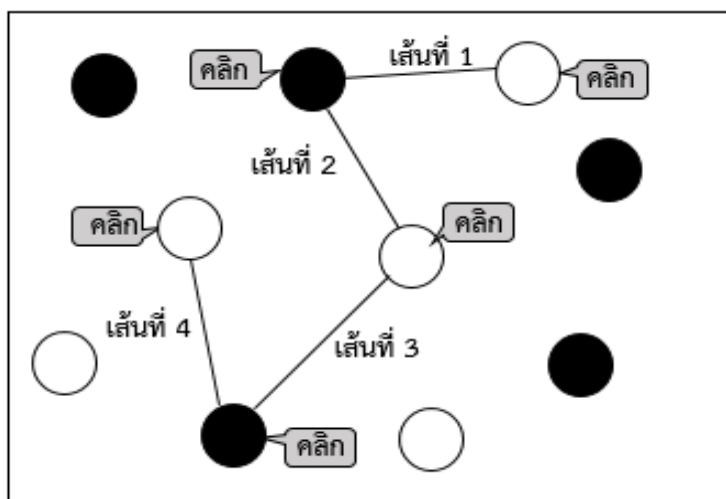
2.1.2 แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีขาว (Empty dots)

วิธีทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้ ใช้เมาส์คลิกเฉพาะจุดสีขาว จำนวน 5 ครั้ง โดยจะเริ่มมีจุดใดก็ได้ จะเกิดรูปภาพ 1 ภาพที่ประกอบด้วยเส้นตรง 4 เส้น สร้างรูปภาพให้ถูกต้องและไม่ซ้ำกัน ให้ได้จำนวนภาพมากที่สุดภายในเวลา 1 นาที



2.1.3 แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำและสีขาวสลับกัน (Switching dots)

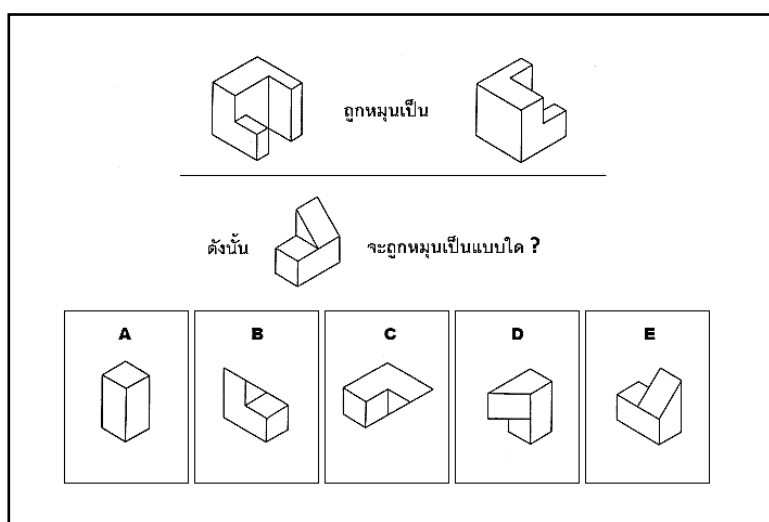
วิธีทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้ ใช้เมาส์คลิกจุดสีดำและสีขาว จำนวน 5 ครั้ง โดยจะเริ่มมีจุดใดก็ได้ จะเกิดรูปภาพ 1 ภาพที่ประกอบด้วยเส้นตรง 4 เส้น สร้างรูปภาพให้ถูกต้องและไม่ซ้ำกัน ให้ได้จำนวนภาพมากที่สุดภายในเวลา 1 นาที



2.2 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial visualization test)

ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

วิธีทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้ พิจารณาภาพตัวอย่างวัตถุสามมิติด้านบนซ้ายมือว่าถูกหมุนอย่างไรจึงกลายเป็นภาพด้านขวามือ สังเกตภาพคำถาม แล้วใช้เมาส์คลิกเลือกภาพคำตอบ 1 ภาพที่เป็นการถูกหมุนในทิศทางเดียวกับภาพตัวอย่างด้านบน และแบบทดสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ จะต้องทำภายในเวลา 25 นาที (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา, 2565, น. 30-31)



ภาคผนวก ง

การอบอุ่นร่างกาย และการคลายอุ่นร่างกาย

การอบอุ่นร่างกาย

วัตถุประสงค์

เพื่อเตรียมความพร้อมในระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ร่างกายทำกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว

ท่าที่ 1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว/กลุ่มกล้ามเนื้อหัวไหล่

วิธีการปฏิบัติ

งอศอกเอามือแตะไหล่ แล้วหมุนข้อไหล่เป็นวงกลมไปด้านหน้า ด้านหลัง หรือหมุนสลับข้าง



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว/เคลื่อนที่กลุ่มกล้ามเนื้อหัวไหล่

ท่าที่ 2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว/กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัว

วิธีการปฏิบัติ

เอียงตัวไปด้านข้าง ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ โยกไปด้านข้างให้ตัวเอียงได้มากขึ้น อาจทำร่วมกับบิดลำตัวแล้วก้มลง หรือยืดด้วยการงอศอกข้างลำตัวแล้วบิดตัวหมุนซ้าย/ขวา นอกจากนี้ยังสามารถยืดในท่าเงยแอ่นแล้วบิดตัวไปด้านหลังร่วมด้วย



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว/เคลื่อนที่กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัว

ท่าที่ 3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว/กลุ่มกล้ามเนื้อสะโพก

วิธีการปฏิบัติ

ยืนเหยียดขาไปด้านหลัง ปล่อยให้เท้าแตะพื้น กระตุกเข่าอ-เหยียดเป็นจังหวะ จากนั้นให้เหยียดเข่าตรงเตะขาขึ้นไปด้านหน้า



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว/เคลื่อนที่กลุ่มกล้ามเนื้อสะโพก

ท่าที่ 4 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวไหล่ (Deltoid)

วิธีการปฏิบัติ

งอแขนข้ามหัว มือข้างหนึ่งจับข้อศอกข้างที่ข้ามหัว ดึงข้อศอกลงจนรู้สึกตึงทำค้างไว้ 5-10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวไหล่ (Deltoid)

ท่าที่ 5 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้ออก (Chest)

วิธีการปฏิบัติ

ประสานมือไปทางด้านหลัง ค่อย ๆ ยกแขนขึ้นจนรู้สึกตึงบริเวณหน้าอก ทำค้างไว้ 5-10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้ออก (Chest)

ท่าที่ 6 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังส่วนบน (Trapezius)

วิธีการปฏิบัติ

ประสานนิ้วมือขึ้นไปทางด้านหน้าระดับอก หันฝ่ามือออกด้านนอกยืดแขนตึง ค่อย ๆ ยกแขนขึ้นจนรู้สึกตึงบริเวณหลังส่วนบน ทำค้างไว้ 5 -10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังส่วนบน (Trapezius)

ท่าที่ 7 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อลำตัว (Rectus Abdominis)

วิธีการปฏิบัติ

ยืนแยกเท้าเท่าช่วงหัวไหล่ มือจับข้อศอกดึงไปทางด้านข้าง ทำสลับซ้ายขวา ทำค้างไว้ 5 -10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อลำตัว (Rectus Abdominis)

ท่าที่ 8 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps)

วิธีการปฏิบัติ

ยืนหันหน้าเข้ากำแพง มือข้างหนึ่งคว่ำข้อเท้าอีกข้าง ดึงขึ้นไปจนถึงที่หน้าขา ทำสลับซ้ายขวาทำค้างไว้ 5 -10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps)

ท่าที่ 9 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius)

วิธีการปฏิบัติ

ยืนหันหน้าเข้ากำแพง เหยียดขาไปด้านหลังหนึ่งข้าง ดันสะโพกไปด้านหลังจนรู้สึกตึงที่น่อง ทำสลับซ้ายขวา ทำค้างไว้ 5 -10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius)

ท่าที่ 10 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อช่องอสะโพก (Hip Flexor)

วิธีการปฏิบัติ

ก้าวขาไปด้านหน้าหนึ่งข้าง ถอยเท้าอีกด้านมาด้านหลัง ทรงตัวไว้แล้วกดสะโพกลงจนเข้าแตะพื้น รู้สึกตึงบริเวณสะโพก ค้างไว้ 5-10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อช่องอสะโพก (Hip Flexor)

ท่าที่ 11 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring)

วิธีการปฏิบัติ

นั่งคุกเข่า เหยียดขาอีกด้านไปด้านข้าง เข่าตึงโน้มตัวมาด้านหน้าเล็กน้อยปลายเท้าชี้ตรง รู้สึกตึงต้นขาด้านหลัง ทำค้างไว้ 5-10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring)

ท่าที่ 12 การอบอุ่นร่างกายเฉพาะกีฬา/การม้วนหน้า

วิธีการปฏิบัติ

ม้วนหน้าไปจนสุดขอบเบาะอีกฝั่งหนึ่ง (ไป-กลับ นับ 1 รอบ) ปฏิบัติ 2 รอบ



ภาพประกอบ การม้วนหน้า

ท่าที่ 13 การอบอุ่นร่างกายเฉพาะกีฬา/การม้วนหลัง

วิธีการปฏิบัติ

ม้วนหลังไปจนสุดขอบเบาะอีกฝั่งหนึ่ง (ไป-กลับ นับ 1 รอบ) ปฏิบัติ 2 รอบ

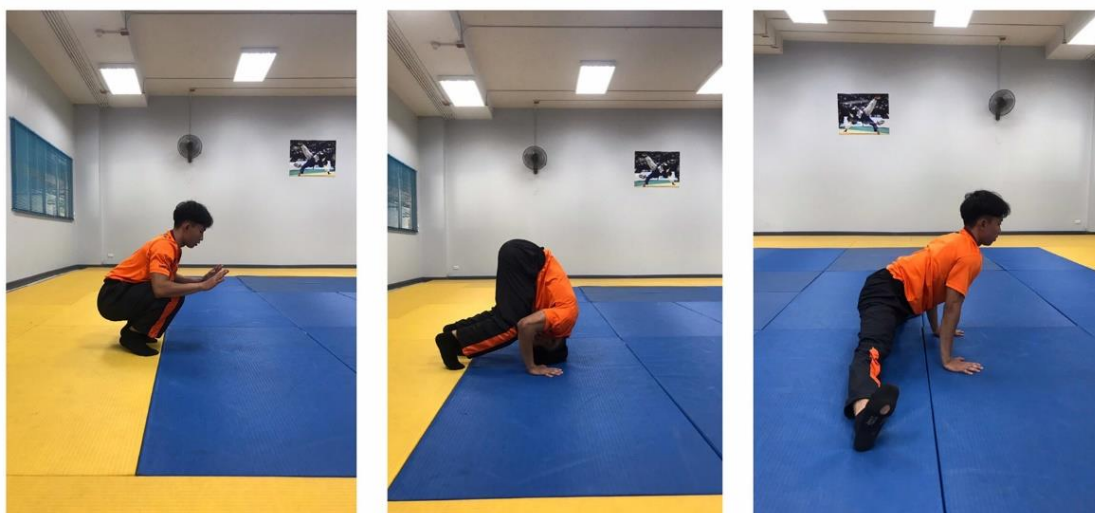


ภาพประกอบ การม้วนหลัง

ท่าที่ 14 การอบอุ่นร่างกายเฉพาะกีฬา/การม้วนหน้าขาแยก

วิธีการปฏิบัติ

ม้วนหน้าขาแยกไปจนสุดขอบเบาะอีกฝั่งหนึ่ง (ไป-กลับ นับ 1 รอบ) ปฏิบัติ 2 รอบ



ภาพประกอบ การม้วนหน้าขาแยก

ท่าที่ 15 การอบอุ่นร่างกายเฉพาะกีฬา/การม้วนหลังขาแยก

วิธีการปฏิบัติ

ม้วนหลังขาแยกไปจนสุดขอบเบาะอีกฝั่งหนึ่ง (ไป-กลับ นับ 1 รอบ) ปฏิบัติ 2 รอบ



ภาพประกอบ การม้วนหลังขาแยก

ท่าที่ 16 การอบอุ่นร่างกายเฉพาะกีฬา/การม้วนหน้าตบเบาะด้านซ้ายขวา

วิธีการปฏิบัติ

ม้วนหน้าแล้วตบเบาะซ้ายขวาไปจนสุดขอบเบาะอีกฝั่งหนึ่ง (ไป-กลับ นับ 1 รอบ) ปฏิบัติ 2 รอบ



ภาพประกอบ การม้วนหน้าตบเบาะด้านซ้าย

ท่าที่ 17 การอบอุ่นร่างกายเฉพาะกีฬา/การดึงอุชิคุมิ

วิธีการปฏิบัติ

ผู้ทุ่ม (Tori) ดึงผู้ถูกกระทำ (Uke) ให้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายออกจากรากฐานมาด้านหน้า จะเสียการทรงตัวมาด้านหน้า ผู้ทุ่ม (Tori) ถอยหลังดึงอุชิคุมิไปจนสุดขอบเบาะอีกฝั่งหนึ่ง (ไป-กลับนับ 1 รอบ) ปฏิบัติคนละ 2 รอบ



ภาพประกอบ การดึงอุชิคุมิ

การคลายอุ่นร่างกาย (Cool Down)

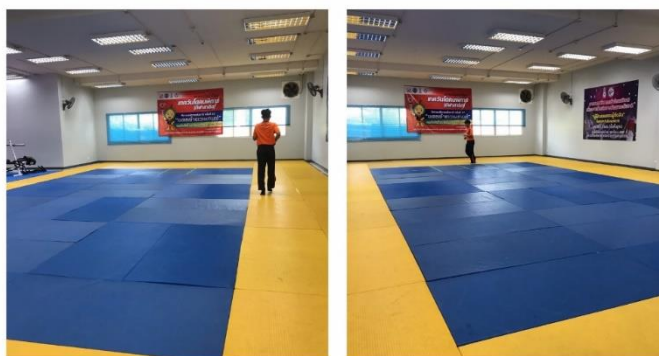
วัตถุประสงค์

เพื่อการปรับสภาพร่างกายให้กลับมาเป็นปกติ หรืออาจจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การฟื้นฟูสภาพร่างกาย เพื่อลดอาการเหนื่อยล้าที่เกิดขึ้น ป้องกันปัญหาการปวดเมื่อยที่กล้ามเนื้อ ข้อต่อ จากการใช้งานและมีแลคติก (Lactic) หรือมีคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide) เกิดขึ้นในระหว่างเคลื่อนไหว

ท่าที่ 1 วิ่ง Jogging รอบเบาะ

วิธีการปฏิบัติ

วิ่ง Jogging เบาะรอบเบาะ 2 รอบ



ภาพประกอบ วิ่ง Jogging รอบเบาะ

ท่าที่ 2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวไหล่ (Deltoid)

วิธีการปฏิบัติ

งอแขนข้ามหัว มือข้างหนึ่งจับข้อศอกข้างที่ข้ามหัว ดึงข้อศอกลงจนรู้สึกตึงทำค้างไว้ 5-10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวไหล่ (Deltoid)

ท่าที่ 3 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้ออก (Chest)

วิธีการปฏิบัติ

ประสานมือไปทางด้านหลัง ค่อย ๆ ยกแขนขึ้นจนรู้สึกตึงบริเวณหน้าอก ทำค้างไว้ 5-10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้ออก (Chest)

ท่าที่ 4 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังส่วนบน (Trapezius)

วิธีการปฏิบัติ

ประสานนิ้วมือนี้นไปทางด้านหน้าระดับอก หันฝ่ามือออกด้านนอกยืดแขนตึง ค่อย ๆ ยกแขนขึ้นจนรู้สึกตึงบริเวณหลังส่วนบน ทำค้างไว้ 5 -10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังส่วนบน (Trapezius)

ท่าที่ 5 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อลำตัว (Rectus Abdominis)

วิธีการปฏิบัติ

ยืนแยกเท้าเท่าช่วงหัวไหล่ มือจับข้อศอกดึงไปทางด้านข้าง ทำสลับซ้ายขวา ทำค้างไว้ 5 -10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อลำตัว (Rectus Abdominis)

ท่าที่ 6 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps)

วิธีการปฏิบัติ

ยืนหันหน้าเข้ากำแพง มือข้างหนึ่งคว่ำข้อเท้าอีกข้าง ดึงขึ้นไปจนตึงที่หน้าขา ทำสลับซ้ายขวาทำค้างไว้ 5 -10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps)

ท่าที่ 7 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius)

วิธีการปฏิบัติ

ยืนหันหน้าเข้ากำแพง เหยียดขาไปด้านหลังหนึ่งข้าง ดันสะโพกไปด้านหลังจนรู้สึกตึงที่น่อง ทำสลับซ้ายขวา ทำค้างไว้ 5 -10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius)

ท่าที่ 8 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อช่องสะโพก (Hip Flexor)

วิธีการปฏิบัติ

ก้าวขาไปด้านหน้าหนึ่งข้าง ถอยเท้าอีกด้านมาด้านหลัง ทรงตัวไว้แล้วกดสะโพกลงจนเข้าแตะพื้น รู้สึกตึงบริเวณสะโพก ค้างไว้ 5-10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อช่องสะโพก (Hip Flexor)

ท่าที่ 9 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง/การยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring)

วิธีการปฏิบัติ

นั่งคุกเข่า เหยียดขาอีกด้านไปด้านข้าง เข่าตั้งโน้มตัวมาด้านหน้าเล็กน้อยปลายเท้าชี้ตรง รู้สึกตึงต้นขาด้านหลัง ทำค้างไว้ 5-10 วินาที



ภาพประกอบ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring)

ภาคผนวก จ

แบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงและภาพประกอบ

ท่าที่ 1 Box Jumps, Depth Jumps and Medicine ball Overhead Throw

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อแขน หัวไหล่ และขา



วิธีปฏิบัติ

1. ยืนท่า Deep Squat เท้ากว้างขนาดช่วงหัวไหล่อยู่หลังกล่อง วางมือทั้งสองไว้ข้างลำตัว
 2. กระโดดขึ้นกล่อง (ความสูงของกล่อง อยู่ระหว่าง 30-60 ซม.) ลงพื้นด้วยความยืดหยุ่นในท่า Squat ด้วยอุ้งฝ่าเท้า
 3. ยืนบนกล่อง ปลายเท้าชิดขอบกล่อง
 4. ก้าวจากกล่อง ลงพื้นด้วยความยืดหยุ่นในท่า Squat ด้วยอุ้งฝ่าเท้าของเท้าทั้งสองข้าง
- จับ Medicine ball อย่างรวดเร็ว
5. ยืนขึ้นและก้าวเท้าข้างใดข้างหนึ่งไปด้านหน้า ถือ Medicine ball ด้วยมือทั้งสองไว้ที่ระดับอก
 6. ก้าวเท้าอีกข้างตามมาแล้วไขว้หลัง ให้ปลายเท้าที่ก้าวตามมาชิดกับส้นเท้าที่เป็นเท้าหน้า
 7. ทิ้ง Medicine ball ด้วยความเร็วและแรง

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Medicine ball น้ำหนัก 2-5 กิโลกรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร
2. Box ความสูง 30-60 เซนติเมตร

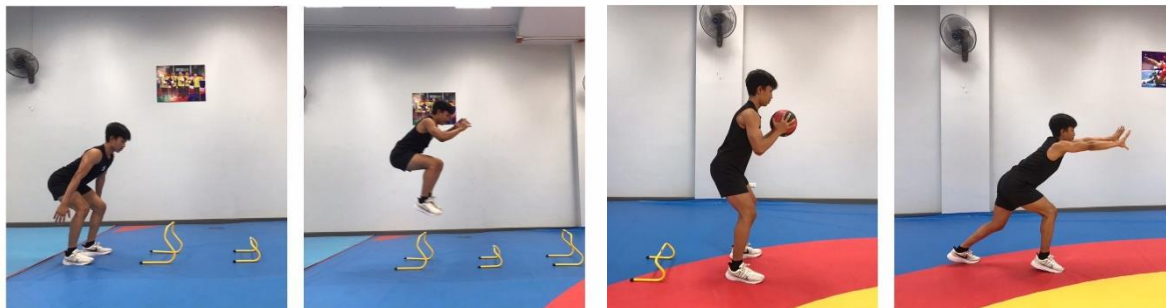
ข้อแนะนำ

จังหวะโน้ม Medicine ball ไปด้านหลังแล้วทุ่ม ควรปฏิบัติให้เร็วที่สุด

ท่าที่ 2 Hurdle Jump forward and Chest Press

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อแขน หัวไหล่ และขา



วิธีปฏิบัติ

1. กระโดดเท้าคู่ข้ามรั้ว การเคลื่อนไหวควรมาจากสะโพกและเข่า
2. เหวี่ยงแขนทั้งสองขึ้นเพื่อรักษาสมดุลและเพิ่มความสูง ควรลงพื้นด้วยอุ้งฝ่าเท้า
3. กระโดดขึ้นอย่างรวดเร็วพยายามให้เวลาการสัมผัสพื้นของเท้าระหว่างรั้วสั้นที่สุด
4. กระโดดข้ามจนครบทุกรั้ว ย่อเข่าลงและจับ Medicine ball ถือ Medicine ball ด้วยมือทั้งสอง

ไว้ที่ระดับอก

5. ผลัก Medicine ball ไปหาคู่มือ ผลัก Medicine ball ออกจากอก และจบด้วยการเหยียดตรง
6. คู่มือรับ Medicine ball เข้าหาหน้าอกก่อนที่จะส่งกลับ
7. พยายามรับ Medicine ball และส่งกลับอย่างรวดเร็ว ให้เวลาการจับ Medicine ball สั้นที่สุด

เท่าที่จะเป็นไปได้

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Medicine ball น้ำหนัก 2-5 กิโลกรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร
2. รั้วกระโดด ความสูง 12 และ 36 นิ้ว

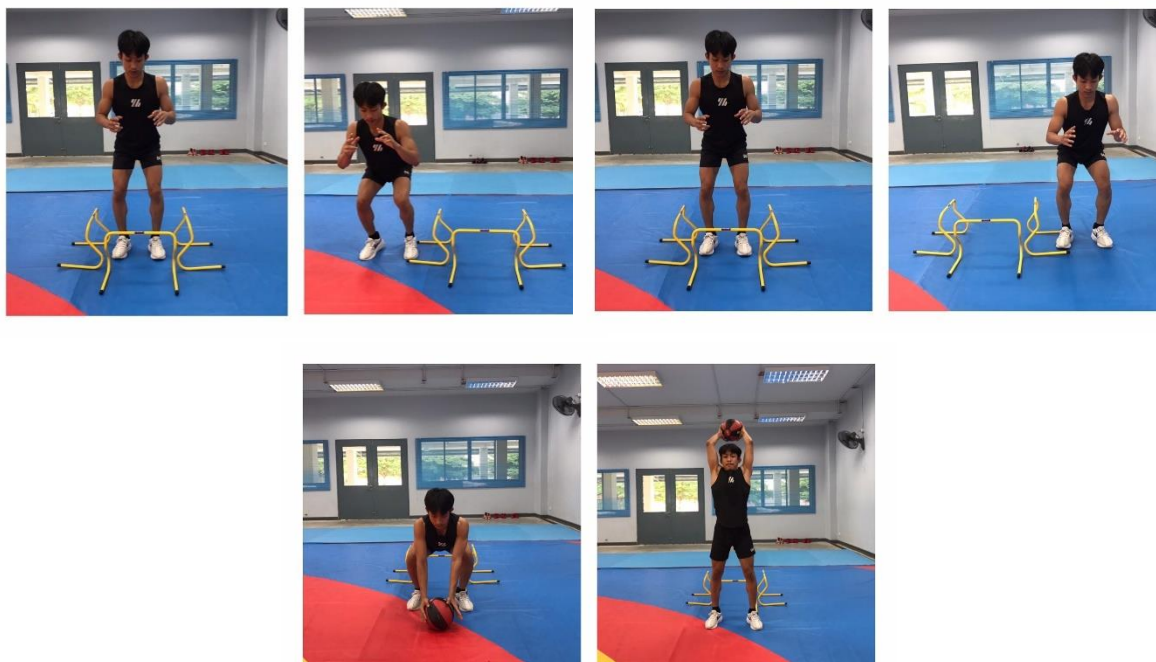
ข้อแนะนำ

รักษาตำแหน่งลำตัวตั้งตรงในแนวดิ่ง และไม่ควรให้เข่าแยกออกจากกัน

ท่าที่ 3 Vertical Hurdle Jump and Medicine ball Overhead Throw

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อแขน หัวไหล่ และขา



วิธีปฏิบัติ

1. ยืนตรงกลางระหว่างรั้ว ความสูงของรั้วควรอยู่ภายในช่วง 12 และ 36 นิ้ว
2. กระโดดเท้าซ้ายข้ามรั้วไปด้านซ้ายและกระโดดกลับมาที่เดิม แล้วกระโดดไปทางด้านขวา
3. จากนั้นกระโดดเท้าซ้ายข้ามรั้วไปด้านหน้า ย่อเข่าลงแล้วจับ Medicine ball
4. ถือ Medicine ball ด้วยมือทั้งสองไว้เหนือศีรษะ พุ่ง Medicine ball ข้ามศีรษะออกไป
5. พยายามพุ่ง Medicine ball อย่างรวดเร็วและแรง ให้เวลาการจับ Medicine ball สั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Medicine ball น้ำหนัก 2-5 กิโลกรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร
2. รั้วกระโดด ความสูง 12 และ 36 นิ้ว

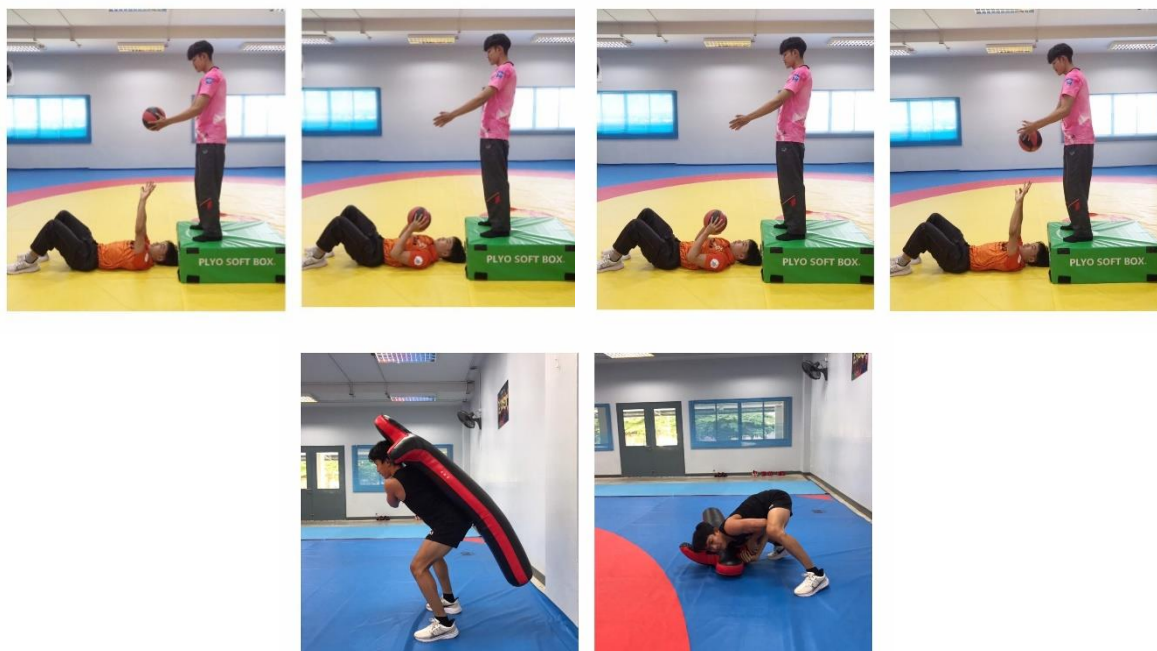
ข้อแนะนำ

รักษาตำแหน่งลำตัวตั้งตรงในแนวตั้ง และไม่ควรให้เข้าแยกออกจากกัน จังหวะโน้ม Medicine ball ไปด้านหลังแล้วพุ่ง ควรปฏิบัติให้เร็วที่สุด

ท่าที่ 4 Power Drop and Ippon seoi nage

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อแขน ขา และกล้ามเนื้อหลัง



วิธีปฏิบัติ

1. นอนหงายบนพื้นเหยียดแขนขึ้นด้านบน
2. คู่มือยืนอยู่บนกล่อง (ความสูงของกล่อง อยู่ระหว่าง 30-60 ซม.) ถือ Medicine ball
3. คู่มือปล่อย Medicine ball ลงที่มือ
4. เหยียดแขนส่ง Medicine ball กลับไปให้คู่มืออย่างรวดเร็ว (ปฏิบัติ 8 ครั้ง) พยายามให้เวลาการจับ Medicine ball สั้นที่สุด
5. แล้วเข้าทุ่มหุ่นด้วยท่า Ippon seoi nage ทุ่มหุ่นลงสู่พื้นอย่างรวดเร็วและแรง

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Medicine ball น้ำหนัก 2-5 กิโลกรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร
2. Box ความสูง 30-60 เซนติเมตร
3. หุ่นทุ่ม น้ำหนัก 20-50 กิโลกรัม

ข้อแนะนำ

จับ Medicine ball ขณะทิ้งข้อศอก

ท่าที่ 5 Russian crunch twist and throw and Ippon seoi nage

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อท้อง ขา และกล้ามเนื้อหลัง



วิธีปฏิบัติ

1. นิ่งหันหน้าเข้าหาคูฝึก เอนหลัง 45 องศา
2. ถือ Medicine ball ด้วยมือทั้งสองไว้ที่ระดับอก
3. เกร็งหน้าท้อง ยกตัวขึ้นมาแล้วบิดลำตัวไปด้านซ้ายและด้านขวา (ปฏิบัติ 10 ครั้ง)
4. ทำท่า Russia crunch twist จนครบตามจำนวน แล้วผลัก Medicine ball ออกจากอก

เพื่อส่งให้คูฝึก

5. คูฝึกรับ Medicine ball แล้วปฏิบัติเช่นเดียวกัน
6. ส่ง Medicine ball ให้กันคนละ 3 ครั้ง แล้ววิ่งไปทุ่มหุ่นด้วยท่า Ippon seoi nage

ทุ่มหุ่นลงสู่พื้นอย่างรวดเร็วและแรง

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Medicine ball น้ำหนัก 2-5 กิโลกรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร
2. หุ่นทุ่ม น้ำหนัก 20-50 กิโลกรัม

ข้อแนะนำ

จังหวะทุ่มหุ่นลงสู่พื้นควรทุ่มอย่างรวดเร็วและแรง

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อหลัง ขา และหัวไหล่



วิธีปฏิบัติ

1. นอนคว่ำราบกับพื้น แขนสองข้างจับที่หู
2. เกร็งกล้ามเนื้อหลัง ยกตัวด้านบน (Upper body) ขึ้นให้สูงที่สุดและเงยหน้าขึ้น แล้วกลับไปยังท่าเริ่มต้น
3. ทำท่า Back extension จนครบตามจำนวน แล้วเข้าท่อนุ่นด้วยท่า Ippon seoi nage
4. ท่อนุ่นลงสู่พื้นอย่างรวดเร็วและแรง

อุปกรณ์ที่ใช้

ท่อนุ่น น้ำหนัก 20-50 กิโลกรัม

ข้อแนะนำ

จังหวะท่อนุ่นลงสู่พื้นควรท่อนุ่นอย่างรวดเร็วและแรง

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยกีฬายูโดแบบเฉพาะเจาะจงสัปดาห์ที่ 1-8

สัปดาห์ ที่	ท่าในการฝึก	จำนวน ครั้ง	จำนวน เซต	พัก ระหว่าง ท่า (นาที)	ความ หนัก	ความสูง รื้อ/Box	HR และ RPE
1-2	Box Jumps, Depth Jumps and Medicine ball Overhead Throw	6	3	1	3 kg.	45 ซม.	-HR 60-70 % of HR_{max} -RPE (9-11)
	Hurdle Jump and Chest Pass	6	3	1	3 kg.	12 นิ้ว	
	Vertical Hurdle Jump and Medicine ball Overhead Throw	6	3	1	3 kg.	12 นิ้ว	
	Power Drop and Ippon seoi nage	6	3	1	20 kg.	-	
	Russia crunch twist and throw and Ippon seoi nage	6	3	1	20 kg.	-	
	Back extension and Ippon seoi nage	6	3	1	20 kg.	-	
3-4	Box Jumps, Depth Jumps and Medicine ball Overhead Throw	6	4	1	3 kg.	45 ซม.	-HR 70-80 % of HR_{max} -RPE (12-16)
	Hurdle Jump and Chest Pass	6	4	1	3 kg.	12 นิ้ว	
	Vertical Hurdle Jump and Medicine ball Overhead Throw	6	4	1	3 kg.	12 นิ้ว	
	Power Drop and Ippon seoi nage	6	4	1	20 kg.	-	
	Russia crunch twist and throw and Ippon seoi nage	6	4	1	20 kg.	-	

	Back extension and Ippon seoi nage	6	4	1	20 kg.	-	
5-6	Box Jumps, Depth Jumps and Medicine ball Overhead Throw	4	5	1	5 kg.	60 ชม.	-HR 70-80 % of HR_{max} -RPE (12-16)
	Hurdle Jump and Chest Pass	4	5	1	5 kg.	14 นิ้ว	
	Vertical Hurdle Jump and Medicine ball Overhead Throw	4	5	1	5 kg.	14 นิ้ว	
	Power Drop and Ippon seoi nage	4	5	1	30 kg.	-	
	Russia crunch twist and throw and Ippon seoi nage	4	5	1	30 kg.	-	
	Back extension and Ippon seoi nage	4	5	1	30 kg.	-	
7-8	Box Jumps, Depth Jumps and Medicine ball Overhead Throw	4	6	1	5 kg.	60 ชม.	-HR 70-80 % of HR_{max} -RPE (12-16)
	Hurdle Jump and Chest Pass	4	6	1	5 kg.	14 นิ้ว	
	Vertical Hurdle Jump and Medicine ball Overhead Throw	4	6	1	5 kg.	14 นิ้ว	
	Power Drop and Ippon seoi nage	4	6	1	30 kg.	-	
	Russia crunch twist and throw and Ippon seoi nage	4	6	1	30 kg.	-	
	Back extension and Ippon seoi nage	4	6	1	30 kg.	-	

หมายเหตุ Heart Rate (HR) = อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ทำการวัดตลอดการออกกำลังกาย โดยร้อยละ 60-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หมายถึง การออกกำลังกายด้วยกีฬาใดแบบเฉพาะเจาะจงในระดับเบาถึงปานกลาง (Light zone) ร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หมายถึง การออกกำลังกายด้วยกีฬาใดแบบเฉพาะเจาะจงในระดับปานกลางถึงระดับหนัก (Moderate zone) และร้อยละ 80-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หมายถึง การออกกำลังกายด้วยกีฬาใดแบบเฉพาะเจาะจงในระดับหนักถึงหนักมาก (Hard zone)

RPE (Rating of perceived exertion) = การประเมินระดับอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ ทำหลังการออกกำลังกาย โดยระดับ 12 หมายถึง เมื่อยล้ากล้ามเนื้อปานกลาง และระดับ 18 หมายถึง เมื่อยล้ากล้ามเนื้อมาก ๆ

ทำการทดสอบความสามารถทางสมองหลังการออกกำลังกายด้วยกีฬาใดแบบเฉพาะเจาะจงประมาณ 20-30 นาที (อัตราการเต้นของหัวใจ (HR) ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับ 10% ของระดับอัตราการเต้นของหัวใจก่อนการออกกำลังกาย) (Magnie et al., 2000, pp. 369–377; Hillman et al., 2003, pp. 307–314)

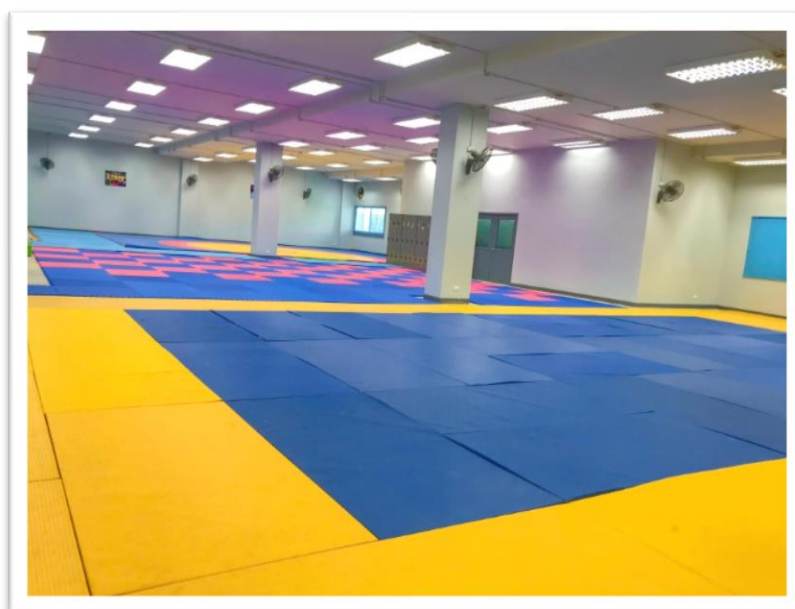
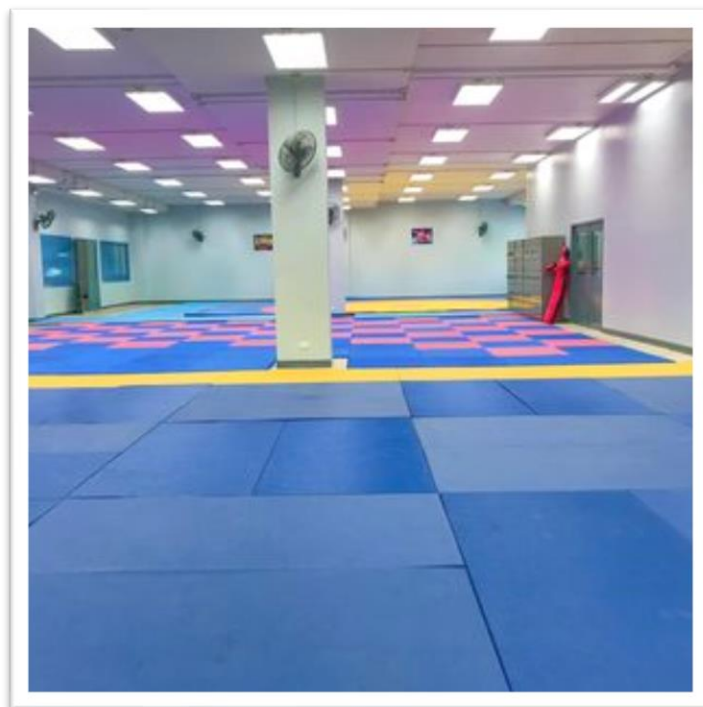
ตารางแสดงค่าระดับการออกแรงรับรู้ของร่างกาย (Rating of perceived exertion - RPE)

ระดับ RPE	ความรู้สึกของการออกแรง
6-7	ไม่เหนื่อยเลย (Very very light)
8-9	เริ่มเหนื่อย (Very light)
10-11	เหนื่อยเล็กน้อย (Fairly light)
12-14	เหนื่อยปานกลาง (Somewhat hard)
15-16	เหนื่อยมากขึ้น (Hard)
17-18	เหนื่อยมาก (Very hard)
19-20	เหนื่อยมากที่สุด (Very very hard)

ภาคผนวก ฉ
สถานที่ที่ใช้ในการฝึกและอุปกรณ์

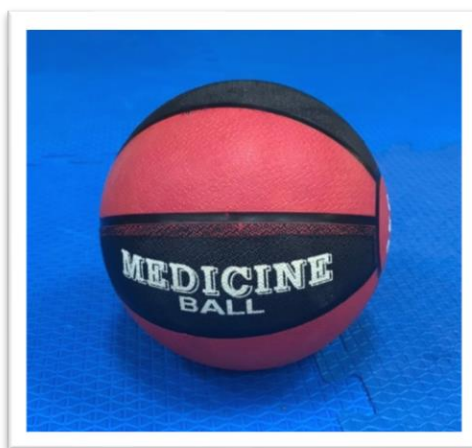
สถานที่ที่ใช้ในการฝึก

โรงยิมฝึกกีฬา 유도โรงเรียนกีฬาจังหวัดศรีสะเกษ

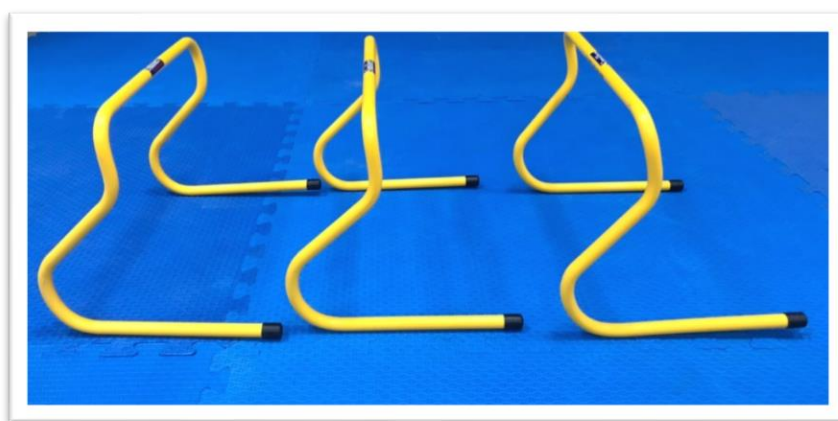


อุปกรณ์

Medicine ball น้ำหนัก 2-5 กิโลกรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร



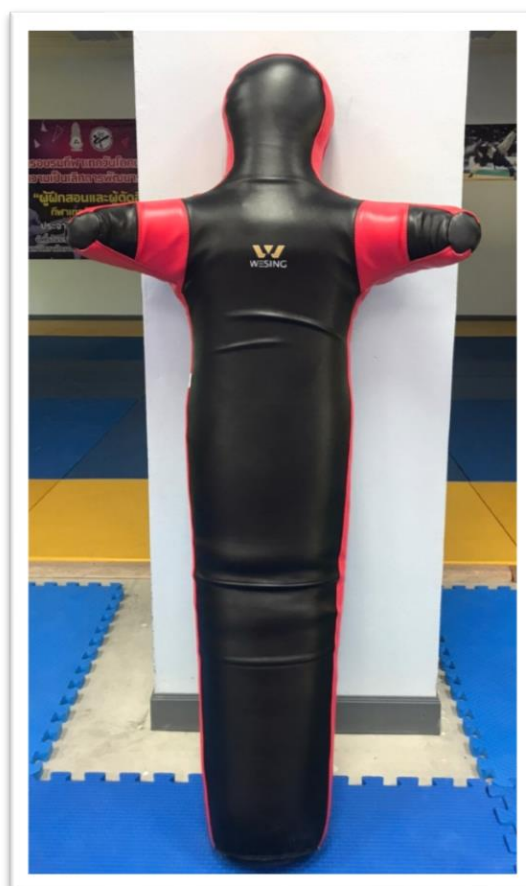
รั้วกระโดด ความสูงของรั้ว 12 และ 36 นิ้ว



Box ความสูงของกล่อง 30-60 เซนติเมตร



หุ่นทิ่ม น้ำหนักของหุ่น 20-50 กิโลกรัม



ภาคผนวก ช
ภาพกิจกรรม

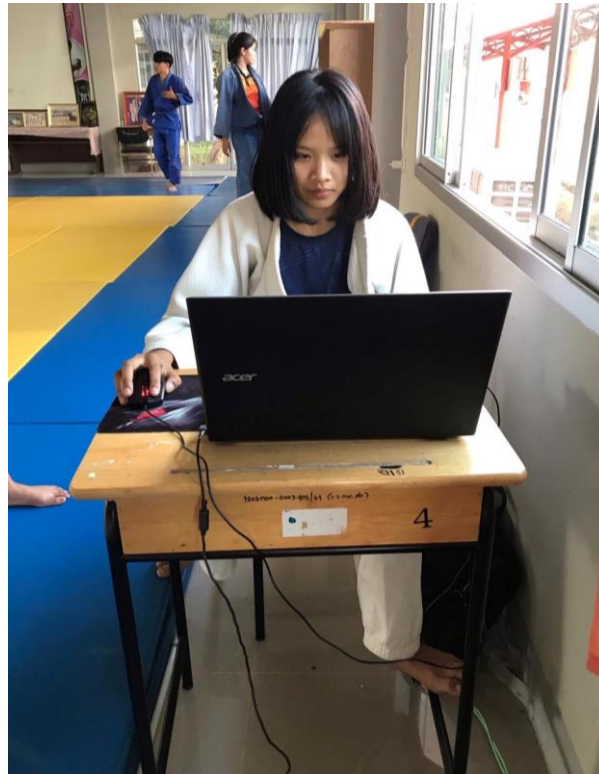
ภาพกิจกรรม













ภาคผนวก ซ
ใบรับรองจริยธรรม



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ
333 หมู่ 1 ตำบลหนองไม้แดง อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20000 โทร 038-054228

หมายเลขใบรับรอง EDU 011/2566

ใบรับรองจริยธรรมการวิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ได้พิจารณาแล้วว่า โครงการวิจัย เรื่อง ผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาฟุตบอลแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อพลังงานเนื้อเยื่อและการทำงานของสมองด้านการคิดค้นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ของนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชนหญิง รหัสโครงการวิจัย TNSU-EDU 074/2565 ที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิจัย นี้ได้

ผู้ดำเนินการหลัก : นางสาวนิลาวัลย์ บุญประเสริฐ
(หัวหน้าโครงการวิจัย)

สังกัดหน่วยงาน : มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี

ประเภทโครงการวิจัย : แบบเต็มคณะ

ลงนาม

(อาจารย์ ดร.ยุทธ ตันสาธิ)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัย
กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์

ครั้งที่ 1

วันที่รับรอง : 13 มกราคม 2566

วันหมดอายุ : 12 มกราคม 2567

- หมายเหตุ
1. ผู้วิจัยต้องทำตามโครงการวิจัยและเอกสารที่ได้รับการรับรอง เท่านั้น
 2. หากมีการแก้ไขเพิ่มเติมโครงการวิจัย หรือการเบี่ยงเบนไปจากโครงการวิจัย ต้องผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ก่อนดำเนินการ เว้นแต่เป็นการกระทำเร่งด่วนเพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมการวิจัย
 3. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ชนิดร้ายแรง ให้รายงานต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ โดยทันที

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุลผู้วิจัย	นางสาวนิลาวัลย์ บุญประถัมภ์
วัน เดือน ปี เกิด	31 สิงหาคม 2537
สถานที่เกิด	อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์
ที่อยู่ปัจจุบัน	62 หมู่ 8 ตำบลชุมแสง อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ 31160
สถานที่ทำงาน	มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตศรีสะเกษ อำเภอเมืองศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ
วุฒิการศึกษา	ปี 2555 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกีฬาจังหวัดศรีสะเกษ ปี 2561 ระดับปริญญาตรี ศีษาศาสตรบัณฑิต (5 ปี) สาขาวิชา พลศึกษา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตศรีสะเกษ ปี 2566 ระดับปริญญาโท ศีษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี