



ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถ
ของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาพลศึกษาและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
พ.ศ. 2569

ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมอง
ด้านการจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาพลศึกษาและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
พ.ศ. 2569
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ

EFFECTS OF FOOTBALL- SPECIFIC COGNITIVE TRAINING ON EXECUTIVE
FUNCTION IN YOUNG FOOTBALL PLAYERS



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

2026

ALL RIGHTS RESERVED BY THAILAND NATIONAL SPORTS UNIVERSITY

ชื่อวิทยานิพนธ์

ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อ
ความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน

ชื่อ สกุลผู้วิจัย

นายธณศานต์ แก้วไวยุทธ์

สาขาวิชา คณะ

พลศึกษาและกีฬา ศึกษาศาสตร์

ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

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

..... ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รจนา ป้องหนู)

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี อนุมัติให้วิทยานิพนธ์
ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รจนา ป้องหนู)

รักษาราชการแทนรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ศักดรินทร์ ธรรมวงศ์)

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

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รจนา ป้องหนู)

Thesis Title Effect of Football - Specific Cognitive Training on Executive Function in Young Football Players

Researcher's name Mr. Thanasan Kaewwaiyut

Disciplines, Faculty Physical Education and Sports, Faculty of Education

Advisor Committee


.....Advisor

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


.....Co-advisor

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

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


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

Acting Deputy Dean of Faculty of Education for Udonthani Campus

Examination Committee


.....Chairman

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


.....Committee

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


.....Committee

(Sakdarin Thammawong, Ph.D.)


.....Committee

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


.....Committee

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

บทคัดย่อ

นายธนศานต์ แก้วไวยุทธ์. (2569). ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รจนา ป้องนุ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน กลุ่มตัวอย่างเป็น นักกีฬาฟุตบอลชาย อายุไม่เกิน 15 ปี จากอคาเดมีสโมสรหนองบัว พิชญ เอฟซี จำนวน 52 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 26 คน ซึ่งได้รับโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล และกลุ่มควบคุม 26 คน ซึ่งได้รับการฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล และแบบทดสอบความสามารถของสมองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย แบบทดสอบ แพลงเคอร์ แบบทดสอบของการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน และแบบทดสอบเทรลเมคคิง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน paired t-test และ Independent t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านการควบคุมยับยั้ง ด้านความจำขณะใช้งาน และด้านความคิดยืดหยุ่น ในช่วงก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า ด้านการควบคุมยับยั้ง โดยใช้แบบทดสอบแพลงเคอร์ ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง ทั้งความเร็วในการตอบสนอง และการตอบสนองอย่างถูกต้อง ภายใต้เงื่อนไขความไม่สอดคล้อง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้อง ด้านความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน ความจำขณะใช้งาน ทั้งการทดสอบเทรลเมคคิง A และการทดสอบเทรลเมคคิง B ไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถทางสมองในช่วงหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าความสามารถทางสมองด้านการควบคุมยับยั้ง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้อง ของแบบทดสอบแพลงเคอร์ แบบสอดคล้อง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นยังมีความสามารถทางสมองในด้านการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน โดยเฉพาะมีจำนวนภาพที่ถูกต้องทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการฝึกซ้อม และออกแบบโปรแกรมการฝึกความสามารถทางสติปัญญาในนักกีฬาฟุตบอลได้อย่างเป็นระบบ โดยผู้ฝึกสอนและ ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการพัฒนาแนวทางการฝึกที่มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมสมรรถภาพทางปัญญา

คำสำคัญ: ความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการ การฝึกเชิงสติปัญญา ฟุตบอล นักกีฬาฟุตบอลเยาวชน

ABSTRACT

Thanasan Kaewwaiyut. (2026). *Effects of Football- Specific Cognitive Training on Executive Function in young football players* (Master of Education), Physical Education and Sport, Faculty of Education
Advisor committee

1. Asst. Prof. Dr. Thanyawat Homsombat
2. Asst. Prof. Dr. Rotjana Pongnoo

This study employed an experimental research design with the objective of examining and comparing the effects of a sport-specific cognitive training program in football on executive functions among youth football players. The sample consisted of 52 male football players aged under 15 years from Nongbua Pitchaya FC Academy. Participants were divided into two groups: an experimental group ($n = 26$), which received the sport-specific cognitive training program, and a control group ($n = 26$), which continued regular football training. The research instruments included the sport-specific cognitive training program and a set of computerized cognitive tests, comprising the Flanker Test, the Design Fluency Test (unique figure design task), and the Trail Making Test (TMT). Statistical analyses included percentage, mean, standard deviation, paired t- test and independent t-test with the level of statistical set at 0.05

The results indicated that prior to the intervention, there were no statistically differences between the experimental and control groups in executive function domains, including inhibitory control, cognitive flexibility, and working memory. Specifically, no significant differences were found in the Flanker Test under both congruent and incongruent conditions (in terms of reaction time and accuracy), the Design Fluency Test, or the Trail Making Test Parts A and B after the training period, significant differences were observed between the groups. The experimental group demonstrated significantly improved inhibitory control, as evidenced by both reaction time and accuracy in the congruent condition of the Flanker Test. Additionally, improvements were found in cognitive flexibility, particularly in the increased number of correct unique designs produced in the Design Fluency Test.

Overall, the results obtained from the present study can be used as a guideline for planning training sessions and systematically designing cognitive training programs for football players. Coaches and related practitioners can utilize this information to develop appropriate and effective training approaches to enhance cognitive performance.

Keyword: Executive Functions, Sport-Specific Cognitive Training, Football, Youth Football Players

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรญาวัฒน์ หอมสมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รจนา ป้องนู อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในการทำวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อีกทั้งให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูษณพาส สมนิล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทรเสม และอาจารย์ ดร.ศักดรินทร์ ธรรมวงศ์ ที่ได้กรุณาเป็นคณะกรรมการร่วมพิจารณา ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำ อันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อ การปรับปรุงวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือทุกท่าน ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาพลศึกษาและกีฬาทุกคน ที่คอยช่วยเหลือแนะนำ สนับสนุนข้อมูลด้านการวิจัย และให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดระยะเวลาของการศึกษา

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาวและ คุณสุเทพ ภู่มงคลสุริยา และผู้ที่อยู่เบื้องหลังแห่งความสำเร็จครั้งนี้ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่พระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณ ทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในการทำวิทยานิพนธ์ จวบจนผู้วิจัยประสบความสำเร็จในครั้งนี้

ธนศานต์ แก้วไวยุทธ์



วิทยาเขตอุดรธานี

สารบัญ

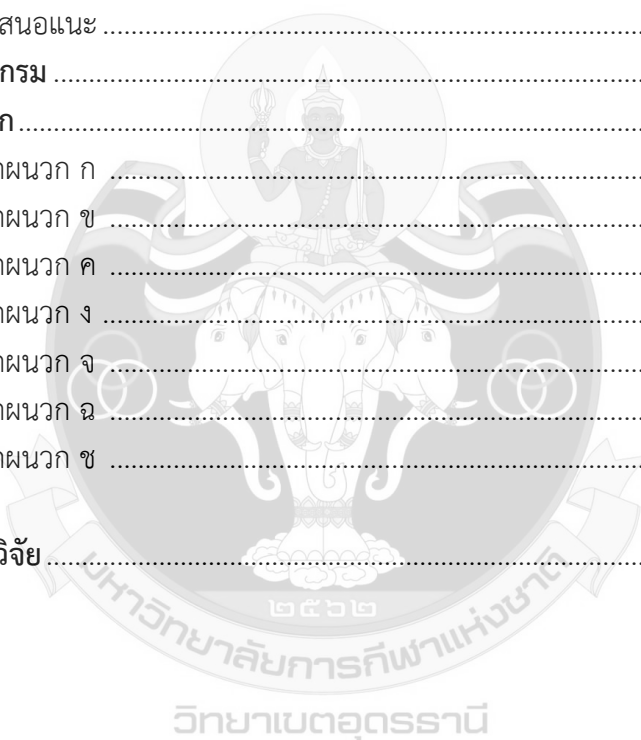
บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
	ขอบเขตของการวิจัย.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
	สมมติฐานการวิจัย.....	7
	ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	7
	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
	กีฬาฟุตบอล.....	9
	องค์ประกอบของกีฬาฟุตบอล.....	10
	ทักษะของกีฬาฟุตบอล.....	12
	สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล.....	14
	กลไกการทำงานของสมองขณะออกกำลังกาย.....	25
	ความหมายของกลไกการทำงานของสมอง.....	25
	การทำงานของสมองขณะออกกำลังกาย.....	31
	ระบบประสาท.....	33
	กระบวนการทำงานของสมอง.....	35
	ความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ.....	36
	หลักการฝึกกีฬา.....	42
	ความหมายของหลักการฝึกกีฬา.....	42
	หลักการพื้นฐานของการฝึก.....	44
	หลักความก้าวหน้า.....	47
	หลักความเฉพาะเจาะจง.....	49
	หลักความหลากหลาย.....	51
	หลักการเฉพาะบุคคล.....	53
	หลักการสม่ำเสมอ.....	55
	หลักการย้อนกลับ.....	58
	หลักการฟื้นฟู.....	60
	ระดับความหนักของการฝึกซ้อมกีฬา.....	62

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2	โปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง.....	70
	ความหมายของโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง	70
	องค์ประกอบของโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง	72
	การฝึกสมรรถภาพทางปัญญา	73
	การรับรู้ทางประสาทสัมผัส.....	75
	การประมวลผลของสมอง	78
	การควบคุมกล้ามเนื้อ	80
	การเรียนรู้ของการเคลื่อนไหว.....	83
	การประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัด.....	86
	ความเร็วในการตอบสนอง.....	89
	การรับรู้เชิงสถานการณ์.....	92
	ระบบประสาทกล้ามเนื้อ	95
	การฝึกการรับรู้.....	98
	กลไกการทำงานของระบบประสาทขณะออกกำลังกาย.....	100
	ความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการ	103
	การประเมินความสามารถของสมอง	108
	วิธีการวัดความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการ.....	108
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	112
	งานวิจัยในประเทศ	112
	งานวิจัยในต่างประเทศ	115
3	วิธีดำเนินการวิจัย	119
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	119
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	121
	เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง.....	121
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	121
	ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	122
	วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือ.....	122
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	122
	การวิเคราะห์ข้อมูล	125

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	126
ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง	126
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	127
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	136
สรุปผลการวิจัย	136
อภิปรายผลการวิจัย	139
ข้อเสนอแนะ	144
บรรณานุกรม	146
ภาคผนวก	191
ภาคผนวก ก	192
ภาคผนวก ข	203
ภาคผนวก ค	208
ภาคผนวก ง	210
ภาคผนวก จ	217
ภาคผนวก ฉ	219
ภาคผนวก ช	221
ประวัติผู้วิจัย	233



สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	8
2.1 กระบวนการทดสอบเทรลเมคคิง เอ.....	108
2.2 กระบวนการทดสอบเทรลเมคคิง บี.....	109
2.3 กระบวนการทดสอบแฟลงเคอร์.....	110
2.4 กระบวนการทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน	111
3.1 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง.....	120
3.2 รูปแบบการดำเนินการวิจัย	124



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ระดับความหนักของการฝึกซ้อมกีฬา	69
4.1 ข้อมูลพื้นฐาน	126
4.2 ข้อมูลอัตราการรับรู้การออกแรงของร่างกาย	127
4.3 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบความสามารถทางสมอง ในช่วงก่อนการฝึกของกลุ่ม ทดลองและกลุ่ม.....	127
4.4 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกของ กลุ่มทดลอง	130
4.5 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกของ กลุ่มควบคุม	131
4.6 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองในช่วงก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	133
4.7 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองในช่วงหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	134



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาฟุตบอลเป็นกิจกรรมที่ต้องการการผสมผสานของทักษะทางเทคนิค กลยุทธ์ และสมรรถภาพทางกายในระดับสูง สมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมไม่เพียงแต่ส่งเสริมประสิทธิภาพในการเล่นเท่านั้น แต่ยังช่วยให้นักกีฬาสามารถปรับตัวต่อสภาพการแข่งขันที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ นอกจากสมรรถภาพทางกายแล้ว สมรรถภาพทางปัญญา (Cognitive abilities) ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งเสริมความสามารถของนักกีฬาฟุตบอล เนื่องจากกีฬาประเภทนี้ต้องอาศัยการตัดสินใจอย่างรวดเร็ว การประมวลผลข้อมูลจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น ตลอดจนการตอบสนองที่แม่นยำภายใต้ภาวะความกดดันสูง (Vestberg et al., 2020, pp. 1-13) การแข่งขันฟุตบอลเป็นกิจกรรมทางกายที่มีลักษณะเฉพาะซับซ้อนและต้องการสมรรถภาพทางกายในหลายมิติ โดยเฉพาะในระดับการแข่งขันจริง นักฟุตบอลต้องเผชิญกับความท้าทายทั้งในด้านความแข็งแรง ความเร็ว ความคล่องตัว และความสามารถทางปัญญาในการตัดสินใจอย่างรวดเร็วภายใต้แรงกดดัน (Heilmann et al., 2024, pp. 1-10) จากการศึกษาถึงระดับความหนักของการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการพัฒนาสมรรถภาพทางปัญญา โดยเฉพาะในด้านการบริหารจัดการ (Executive functions: EFs) ซึ่งรวมถึงความสามารถในการยับยั้งพฤติกรรม ความยืดหยุ่นทางปัญญา และความจำใช้งาน โดยพบว่าการออกกำลังกายระดับปานกลาง เช่น การเดินเร็วหรือการปั่นจักรยาน ช่วยส่งเสริมความสามารถของสมองในการบริหารจัดการ ในด้านการยับยั้งพฤติกรรมและความจำใช้งาน ขณะที่การออกกำลังกายระดับสูง เช่น High-intensity interval training (HIIT) ส่งผลดีต่อความยืดหยุ่นทางปัญญาและการตัดสินใจ แม้ผลลัพธ์อาจแตกต่างกันไปตามบุคคลและระยะเวลาในการฝึก นอกจากนี้กีฬาประเภททักษะเปิด (Open-skill sports) เช่น ฟุตบอลหรือแบดมินตัน ซึ่งต้องตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ยังแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการส่งเสริม ความสามารถของสมองในการบริหารจัดการ มากกว่ากีฬาที่มีการเคลื่อนไหวรูปแบบคงที่ (Closed-skill sports) (Gu et al., 2020, pp. 1-13) โดยกลไกที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสมอง ได้แก่ การกระตุ้นการหลั่ง Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเซลล์ประสาทและการสร้างเครือข่ายประสาท รวมทั้งการเพิ่มปริมาณของสารมีเทาในสมองบริเวณ Prefrontal cortex และ Hippocampus ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อ ความสามารถของสมองในการบริหารจัดการ ดังนั้น การเลือกกิจกรรมและระดับความหนักของการออกกำลังกายที่เหมาะสมจึงสามารถเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมสมรรถภาพทางปัญญาในกลุ่มนักกีฬาได้ (Huang et al., 2023, pp. 1-10) ซึ่งสอดคล้องกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ พบว่าระดับความหนัก (Intensity level) ของการแข่งขันฟุตบอลสามารถจัดอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก (High to very high intensity) ซึ่งสะท้อนถึงความต้องการทางร่างกายและจิตใจใน

ระดับที่เข้มข้น จากการศึกษาที่ผ่านมา สรุปได้ว่า ระดับความหนักในขณะทำการแข่งขันฟุตบอล โดยเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate: HR) ประมาณ ร้อย 84–85 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HRmax) การใช้ออกซิเจน (VO2) พบว่า เฉลี่ยร้อยละ 83.9 ของ VO2max แสดงให้เห็นถึงความต้องการพลังงานที่สูงและการทำงานของระบบแอโรบิกอย่างเข้มข้น (Heilmann et al., 2024, pp. 1-11) นอกจากนี้ยังพบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแลคเตทในเลือดในระหว่างการแข่งขัน (Blood lactate concentration) อยู่ในช่วง 4–8 mmol/L แสดงถึงการมีส่วนร่วมของระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic system) ที่มากขึ้นในช่วงที่มีการออกแรงสูง เช่น การวิ่งสปринต์หรือการปะทะกับคู่ต่อสู้ นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยระดับความรู้สึกเหนื่อยของนักกีฬา (Rating of perceived exertion: RPE) อยู่ในระดับ 7–9 จาก 10 ซึ่งอยู่ในช่วงหนักถึงหนักมาก (Aprianono et al., 2024, pp. 290-301)

ความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ (Executive function) เป็นหนึ่งในสมรรถภาพทางปัญญาที่เป็นความสามารถในการรับรู้ ประมวลผล และใช้ข้อมูลทางปัญญาเพื่อทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ซึ่งความสามารถของสมองในการบริหารจัดการที่มีความสำคัญและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับประสิทธิภาพการเล่นของนักกีฬาฟุตบอล โดยเฉพาะที่เกิดจากการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาเฉพาะด้านกีฬา (Sport-specific cognitive training: SSCT) มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอล โดยเฉพาะในด้านที่เป็นองค์ประกอบของหน้าที่บริหาร (Executive functions: EFs) ที่ประกอบด้วย การยับยั้งควบคุม (Inhibitory control) ความจำขณะใช้งาน (Working memory) ความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) (Vestberg et al., 2021, pp. 1-5) มีหลักฐานยืนยันว่า การฝึกกระบวนประสาทกล้ามเนื้อร่วมกับการรับรู้ทางปัญญา (Neuromuscular cognitive training: NCT) ส่งผลต่อสมรรถภาพทางปัญญาหลายด้าน โดยเฉพาะการกระตุ้นการเชื่อมต่อของเครือข่ายสมอง (Brain network connectivity) เครือข่ายการมองเห็น (Visual network) และความสนใจ (Attentional network) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการตัดสินใจ และการตอบสนองอย่างรวดเร็วในเกมกีฬา เช่น ฟุตบอล (Martins et al., 2023, pp. 1-25) ในทำนองเดียวกัน การฝึกที่ผสมสมรรถภาพทางกายและทางปัญญา เช่น Brain endurance training (BET) ช่วยให้สมองรักษาประสิทธิภาพในการตัดสินใจและทักษะทางเทคนิคได้แม้อยู่ในภาวะเหนื่อยล้า เสริมสร้างความทนทานทางปัญญา (Cognitive resilience) และลดผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง (Staiano et al., 2025, pp. 69–76) นอกจากนี้ การฝึกแบบสติปัญญาพร้อมกับ การเคลื่อนไหว (Cognitive-motor training: CMT) ยังช่วยพัฒนาความสามารถด้านการวางแผน และการค้นหาด้วยสายตาในนักฟุตบอลเยาวชน โดยกระตุ้นสมองให้ประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่และตัดสินใจได้รวดเร็วแม่นยำ (Casella et al., 2022, pp. 1–12) ขณะที่การฝึกที่ผสมระหว่างทักษะทางกายกับกระบวนการทางความคิด เช่น Agility drills, Ball reaction drills และ Dual-task training กระตุ้นสมองส่วนหน้า (Prefrontal cortex) เพิ่มการประสานงานระหว่างระบบประสาทส่วนกลางกับกล้ามเนื้อ (CNS–muscle integration) และเสริมการทำงานร่วมของระบบการรับรู้และการเคลื่อนไหว (Perception–action coupling) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการตัดสินใจในเกมฟุตบอล (Marinkovic et al., 2024, pp. 1-13 ; Álvarez-Serrano et al., 2023, pp. 1-10)

โดยรวมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงด้านกีฬา ทั้งแบบ NCT, BET และ CMT ช่วยพัฒนาความสามารถของสมองในการบริหารจัดการ เพิ่มความแม่นยำและความเร็วในการตัดสินใจ ลดผลกระทบจากความเหนื่อยล้า และเสริมสร้างความทนทานต่อความเครียด ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการแข่งขันฟุตบอลระดับสูง (Staiano et al., 2025, pp. 69-76)

การฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงด้านกีฬาเป็นการฝึกประสานงานระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความเร็วในการประมวลผลข้อมูล (Processing speed) โดยเฉพาะในนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจ การตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ และการปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวและการตอบสนองในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลในเวลาสั้น ๆ จากการศึกษาของ (Gonzalez-Fernandez et al., 2021, pp. 1-12) ที่ศึกษาการฝึกประสานงานและความคล่องตัว (Agility and balance training) ในนักกีฬาฟุตบอลรุ่นอายุ 16 ปี จำนวน 40 คน พบว่า การฝึกเหล่านี้ช่วยปรับปรุงการทำงานของสมองและระบบประสาท โดยเฉพาะในด้านการตอบสนองและการปรับตัวใน สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง การฝึกเช่นนี้เพิ่มความเร็วในการประมวลผลข้อมูลของระบบประสาทที่ช่วยในการตัดสินใจที่รวดเร็วและแม่นยำในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน ในขณะที่การศึกษาของ Marinkovic et al. (2024, pp. 1-13) ชี้ให้เห็นว่า การฝึกประสานงานและความคล่องตัวช่วยให้ระบบประสาทสามารถทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลให้สมองตอบสนองเร็วขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การเลี้ยงบอล การเปลี่ยนทิศทาง การตอบสนองต่อการโจมตี หรือ การป้องกัน ซึ่งการปรับปรุงในด้านนี้จะส่งผลโดยตรงต่อการตัดสินใจและประสิทธิภาพในการเล่นฟุตบอล รวมทั้งการศึกษาของ Alvarez-Serrano et al. (2023, pp. 1-10) ที่ยืนยันว่า การฝึกประสานงานและความคล่องตัวส่งผลดีต่อการพัฒนาในด้านการเรียนรู้และการทำงานของสมอง โดยเฉพาะการฝึกที่เกี่ยวข้องกับการทำงานทางสมองและการประสานงานกล้ามเนื้อ ที่ทำให้การประมวลผลข้อมูลเร็วขึ้น และการฝึกประสานงานและความคล่องตัวในนักกีฬาฟุตบอลช่วยให้สมองสามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเล่นฟุตบอลในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Panagoulis et al., 2020, pp. 516-526) โดยสรุป การฝึกสมรรถภาพทางปัญญาเฉพาะด้านกีฬา เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาความเร็วในการประมวลผลข้อมูล (Processing speed) โดยการปรับปรุงการทำงานของสมองและระบบประสาทในหลายระดับ การฝึกเหล่านี้ช่วยเพิ่มความเร็วในการตอบสนองและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของสมองในด้านต่าง ๆ ส่งผลให้สามารถตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสนามฟุตบอล (Casella et al., 2022, pp. 1-12)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงจะได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีหนึ่งในการพัฒนาความสามารถของสมองในการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอล แต่มีผลการศึกษาที่ผ่านมาที่ พบว่า การฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะด้านกีฬาอาจไม่ส่งผลเชิงบวกต่อความสามารถของสมองในการบริหารจัดการในบางบริบทหรือกลุ่มนักกีฬา เช่นการศึกษาของ Skala and Zemková (2023, pp. 1-12) ที่พบว่า การฝึกเชิงสติปัญญาเฉพาะด้านกีฬามีผลกระทบของความล้า (Fatigue) ต่อการยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory control) โดยเฉพาะการฝึกแบบ Small-sided games (SSG) ซึ่งเป็นการฝึกที่เน้นการเคลื่อนไหวและการตัดสินใจในพื้นที่จำกัด ทำให้เกิดความล้าในนักฟุตบอล

เยาวชน ส่งผลให้ความแม่นยำในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าลดลง ถึงแม้ว่าผลการศึกษาจะยืนยันว่าความเร็วในการตอบสนองจะไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งการศึกษาของ Hüttermann et al. (2024, pp. 1-12) ที่สนับสนุนว่า การฝึกเฉพาะด้าน (Domain-specific cognitive training) อาจไม่เพียงพอ โดยเฉพาะการฝึกที่เน้นการพัฒนาทักษะทางปัญญาเฉพาะด้านในนักฟุตบอลเยาวชนอายุ 13-15 ปี เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ไม่ได้ส่งผลต่อความสามารถของสมองในการบริหารจัดการอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้บางการศึกษายังพบว่า การฝึกการฝึกเชิงสติปัญญาเฉพาะด้านก็ส่งผลให้นักกีฬาฟุตบอลเยาวชนอายุ 13-15 ปี มีความยืดหยุ่นทางปัญญาที่ดีขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการพัฒนาความสามารถทางปัญญาทั่วไปหรือผลจากการเรียนรู้ แต่จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงด้านกีฬาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ อาจไม่ได้ช่วยเสริมสมรรถภาพความสามารถของสมองในการบริหารจัดการในผู้เล่นฟุตบอลเยาวชน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีผลกระทบจากนักกีฬาที่มีทักษะสูงอยู่แล้ว Heilmann et al. (2024, pp.1-10) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Silvestri et al. (2025, pp. 1-18) ที่ยืนยันว่า การฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในด้านกีฬา มุ่งเน้นที่การพัฒนาการทำงานร่วมกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อผ่านการฝึกที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว ความคล่องตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ถึงแม้ว่าการฝึกเชิงสติปัญญาเฉพาะด้านกีฬาจะสามารถปรับปรุงการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและส่วนปลายได้ แต่ไม่พบหลักฐานที่ชัดเจนว่าการฝึกเชิงสติปัญญาเฉพาะด้านกีฬาเพียงอย่างเดียวสามารถปรับปรุงความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการได้อย่างมีนัยสำคัญ และบางผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบ 3D-multiple object tracking (3D-MOT) ช่วยปรับปรุงความสามารถเฉพาะด้านที่ได้รับการฝึก เช่น ความสามารถในการติดตามวัตถุหลายชิ้นพร้อมกัน ได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่การพัฒนาในด้านอื่น เช่น ความชัดเจนในการมองเห็น (Visual clarity) และการยับยั้งพฤติกรรม (Inhibition) มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและไม่เด่นชัด (Scharfen & Memmert., 2021, pp. 1-12)

จากการศึกษาที่ผ่านมา แม้ว่าการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาจะมีศักยภาพในการเสริมความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการในบริบทของกีฬาโดยตรง แต่ก็ยังมีข้อจำกัดหลายประการที่ควรศึกษาเพิ่มเติม หลายโปรแกรมฝึกปรับให้เข้ากับสถานการณ์เฉพาะของกีฬา เช่น ฟุตบอล หรือบาสเกตบอล ทำให้การพัฒนาทักษะทางปัญญาที่เกิดขึ้นอาจไม่สามารถถ่ายทอดไปยังบริบทอื่นหรือทักษะทั่วไป (General cognitive functions) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Heilmann et al., 2024, pp. 1-10) การศึกษาพบว่า การฝึกเช่น 3D-multiple object tracking (3D-MOT) หรือโปรแกรม Agility and balance training แม้ช่วยพัฒนาการยืดหยุ่นทางความคิด สมาธิและความตั้งใจจดจ่อ การควบคุมยับยั้ง ความจำขณะใช้งาน และการติดตามวัตถุหลายชิ้น แต่ไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจหรือทักษะการเล่นในสนามจริงของนักฟุตบอลเยาวชน (Romeas et al., 2024, pp. 12-22) นอกจากนี้ ระยะเวลาในการฝึกเพียง 6-8 สัปดาห์ อาจไม่เพียงพอในการสร้างการเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาทในระดับลึก เช่น Neuroplasticity หรือโครงสร้างสมอง (Hüttermann et al., 2024, pp. 1-12) นอกจากนี้ การฝึกเชิงสติปัญญาที่ไม่บูรณาการระหว่างกระบวนการคิดกับการเคลื่อนไหวจริง และขาดการกระตุ้นระบบ Perception-action อย่างเต็มที่ อาจไม่เพิ่มความสามารถของสมอง

ด้านการจัดการ โดยเฉพาะในนักกีฬาที่มีทักษะสูงอยู่แล้วอาจไม่แสดงการพัฒนาเพิ่มเติมอย่างชัดเจน (Heilmann et al., 2024, pp. 1-11; Scharfen & Memmert, 2021, pp. 1-12) และการฝึกฝนอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องในระยะยาว เช่น โปรแกรมการฝึกซ้อมหรือการฝึกทางกีฬาที่มีความเข้มข้นและมีโครงสร้างชัดเจนเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ขึ้นไป กระบวนการดังกล่าวสามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างไซแนปส์ใหม่ (synaptogenesis) ส่งผลให้โครงข่ายประสาทมีความหนาแน่นและมีการเชื่อมโยงกันมากขึ้น ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการประมวลผลข้อมูล การตัดสินใจ และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น (Fields, 2023, pp. 123–137) ดังนั้น แม้จะมีศักยภาพในการพัฒนาทักษะด้านการตัดสินใจและความยืดหยุ่นทางความคิดในสถานการณ์แข่งขัน แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่ทำให้เกิดความจำเป็นในการศึกษาต่อยอด โดยเฉพาะในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ข้อจำกัดสำคัญ ได้แก่ การถ่ายทอดผลที่อาจจำกัดอยู่เฉพาะในงานหรือสถานการณ์จำลองของกีฬา ระยะเวลาและความเข้มข้นของการฝึกที่ยังไม่เพียงพอ การขาดการบูรณาการระหว่างการคิดและการเคลื่อนไหวจริง ความแตกต่างตามระดับทักษะของนักกีฬา จากเหตุผลที่มีการขัดแย้งของผลการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักกีฬาฟุตบอลชายที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า อายุไม่เกิน 15 ปี จำนวน 80 คน จาก อคาเดมีสโมสรหนองบัว พิชญ เอฟซี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักกีฬาฟุตบอลชาย อายุไม่เกิน 15 ปี จาก อคาเดมีสโมสรหนองบัว พิชญ เอฟซี จำนวน 52 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 26 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 26 คน

1. **กลุ่มทดลอง** การฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล จำนวน 26 คน

2. **กลุ่มควบคุม** ฝึกซ้อมฟุตบอลตามโปรแกรมปกติ จำนวน 26 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. **ตัวแปรอิสระ** การฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล

2. **ตัวแปรตาม** ความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการ ประกอบด้วย การควบคุมยับยั้ง ความจำขณะใช้งาน และความคิดยืดหยุ่น

ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2569 ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2569

สถานที่ดำเนินการวิจัย

สถานที่ดำเนินการวิจัย คือ สโมสรหนองบัว พิชญ เอฟซี ต.หนองบัว อ.เมือง จ.หนองบัวลำภู

นิยามศัพท์เฉพาะ

การฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล (Sport-specific cognitive training) หมายถึง การฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของนักกีฬาในด้าน การควบคุมยับยั้ง ความจำขณะใช้งาน และความคิดยืดหยุ่น

ความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการ (Executive function) หมายถึง ความสามารถทางปัญญาระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมพฤติกรรม การกำกับตนเอง การแก้ปัญหา และการตั้งเป้าหมายของนักกีฬาฟุตบอล ซึ่งประกอบด้วยความสามารถหลัก 3 ด้าน ได้แก่ การควบคุมยับยั้ง (Inhibitory control) ความจำขณะใช้งาน (Working memory) และความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) ประกอบด้วย

การควบคุมยับยั้ง (Inhibitory control) หมายถึง ความสามารถในการระงับหรือยับยั้งการตอบสนองที่ไม่เหมาะสมหรืออัตโนมัติ เพื่อเลือกพฤติกรรมที่เหมาะสมกับบริบท ทางกีฬา การควบคุมยับยั้งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของหน้าที่บริหาร ที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการตัดสินใจและการแสดงออกของนักกีฬา

ความจำขณะใช้งาน (Working memory) หมายถึง ความสามารถของสมองในการเก็บรักษาและจัดการข้อมูลในช่วงเวลาสั้น ๆ เพื่อใช้ควบคุมพฤติกรรม การตัดสินใจ และการตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับเปลี่ยนแนวทางการคิดหรือพฤติกรรมเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ใหม่หรือต้องเปลี่ยนเป้าหมาย ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถทางปัญญาที่สำคัญซึ่งนักกีฬาจำเป็นต้องมีเพื่อให้สามารถปรับตัวและตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและไม่แน่นอนในระหว่างการแข่งขัน

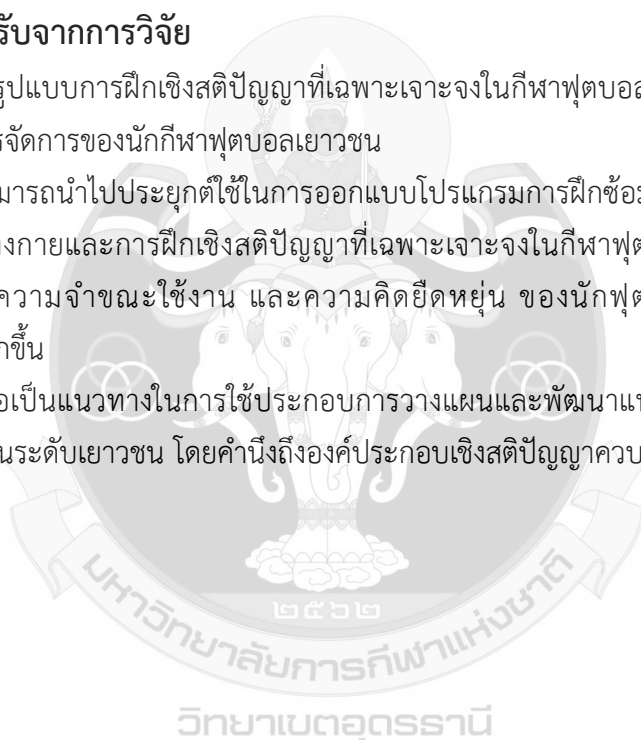
นักกีฬาฟุตบอลเยาวชน หมายถึง นักกีฬาฟุตบอลชายอายุไม่เกิน 20 ปี (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2550, น. 1-19) ซึ่งในการศึกษานี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลเพศชายอายุไม่เกิน 15 ปี ซึ่งผ่านกระบวนการคัดเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดและได้รับการคัดเลือกเข้าสู่ทีมอคาเดมี่ของสโมสรหนองบัว พิชญ เอฟซี

สมมติฐานของการวิจัย

นักกีฬาฟุตบอลชายที่ได้รับการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลมีความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการฝึกซ้อมฟุตบอลโปรแกรมปกติ

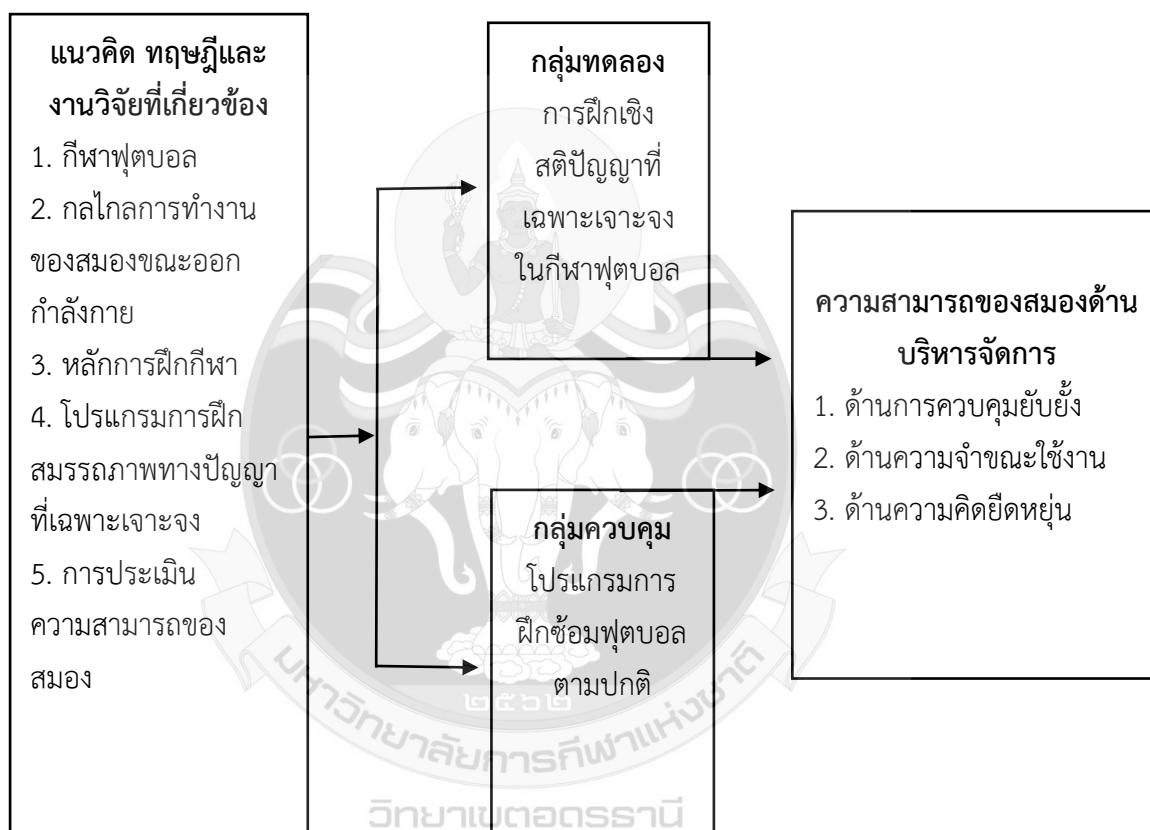
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

1. ได้รูปแบบการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลที่มีต่อความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน
2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมที่ผสมผสานระหว่างการฝึกสมรรถภาพทางกายและการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล เพื่อเสริมสร้างการควบคุมยับยั้ง ความจำขณะใช้งาน และความคิดยืดหยุ่น ของนักฟุตบอลเยาวชนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประกอบการวางแผนและพัฒนาแนวทางในการส่งเสริมการฝึกซ้อมฟุตบอลในระดับเยาวชน โดยคำนึงถึงองค์ประกอบเชิงสติปัญญาควบคู่กับสมรรถภาพทางกาย



กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน และเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้สรุปกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



ภาพ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมและเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. กีฬาฟุตบอล
2. กลไกการทำงานของสมองขณะออกกำลังกาย
3. หลักการฝึกกีฬา
4. โปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง
5. การประเมินความสามารถของสมอง
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กีฬาฟุตบอล

กีฬาฟุตบอลเป็นกิจกรรมการแข่งขันที่มีความเป็นสากลสูง โดยมีรูปแบบการเล่นที่ชัดเจน และโครงสร้างของเกมที่ซับซ้อน ซึ่งผู้เล่นต้องอาศัยทักษะเฉพาะด้าน เช่น การควบคุมลูกบอล การส่งบอล การเคลื่อนที่ และการทำประตู นอกจากนี้ยังเน้นบทบาทของฟุตบอลในฐานะสื่อกลางในการส่งเสริมความสามัคคี ความหลากหลายทางวัฒนธรรม และการเรียนรู้ทางสังคม ผ่านการทำงานเป็นทีมภายใต้กติกาที่ยอมรับในระดับนานาชาติ และ (Stebbins, 2020, pp. 842-843) ฟุตบอลมิได้เป็นเพียงกิจกรรมทางกายภาพเท่านั้น หากแต่เป็น “กีฬาแห่งการคิดและการตัดสินใจ” ที่หลอมรวมกระบวนการทางปัญญา สังคม และวัฒนธรรมเข้าไว้ด้วยกันอย่างลึกซึ้ง โดย da Costa et al. (2024, pp. 1–15) ชี้ให้เห็นว่า ฟุตบอลเป็นกีฬาที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจภายใต้สภาวะกดดัน ผู้เล่นต้องสามารถคาดการณ์การเคลื่อนไหวของคู่ต่อสู้ ปรับกลยุทธ์ได้อย่างรวดเร็ว และทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมทีมอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ฟุตบอลเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงกลยุทธ์และการทำงานเป็นทีม ในทำนองเดียวกัน Martín-Rodríguez et al. (2024, pp. 1–14) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ฟุตบอลเป็นรูปแบบของการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนซึ่งเชื่อมโยงระหว่างกระบวนการเคลื่อนไหว (Motor control) กับการประมวลผลข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม (Perceptual-cognitive integration) ความสามารถของผู้เล่นจึงขึ้นอยู่กับ การฝึกฝนที่มีความเฉพาะเจาะจงและต่อเนื่อง โดยเน้นการพัฒนาองค์ประกอบทางกาย เช่น ความเร็ว ความคล่องตัว และการประสานงาน

กับผู้อื่นในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะพลวัตของเกมฟุตบอลในฐานะกิจกรรมที่ต้องใช้ทั้งสมองและร่างกายร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ Martinez et al. (2025, pp. 25–40) ได้มองฟุตบอลในมิติทางสังคมและวัฒนธรรม โดยชี้ว่าฟุตบอลมิได้มีคุณค่าเพียงในเชิงการแข่งขันเท่านั้น แต่ยังเป็นระบบสังคมที่สะท้อนคุณธรรม เช่น ความยุติธรรม การเคารพกติกา และการทำงานร่วมกันอย่างมีเป้าหมาย อีกทั้งยังเป็นพื้นที่การเรียนรู้ที่ไม่เป็นทางการซึ่งช่วยหล่อหลอมอัตลักษณ์ของผู้เล่น โดยเฉพาะในกลุ่มเยาวชนที่สามารถพัฒนาภาวะผู้นำ การควบคุมอารมณ์ และความรับผิดชอบต่อส่วนรวมผ่านการเล่นฟุตบอล สุดท้าย Bangsbo et al. (2020, pp. 665–674) ได้อธิบายฟุตบอลในเชิงระบบว่าเป็นกิจกรรมทางกายที่มีโครงสร้างเกมชัดเจน ผู้เล่นต้องเรียนรู้การวางแผนเชิงยุทธวิธี การควบคุมอารมณ์ และการทำงานเป็นทีมภายใต้กรอบการแข่งขัน ทั้งยังเน้นความสำคัญของการฝึกซ้อมเชิงวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาได้ทั้งสมรรถภาพทางกายและทางปัญญาอย่างเป็นระบบ เพื่อยกระดับประสิทธิภาพของผู้เล่นในระดับสูง

สรุปการเล่นฟุตบอลมีประโยชน์ต่อสุขภาพทั้งทางกายและจิตใจของเยาวชน โดยช่วยลดความวิตกกังวลและภาวะซึมเศร้า เสริมสร้างความมั่นใจในตนเอง และส่งเสริมพฤติกรรมทางสังคมที่ดี (Waltzman et al., 2024, pp. 22-29) นอกจากนี้ ฟุตบอลยังเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญ เช่น การทำงานเป็นทีม ความเป็นผู้นำ และการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการเติบโตและการมีส่วนร่วมในสังคมอย่างมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบของกีฬาฟุตบอล

กีฬาฟุตบอลประกอบด้วยองค์ประกอบหลักหลายด้านที่ส่งเสริมให้นักกีฬาเล่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและครบถ้วนทั้งร่างกาย จิตใจ และสังคม โดยแบ่งได้เป็น 5 องค์ประกอบดังนี้

1. ทักษะพื้นฐาน (Technical skills) ในกีฬาฟุตบอล หมายถึง ความสามารถเฉพาะทางที่ผู้เล่นใช้ในการควบคุม จ่ายบอล เลี้ยงบอล ยิงประตู และป้องกัน ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการเล่นอย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะพื้นฐานถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการถ่ายทอดกลยุทธ์และการตัดสินใจในสนามสู่การปฏิบัติจริง โดยผู้เล่นที่มีทักษะทางเทคนิคที่แม่นยำและมั่นคงจะสามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การฝึกฝนทักษะพื้นฐานอย่างต่อเนื่องภายใต้บริบทของเกมจริง (Game-related context) จะช่วยให้ผู้เล่นสามารถบูรณาการทักษะเหล่านี้เข้ากับการตัดสินใจเชิงยุทธวิธีได้ดียิ่งขึ้น (Slaidins & Fernate, 2021, pp. 121–135)

2. กลยุทธ์และแทคติก (Tactical knowledge) ในกีฬาฟุตบอล หมายถึง ความเข้าใจในหลักการเล่น การจัดตำแหน่ง และการวางแผนของทีมในการแข่งขัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเล่นและเอาชนะคู่ต่อสู้ ทั้งในระดับบุคคลและระดับทีม โดย Tactical knowledge มีองค์ประกอบหลักดังนี้ ความเข้าใจในรูปแบบการเล่น (Formation understanding) การตัดสินใจในเกม (Decision-making) การวางตำแหน่ง (Positioning) การวิเคราะห์และปรับกลยุทธ์ (Strategic adjustment) (Matos et al., 2023, pp. 1-13)

3. สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) สมรรถภาพทางกายถือเป็นพื้นฐานสำคัญในการแสดงสมรรถนะทางกายภาพของนักฟุตบอลในการฝึกซ้อมและการแข่งขัน โดยเฉพาะในการเคลื่อนไหวที่ต้องการความรวดเร็ว ความทนทาน และการควบคุมร่างกายที่มีประสิทธิภาพ โดยสมรรถภาพทางกายประกอบด้วยหลายองค์ประกอบ ได้แก่ ความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiorespiratory endurance) ซึ่งช่วยให้นักฟุตบอลสามารถรักษาความเข้มข้นของการเล่นในระดับสูงได้อย่างต่อเนื่องตลอดการแข่งขัน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ที่ช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพในการปะทะ การกระโดด การวิ่ง และการยิงประตู ความเร็วและความคล่องตัว (Speed and agility) เป็นคุณลักษณะที่จำเป็นในการเปลี่ยนทิศทางและตอบสนองต่อสถานการณ์ของเกมได้อย่างรวดเร็ว ความยืดหยุ่น (Flexibility) ซึ่งมีส่วนช่วยในการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ลดโอกาสการบาดเจ็บจากการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วหรือรุนแรง องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ซึ่งสะท้อนถึงสัดส่วนของไขมัน กล้ามเนื้อ และมวลกระดูก โดยองค์ประกอบที่เหมาะสมส่งผลต่อการเคลื่อนไหวและความแข็งแรง (Padhan & Mohapatra, 2025, pp. 1132–1139)

4. ปัจจัยทางจิตวิทยา (Psychological factors) ในบริบทของกีฬาฟุตบอล ปัจจัยทางจิตวิทยาเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในด้านการควบคุมอารมณ์ การมีแรงจูงใจภายใน และการจัดการกับแรงกดดัน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการเล่นและการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ของเกม องค์ประกอบสำคัญของปัจจัยทางจิตวิทยาประกอบด้วย แรงจูงใจ (Motivation) ซึ่งแบ่งเป็นแรงจูงใจภายใน (Intrinsic) และภายนอก (Extrinsic) มีผลต่อความพยายามในการฝึกซ้อมและการตั้งเป้าหมายระยะยาว ความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-confidence) เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อความมั่นใจในการตัดสินใจและความกล้าในการแสดงทักษะภายใต้สถานการณ์ที่กดดัน การควบคุมความเครียดและความวิตกกังวล (Stress and anxiety management) ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งในเกมการแข่งขันที่มีความเข้มข้นและเต็มไปด้วยความเสี่ยง การมีสมาธิ (Concentration) ที่ส่งผลต่อการประมวลผลข้อมูล การตัดสินใจ และการตอบสนองต่อสถานการณ์อย่างเหมาะสม นักฟุตบอลที่สามารถพัฒนาความสามารถทางจิตวิทยาเหล่านี้จะสามารถรักษาระดับการเล่นที่สม่ำเสมอ และสามารถรับมือกับความเปลี่ยนแปลงของเกมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Antonio, 2023, pp. 13–23)

5. การทำงานร่วมกันเป็นทีม (Team cohesion) ในกีฬาฟุตบอล หมายถึง ความสามัคคีในทีม หรือความเหนียวแน่นของทีม (Team cohesion) เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของทีมฟุตบอล เนื่องจากกีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาประเภททีมที่ต้องอาศัยการสื่อสาร การประสานงาน และความไว้วางใจระหว่างสมาชิกในทีม โดยการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดความขัดแย้ง สร้างพลังงานเชิงบวก และสนับสนุนให้แต่ละบุคคลแสดงศักยภาพอย่างเต็มที่ การทำงานร่วมกันเป็นทีมสามารถแบ่งออกเป็น 2 มิติ ได้แก่ Cohesion เชิงงาน (Task cohesion)

ซึ่งเกี่ยวข้องกับความตั้งใจในการร่วมมือเพื่อบรรลุเป้าหมายทางการแข่งขันของทีม Cohesion เชิงสังคม (Social cohesion) ซึ่งหมายถึงความสัมพันธ์ส่วนบุคคล ความสนิทสนมและความเป็นมิตรระหว่างสมาชิกในทีม ความเหนียวแน่นของทีมยังสัมพันธ์กับความพึงพอใจในการเล่น ความสามารถในการฟื้นตัวจากความล้มเหลว และความยั่งยืนของแรงจูงใจในการฝึกซ้อมและแข่งขัน (O'Donnell et al., 2025, pp. 117–118)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า กีฬาฟุตบอลประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 5 ด้าน ได้แก่ ทักษะพื้นฐาน (Technical skills) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการควบคุม จ่ายบอล และป้องกันบอล กลยุทธ์และแทคติก (Tactical knowledge) ครอบคลุมความเข้าใจรูปแบบการเล่น การตัดสินใจ วางตำแหน่ง และปรับกลยุทธ์ สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) ที่รวมความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด ความแข็งแรง ความเร็ว ความคล่องตัว และความยืดหยุ่น ปัจจัยทางจิตวิทยา (Psychological factors) ซึ่งมีบทบาทในการเตรียมความพร้อมทางจิตใจและการตัดสินใจภายใต้ความกดดัน และการทำงานร่วมกันเป็นทีม (Team cohesion) ที่ส่งเสริมความผูกพันและความร่วมมือเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

ทักษะของกีฬาฟุตบอล

Bennett et al. (2024, pp. 397–400) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะของกีฬาฟุตบอล หมายถึง ความสามารถเฉพาะตัวของผู้เล่นในการควบคุมและจัดการลูกฟุตบอลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อคุณภาพของการเล่นในทุกสถานการณ์ ทักษะเหล่านี้ครอบคลุมทั้งการรุกและการรับ ทักษะในกีฬาฟุตบอลสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ ทักษะพื้นฐาน (Basic or technical skills) ทักษะเฉพาะสถานการณ์ (Situational or tactical skills) ซึ่งทักษะทั้งสองประเภทนี้มีความสัมพันธ์กันและจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างสมดุลเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพของนักฟุตบอลโดยรวมในทุกระดับ

1. การหยุดบอลและควบคุมบอล (Controlling) ในกีฬาฟุตบอล หมายถึง การควบคุมลูกบอลเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในทุกสถานการณ์ของเกมฟุตบอล ไม่ว่าจะเป็นการรับลูกจากการส่งหรือการเก็บบอลจากการกระดอนกลับ การควบคุมลูกบอลที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้เล่นสามารถรักษาการครองบอลและเตรียมพร้อมสำหรับการกระทำถัดไป เช่น การส่งบอลหรือการยิง ทักษะการควบคุมประกอบด้วยหลายรูปแบบ ได้แก่ การหยุดลูกด้วยฝ่าเท้า การควบคุมด้วยต้นขา และการใช้ลำตัวเพื่อกันบอล โดยผู้เล่นต้องสามารถควบคุมบอลในพื้นที่จำกัดและภายใต้แรงกดดันจากฝ่ายตรงข้าม ความแม่นยำและจังหวะของการหยุดลูก (First touch) มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของการเคลื่อนไหวและการตัดสินใจของผู้เล่นในช่วงเวลาสำคัญของเกม (Hasan & Clemente, 2021, pp. 3-7)

2. การเลี้ยงบอล (Dribbling) ในกีฬาฟุตบอล หมายถึง การเลี้ยงบอลเป็นทักษะที่ใช้ในการหลบหลีกคู่ต่อสู้และพาบอลไปยังพื้นที่ที่ต้องการ โดยผู้เล่นต้องสามารถควบคุมบอลให้ใกล้ชิดเพื่อรักษาการครองบอล พร้อมทั้งเปลี่ยนทิศทางหรือความเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเลี้ยงบอลที่

ดีไม่เพียงแต่ต้องอาศัยความคล่องแคล่วของร่างกาย แต่ยังรวมถึงการมองเห็นภาพรวมของสนามและการใช้กลยุทธ์เพื่อหลบหลีกแรงกดดัน การเลี้ยงบอลในสถานการณ์จริงต้องอาศัยทั้งทักษะด้านเทคนิค ความเร็วในการเคลื่อนไหว และการตัดสินใจในระดับสูง (Giordano et al., 2019, pp. 228–232)

3. การส่งบอล (Passing) ในกีฬาฟุตบอล หมายถึง การส่งบอลเป็นทักษะที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างเกมรุกและรักษาจังหวะของการแข่งขัน โดยผู้เล่นต้องพิจารณาทั้งทิศทาง ความแรง และระยะทางของการส่งบอล รวมถึงต้องคำนึงถึงตำแหน่งของเพื่อนร่วมทีมและคู่ต่อสู้ การส่งบอลอาจทำได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การส่งสั้น การส่งยาว การแทงทะลุช่อง หรือการส่งแบบฉีกแนวป้องกันของฝ่ายตรงข้าม การส่งบอลที่มีคุณภาพต้องอาศัยทั้งทักษะทางเทคนิค ความแม่นยำ และการรับรู้ทางยุทธศาสตร์ในสนาม (Rodriguez-Giustiniani et al., 2022, pp. 363–371)

4. การยิงประตู (Shooting) การยิงประตูเป็นเป้าหมายสูงสุดของเกมฟุตบอล และเป็นทักษะที่สะท้อนถึงศักยภาพในการทำคะแนนของทีม ผู้เล่นจำเป็นต้องมีทักษะในการเลือกตำแหน่งยิงที่เหมาะสม ควบคุมทิศทางและความแรงในการยิง และสามารถยิงได้ในสถานการณ์ที่มีแรงกดดันสูง เช่น ภายใต้การป้องกันของคู่ต่อสู้ การยิงอาจทำได้โดยใช้ข้างเท้า หลังเท้า หรือแม้แต่ศีรษะ การฝึกทักษะการยิงควรครอบคลุมทั้งความแม่นยำ ความเร็ว และการตัดสินใจที่รวดเร็ว เพื่อเพิ่มโอกาสในการทำประตูในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Fédération Internationale de Football Association, 2024, pp. 1–12)

5. การโหม่ง (Heading) ในฟุตบอล การโหม่งเป็นวิธีการควบคุมบอลที่เกิดขึ้นบ่อยในการเล่นกลางอากาศ เช่น จากการโยนบอลหรือเตะเปิด ผู้เล่นต้องมีทักษะในการกระโดด การประเมินวิถีบอล และการใช้ศีรษะเพื่อควบคุมทิศทางของบอลอย่างแม่นยำ การโหม่งสามารถใช้ในการป้องกันการเปิดบอล หรือแม้แต่การยิงประตู การโหม่งอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยการฝึกฝนด้านเทคนิคและการอ่านเกมควบคู่กัน เพื่อให้สามารถใช้ศีรษะเป็นเครื่องมือในการจัดการกับสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ (Peek et al., 2020, pp. 314–320)

6. การตัดสินใจ (Decision-making) หมายถึง ทักษะในการตัดสินใจเป็นหัวใจของความสำเร็จในกีฬาฟุตบอล เนื่องจากสถานการณ์ในสนามเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ผู้เล่นจึงต้องประเมินสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ และตัดสินใจเลือกวิธีการเล่นที่เหมาะสม เช่น จะส่งบอล ยิง หรือเลี้ยงต่อ ทักษะนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการรับรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล และการคาดการณ์การเคลื่อนไหวของฝ่ายตรงข้าม การตัดสินใจที่ดีเป็นผลจากประสบการณ์ การฝึกฝนภายใต้สถานการณ์จำลอง และการมีความสามารถในการควบคุมความกดดันในเกมจริง (Voigt et al., 2022, pp. 1–11)

7. การเคลื่อนไหวในตำแหน่งที่เหมาะสม (Positioning) หมายถึง การอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมคือการที่ผู้เล่นสามารถเคลื่อนที่ไปยังพื้นที่ที่สามารถสร้างความได้เปรียบให้กับทีม ไม่ว่าจะเป็นการเปิดพื้นที่ให้เพื่อนร่วมทีม รับบอลในจังหวะสำคัญ หรือป้องกันไม่ให้คู่ต่อสู้ได้เปรียบ ผู้เล่นต้องมีความเข้าใจในบทบาทของตนเอง การเคลื่อนที่เชิงยุทธศาสตร์ และการตระหนักรู้เชิงพื้นที่

(Spatial awareness) การจัดตำแหน่งของผู้เล่นมีความเกี่ยวข้องกับแผนยุทธศาสตร์ของทีม และการตัดสินใจที่ชาญฉลาดในการครองพื้นที่สำคัญในสนาม (Yeo et al., 2020, pp. 65–77)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทักษะในด้านต่างๆ ของกีฬาฟุตบอลคือความสามารถเฉพาะตัวของผู้เล่นในการควบคุมและจัดการลูกบอลอย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมทั้งทักษะพื้นฐาน เช่น การหยุดบอล เลี้ยงบอล ส่งบอล ยิงประตู และโหม่ง และทักษะเฉพาะสถานการณ์ เช่น การตัดสินใจและการวางตำแหน่งในสนาม ทักษะพื้นฐานช่วยให้ผู้เล่นควบคุมลูกบอลและสร้างเกมรุกได้อย่างมั่นคง ขณะที่ทักษะเฉพาะสถานการณ์ช่วยให้ผู้เล่นตอบสนองต่อเกมอย่างเหมาะสม การพัฒนาทักษะทั้งสองประเภทอย่างสมดุลจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเล่นและความสำเร็จของทีมในภาพรวม

สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

1. ความหมายของสมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) หมายถึง สภาวะหรือคุณลักษณะทางกายภาพของบุคคลที่แสดงถึงความสามารถของร่างกายในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน การออกกำลังกาย หรือการทำงานทางกายภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่รู้สึเหนื่อยล้าจนเกินควร และสามารถฟื้นตัวกลับสู่สภาวะปกติได้อย่างรวดเร็ว สมรรถภาพทางกายครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความทนทานทางหัวใจและหลอดเลือด (Cardiorespiratory endurance) ความยืดหยุ่นของร่างกาย (Flexibility) และองค์ประกอบของมวลกาย (Body composition) สมรรถภาพทางกายไม่เพียงเป็นปัจจัยสำคัญในการป้องกันโรคและส่งเสริมสุขภาพ แต่ยังเป็นพื้นฐานของการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวและความสามารถทางกีฬาอีกด้วย ทั้งนี้ ความสามารถทางกายภาพที่ดีจะเอื้อต่อการดำรงชีวิตอย่างเป็นปกติและอิสระ รวมถึงลดความเสี่ยงของการเกิดความเหนื่อยล้าจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือการทำงานหนักทางกายภาพ สมรรถภาพทางกายมิได้เป็นเพียงตัวชี้วัดด้านร่างกายเท่านั้น หากแต่เป็นปัจจัยสำคัญที่สะท้อนถึงคุณภาพชีวิต สุขภาวะทางจิตใจ และความยั่งยืนของสังคมโดยรวม โดย Klupp (2023, pp. 1401–1416) ได้อธิบายว่าสมรรถภาพทางกายที่ดีไม่เพียงช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคต่าง ๆ แต่ยังมีบทบาทสำคัญในการยกระดับคุณภาพชีวิตและยืดอายุขัยของประชากรในทุกช่วงวัย อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานที่ส่งเสริมให้ประชาชนสามารถเข้าร่วมกิจกรรมทางกายได้อย่างต่อเนื่อง จึงควรถูกบูรณาการเข้าไปในระบบการศึกษา การดูแลสุขภาพ และการวางผังเมือง เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการออกกำลังกายอย่างทั่วถึงและยั่งยืน ในทำนองเดียวกัน Dionne (2023, pp. 259–267) ได้ให้ความหมายว่าสมรรถภาพทางกายเป็นตัวบ่งชี้สุขภาพที่มีความแม่นยำสูง และควรได้รับการประเมินอย่างสม่ำเสมอเพื่อใช้ในการติดตามสุขภาพระดับประชากร ทั้งยังพบว่าสมรรถภาพทางกายที่ดีมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร และเป็นตัวทำนายสำคัญของคุณภาพชีวิตระยะยาว มากกว่าตัวแปรสุขภาพอื่น ๆ Blair ได้เสริมว่า การส่งเสริมให้ประชาชนทุกกลุ่มมีกิจกรรมทางกายอย่างสม่ำเสมอถือเป็นกลยุทธ์สำคัญในการลดภาระของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) และช่วยลดต้นทุนทางเศรษฐกิจ

ของระบบสาธารณสุขในระยะยาว นอกจากนี้ Ruiz et al. (2023, pp. 45–56) ยังได้ขยายความว่า ความฟิตทางกายไม่ได้เป็นเพียงตัวชี้วัดสุขภาพทางกายเท่านั้น แต่ยังเชื่อมโยงกับสุขภาพจิตและความสามารถในการรู้คิด โดยเฉพาะในเด็กและวัยรุ่น สมรรถภาพทางกายที่ดีมีผลโดยตรงต่อพัฒนาการองค์รวม ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนาความฟิตทางกายคือรากฐานของการพัฒนามนุษย์ในทุกมิติ ในส่วนของ Liu (2023, pp. 1–9) ได้เสนอว่า การพัฒนาสมรรถภาพทางกายควรเป็นหัวใจของนโยบายสาธารณสุขที่ยั่งยืน โดยเฉพาะในบริบทของสังคมผู้สูงอายุที่กำลังเผชิญปัญหาด้านการเคลื่อนไหว ความแข็งแรง และการพึ่งพาตนเอง Sharkey ยังเน้นย้ำถึงความสำคัญของการออกแบบกิจกรรมทางกายอย่างมีเป้าหมายและเฉพาะบุคคล (Targeted and individualized interventions) โดยคำนึงถึงช่วงวัย ระดับสมรรถภาพเริ่มต้น และปัจจัยทางสังคมวัฒนธรรมของแต่ละกลุ่ม เพื่อสร้างแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง และลดความเหลื่อมล้ำด้านสุขภาพในระดับชุมชน

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายเป็นความสามารถของร่างกายในการปฏิบัติกิจกรรมทางกายได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง โดยไม่เกิดความเหนื่อยล้าเกินควร และยังสามารถดำเนินกิจกรรมอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นภาวะที่สะท้อนถึงการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย เช่น ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบกล้ามเนื้อ และระบบประสาท สมรรถภาพทางกายสามารถแบ่งออกได้เป็นสองมิติหลัก ได้แก่ มิติที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ซึ่งเน้นความสามารถพื้นฐานของร่างกายในการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรค และมิติที่เกี่ยวข้องกับทักษะ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนและจำเป็นต่อการเล่นกีฬา สมรรถภาพทางกายยังมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับสุขภาพจิตและพัฒนาการด้านสติปัญญา โดยเฉพาะในเด็กและวัยรุ่น นอกจากนี้ยังถือเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมคุณภาพชีวิต ลดความเสี่ยงต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง และเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพในทุกช่วงวัย

2. องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

2.1 ความหมายขององค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสุขภาพทางกายที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพชีวิตและการป้องกันโรคในระยะยาว โดย American College of Sports Medicine (2019, pp. 327–329) ได้อธิบายไว้อย่างชัดเจนว่า สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ความทนทานของระบบหัวใจและปอด (Cardiorespiratory endurance), องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition), ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength), ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) และความยืดหยุ่น (Flexibility) ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ล้วนเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถทางกายภาพที่สัมพันธ์กับสุขภาพในระยะยาว และเป็นกรอบสำคัญในการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายเชิงสุขภาพอย่างมีประสิทธิภาพ ที่ได้จำแนกความแตกต่างระหว่าง “สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness)” กับ “กิจกรรมทางกาย (Physical activity)” โดยชี้ว่าสมรรถภาพทางกายเป็นผลลัพธ์ของ

การฝึกฝนและการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องในระยะยาว ขณะที่กิจกรรมทางกายเป็นเพียงการเคลื่อนไหวของร่างกายที่ใช้พลังงานในช่วงเวลาหนึ่ง ทั้งนี้ สมรรถภาพทางกายยังประกอบด้วย องค์ประกอบสำคัญที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ได้แก่ ความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่น และองค์ประกอบของร่างกาย ซึ่งถือเป็นหัวใจของการพัฒนาความฟิตโดยรวม ในทำนองเดียวกัน Oliveira et al. (2023, pp. 131–137) ได้ อธิบายว่า องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริม สุขภาพและป้องกันโรคเรื้อรัง โดยทั้ง 5 องค์ประกอบหลัก—ความทนทานของระบบหัวใจและปอด ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่น และองค์ประกอบของร่างกาย—ต่างมี ความสัมพันธ์โดยตรงต่อคุณภาพชีวิตและสมดุลของระบบร่างกายและจิตใจ ในมุมมองของ Batrakoulis et al. (2022, pp. 120–135) ได้ อธิบายองค์ประกอบสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับ สุขภาพในลักษณะที่เข้าใจง่ายและเป็นสากล โดยเน้นว่าทั้งห้าองค์ประกอบดังกล่าวเป็นพื้นฐานสำคัญ ในการลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Diseases: NCDs) เช่น โรคหัวใจ เบาหวาน และโรคอ้วน ทั้งยังเป็นเกณฑ์ชี้วัดที่ใช้ประเมินภาวะสุขภาพของบุคคลในมิติต่าง ๆ ขณะเดียวกัน de Castro et al. (2024, pp. 1–15) ได้เสนอแนวทางเชิงโครงสร้างทางวิชาการ โดย ระบุว่าองค์ประกอบทั้งห้านี้ Cardiorespiratory endurance, Muscular strength, Muscular endurance, Flexibility และ Body composition เป็นตัวชี้วัดสำคัญที่สะท้อนถึงศักยภาพทางกาย ที่จำเป็นต่อการดำรงสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีในระยะยาว

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพเป็นแนวคิดสำคัญในการ ส่งเสริมสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีในระยะยาว โดยมีองค์ประกอบหลัก 5 ประการ ได้แก่ ความ ทนทานของระบบหัวใจและปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ ความ ยืดหยุ่น และองค์ประกอบของร่างกาย องค์ประกอบเหล่านี้สะท้อนถึงความสามารถพื้นฐานของระบบ ต่าง ๆ ในร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการทำงานทางกายภาพอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย โดยเฉพาะ อย่างยิ่งในด้านการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง การคงสมรรถภาพการทำงานของระบบหัวใจและหลอด เลือด การรักษาความสมดุลของสัดส่วนร่างกาย รวมถึงความสามารถในการเคลื่อนไหวและออกแรงได้ อย่างต่อเนื่องและยาวนาน การพัฒนาองค์ประกอบทั้งห้านี้จึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการออกแบบ โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ ทั้งนี้ แนวคิดดังกล่าวยังช่วยให้สามารถแยกความแตกต่าง ระหว่างสมรรถภาพทางกายและกิจกรรมทางกายได้อย่างชัดเจน โดยมุ่งเน้นผลลัพธ์ทางกายภาพที่เกิด จากการฝึกฝนอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ส่วนย่อยหรือปัจจัยหลักที่สะท้อนถึงความสามารถของ ร่างกายในการปฏิบัติกิจกรรมทางกายอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

2.2 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health-related physical fitness)

สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ หมายถึง ความสามารถของระบบต่าง ๆ ในร่างกายที่ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย เพื่อให้บุคคลสามารถดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้อย่างมีพลัง โดยไม่รู้สึเหนื่อยล้าเกินไป และยังมีพลังเพียงพอสำหรับกิจกรรมอื่น ๆ ที่ต้องการความแข็งแรงหรือความทนทานเพิ่มเติม สมรรถภาพทางกายในมิตินี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการป้องกันโรค การส่งเสริมสุขภาพ และการยกระดับคุณภาพชีวิตในระยะยาว นอกจากนี้ สถาบัน American College of Sports Medicine (2019, pp. 327–329) ได้อธิบายว่า สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ (Health-related physical fitness) หมายถึง ชุดของคุณลักษณะทางกายภาพที่สัมพันธ์โดยตรงกับสุขภาพะทางร่างกายและมีบทบาทสำคัญในการลดความเสี่ยงต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases: NCDs) โดยเฉพาะโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวานชนิดที่ 2 ความดันโลหิตสูง และโรคอ้วน องค์ประกอบหลักของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (Cardiorespiratory endurance) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความยืดหยุ่น (Flexibility) และองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ในทำนองเดียวกัน Larsen et al. (2019, pp. 1–6) ได้ขยายแนวคิดนี้โดยชี้ว่า สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพมิได้เป็นเพียงพื้นฐานของการออกกำลังกายเท่านั้น แต่ยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อการปรับตัวของระบบชีวภาพในระยะยาว กล่าวคือ ความแข็งแรงของระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงความยืดหยุ่นของข้อต่อ ล้วนช่วยเสริมสร้างความสามารถของร่างกายในการเผชิญกับความเครียดทางกายภาพ (Physical stressor) ป้องกันการเสื่อมถอยของหน้าที่ทางสรีรวิทยา และคงไว้ซึ่งประสิทธิภาพในการดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นแก่นสำคัญของการมีสุขภาพดีในระยะยาว ต่อเนื่องจากแนวคิดดังกล่าว López-Sánchez et al. (2023, pp. 1–10) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพสามารถใช้เป็น ดัชนีเชิงปริมาณ ที่สะท้อนสถานะสุขภาพทางกายได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยมีความสัมพันธ์เชิงลึกกับตัวแปรสุขภาพสำคัญ เช่น ความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวานชนิดที่ 2 และภาวะอ้วน การประเมินสมรรถภาพในมิติต่าง ๆ จึงมีบทบาทเป็น “ตัวเชื่อม” ระหว่างพฤติกรรมทางกายภาพกับผลลัพธ์ทางสุขภาพ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลเชิงหลักฐานเพื่อการออกแบบนโยบายสาธารณสุขในระดับประชากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ Ruiz et al. (2023, pp. 45–56) ได้ตอกย้ำความสำคัญของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพในกลุ่มเด็กและวัยรุ่น โดยชี้ว่า ระดับสมรรถภาพทางกายในช่วงวัยดังกล่าวสามารถเป็นตัวพยากรณ์ที่แม่นยำของสุขภาพในวัยผู้ใหญ่ โดยเฉพาะในด้านการป้องกันโรคหัวใจและความผิดปกติของเมตาบอลิซึม การพัฒนาสมรรถภาพทางกายในวัยเยาว์ยังส่งผลต่อศักยภาพในการเจริญเติบโตทั้งทางกาย จิตใจ และพฤติกรรม ซึ่งล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญของการมีพัฒนาการอย่างสมดุล สอดคล้องกับแนวคิดนี้ Eckstrom et al. (2022, pp. 671–683) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพเป็น ภาวะของความสามารถทางกายที่จำเป็นต่อการรักษาสุขภาพ การป้องกันโรค

และการดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพในแต่ละช่วงวัย ซึ่งถือเป็นพื้นฐานสำคัญของการส่งเสริมสุขภาพในระดับบุคคลและระดับประชากร โดยองค์ประกอบหลักของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (Cardiorespiratory endurance) เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สะท้อนประสิทธิภาพการทำงานร่วมกันของหัวใจ ปอด และหลอดเลือดในการส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้งานอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนความสามารถของกล้ามเนื้อในการใช้ออกซิเจนเพื่อสร้างพลังงานโดยไม่เกิดความเหนื่อยล้าเฉียบพลัน องค์ประกอบนี้มีความสำคัญต่อการส่งเสริมสุขภาพ ป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง และเพิ่มคุณภาพชีวิตในระยะยาว ทั้งยังเป็นตัวชี้วัดสำคัญของความสามารถในการฟื้นตัวของร่างกายหลังการออกกำลังกาย ซึ่งสามารถพัฒนาได้ผ่านการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่น การเดินเร็ว วิ่ง ว่ายน้ำ หรือปั่นจักรยาน (American College of Sports Medicine, 2023, pp. 10–13)

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุดเพื่อต่อต้านแรงต้านในครั้งเดียว โดยทั่วไปจะประเมินจากค่าการยกน้ำหนักสูงสุดหนึ่งครั้ง (1RM) สมรรถภาพด้านนี้มีความสำคัญต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวัน การพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหว การป้องกันการบาดเจ็บ และการรักษาคุณภาพชีวิต โดยเฉพาะในผู้สูงอายุและผู้มีความเสี่ยงต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ทั้งนี้ การฝึกแบบมีแรงต้านอย่างสม่ำเสมอสามารถช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Dankel et al., 2023, pp. 15–26)

3. ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อในการออกแรงซ้ำ ๆ หรือต้านแรงไว้ต่อเนื่องโดยไม่เกิดความล้าเร็ว สมรรถภาพด้านนี้มีบทบาทสำคัญต่อกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เช่น การเดิน วิ่ง หรือการทำงานที่ใช้แรงกล้ามเนื้อซ้ำ ๆ โดยเฉพาะในกลุ่มนักกีฬาและผู้สูงอายุ การมีความทนทานของกล้ามเนื้อในระดับเหมาะสมช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำกิจกรรม ซึ่งสามารถพัฒนาได้ผ่านการฝึกแบบมีแรงต้านที่เน้นจำนวนครั้งมากกว่าความหนักของน้ำหนัก (Jones et al., 2024, pp. 55–66)

4. ความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของข้อต่อในการเคลื่อนไหวผ่านช่วงการเคลื่อนไหวได้อย่างเต็มที่โดยไม่เกิดอาการเจ็บหรือบาดเจ็บ ความสามารถด้านนี้ขึ้นอยู่กับความยืดตัวของกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น และพังผืด ซึ่งมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของการเคลื่อนไหวและท่าทาง การมีความยืดหยุ่นที่เหมาะสมช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ เพิ่มความคล่องตัว และส่งเสริมท่าทางที่ถูกต้อง โดยสามารถพัฒนาได้ผ่านการยืดเหยียดแบบสแตติกและไดนามิก (Behm et al., 2023, pp. 13–25)

5. องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) เป็นสัดส่วนระหว่างมวลไขมันและมวลที่ไม่มีไขมันในร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อ กระดูก และน้ำในร่างกาย องค์ประกอบร่างกายที่สมดุลช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจ เบาหวาน และความดันโลหิตสูง การประเมินสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ดัชนีมวลกาย (BMI) การวัดรอบเอว หรือเทคนิคสมัยใหม่อย่าง DEXA และ BIA ซึ่งเป็นข้อมูล

สำคัญในการวางแผนการส่งเสริมสุขภาพและการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล (Roth et al., 2024, pp. 75–84)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ พบว่า องค์ความรู้ในด้านนี้มีความหลากหลายและครอบคลุมหลายกลุ่มประชากร ตั้งแต่วัยเด็ก วัยรุ่น ไปจนถึงผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ โดยส่วนใหญ่เน้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกายกับ สุขภาพกายและสุขภาพจิต รวมถึงผลกระทบของโปรแกรมการออกกำลังกายต่อการพัฒนา สมรรถภาพทางกายและคุณภาพชีวิตในมิติที่หลากหลาย สำหรับงานวิจัยในกลุ่มเด็กและเยาวชน มี แนวโน้มที่ชัดเจนว่า ระดับสมรรถภาพทางกายมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับพฤติกรรมสุขภาพ เช่น ความถี่ในการออกกำลังกาย และปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ เช่น การสนับสนุนจากครอบครัว โรงเรียน และเพื่อน รวมถึงนโยบายที่ส่งเสริมกิจกรรมทางกายอย่างเป็นระบบ ในส่วนของการศึกษา สมรรถภาพทางกายในกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัย (Zhao et al., 2024, pp. 1–13) พบว่า ระดับ สมรรถภาพทางกายมีอิทธิพลโดยตรงต่อสุขภาพจิต โดยเฉพาะในด้านการลดระดับความวิตกกังวล และภาวะซึมเศร้า ซึ่งผลการวิจัยชี้ว่า โปรแกรมการออกกำลังกายที่ออกแบบอย่างเหมาะสมสามารถ ช่วยปรับปรุงภาวะเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่การศึกษาของ Ma et al. (2024, p. 1-9) ได้ เน้นย้ำถึง บทบาทของโปรแกรมแอโรบิกและการฝึกกล้ามเนื้อ โดยชี้ว่า การฝึกแบบผสมผสานนี้ ส่งผล ต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่น และความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและ ระบบทางเดินหายใจ ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบหลักของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ นอกจากนี้ Al-Azzawi and Farhan (2024, pp. 67–73) ได้ศึกษากลุ่มนักเรียนมัธยมในพื้นที่ชนบท ซึ่งผล การศึกษาพบว่า การฝึกสมรรถภาพทางกายที่หลากหลาย เช่น การฝึกการทรงตัว และการฝึก กล้ามเนื้อแกนกลาง มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมทักษะการเคลื่อนไหว และพัฒนาสมรรถภาพทาง กายโดยรวมอย่างชัดเจน ในทำนองเดียวกัน Arslan Kabasakal (2024, pp. 285–294) ได้นำเสนอ ผลการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่า สมรรถภาพทางกายมีความเชื่อมโยงกับเส้นทางอาชีพและคุณภาพชีวิตใน อนาคต โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาแพทย์ ที่มักเผชิญกับภาระงานหนักและความเครียดสูง ซึ่งอาจ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพหากขาดกิจกรรมทางกายอย่างเพียงพอ สำหรับการสนับสนุนสมรรถภาพทาง กายในระดับมหาวิทยาลัย การศึกษาของ Tang et al. (2024, p. 1-9) ได้เน้นว่า การมีส่วนร่วมใน กิจกรรมนันทนาการและโปรแกรมส่งเสริมการออกกำลังกายในมหาวิทยาลัย ไม่เพียงแต่ช่วย พัฒนาสมรรถภาพทางกายหลายมิติ เช่น ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และความทนทานของกล้ามเนื้อ แต่ยังเป็นปัจจัยเสริมสร้างสุขภาพจิตและการใช้ชีวิตเชิงรุก และการศึกษาของ Tampradit and Boontawee (2024, pp. 45–58) สนับสนุนผลการศึกษาในทิศทางเดียวกัน โดยระบุว่าโปรแกรมการ ออกกำลังกายที่มีโครงสร้างชัดเจนและต่อเนื่อง ส่งผลเชิงบวกอย่างยั่งยืน ต่อสมรรถภาพทางกายและ ความเป็นอยู่ที่ดีของนักศึกษา

สรุป ความสำคัญของสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพในบริบทของ การส่งเสริมสุขภาพทั้งทางกายและจิต รวมถึงบทบาทสำคัญของโปรแกรมการออกกำลังกายและ

กิจกรรมทางกายในการพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างยั่งยืน ทั้งในกลุ่มเด็ก วัยรุ่น และผู้ใหญ่ ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญสำหรับการวางแผนนโยบายและการพัฒนากิจกรรมเพื่อสุขภาพในอนาคต สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพเป็นความสามารถของร่างกายในการปฏิบัติกิจกรรมประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่ก่อให้เกิดความเหนื่อยล้าเกินควร โดยยังสามารถมีกำลังเพียงพอสำหรับการทำกิจกรรมอื่น ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง มิติของสมรรถภาพทางกายประเภทนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการป้องกันโรค การรักษาสุขภาพ และการส่งเสริมคุณภาพชีวิตในระยะยาว ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ ความทนทานของกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่นของร่างกาย และองค์ประกอบของร่างกาย

2.3 สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness)

สมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะเป็นความสามารถเฉพาะทางของร่างกาย ที่ช่วยให้บุคคลสามารถปฏิบัติกิจกรรมซึ่งต้องอาศัยความคล่องตัว ความเร็ว ความสมดุล ความแข็งแรง และการประสานงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ สมรรถภาพประเภทนี้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะกีฬาและกิจกรรมทางกายที่มีความซับซ้อน โดยมุ่งเน้นการเสริมสร้างประสิทธิภาพของระบบประสาทและกล้ามเนื้อให้สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง (Wilk et al. (2021, pp. 1629–1650) ทั้งนี้ องค์ประกอบหลักของสมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะประกอบด้วย ความเร็ว ความคล่องตัว การทรงตัว การประสานงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท พลัง และปฏิกิริยาตอบสนอง ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่เกี่ยวพันกันในการทำให้การเคลื่อนไหวและการควบคุมร่างกายเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในบริบทของกิจกรรมที่ต้องใช้ทักษะสูง (Akbar et al., 2022, pp. 1–13) เริ่มจาก ความเร็ว (Speed) ซึ่งหมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเคลื่อนที่ร่างกายทั้งหมดหรือส่วนใดส่วนหนึ่งจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งภายในระยะเวลาที่สั้นที่สุด ความเร็วเป็นพื้นฐานสำคัญของสมรรถภาพเพื่อทักษะ โดยเฉพาะในการเล่นกีฬาและกิจกรรมที่ต้องอาศัยการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็ว ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อประเภทเร็ว (Fast-twitch fibers) และประสิทธิภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อในการส่งและรับข้อมูลสั่งการ (Fernández-Landa et al., 2023, pp. 1017–1027) องค์ประกอบถัดมาคือ ความคล่องตัว (Agility) ซึ่งหมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเปลี่ยนทิศทางหรือความเร็วของร่างกายได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำภายใต้การควบคุมของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ความคล่องตัวจึงเป็นการผสมผสานของหลายองค์ประกอบเข้าด้วยกัน ได้แก่ ความเร็ว ความแข็งแรง การทรงตัว และการประสานงาน เพื่อให้ร่างกายสามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น การหลบหลีกคู่ต่อสู้หรือการเปลี่ยนทิศทางกะทันหันระหว่างการแข่งขันกีฬา (Thieschäfer and Büsch, 2022, pp. 1–23) ต่อเนื่องจากความคล่องตัว การทรงตัว (Balance) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการรักษาความมั่นคงของร่างกายทั้งในขณะนิ่ง (Static balance) และขณะเคลื่อนไหว (Dynamic balance) ความสามารถนี้ขึ้นอยู่กับการทำงานร่วมกันของระบบรับรู้ตำแหน่งร่างกาย (Proprioceptive system) ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบ

กล้ามเนื้อ และระบบการมองเห็น ซึ่งช่วยให้บุคคลสามารถควบคุมท่าทางให้เหมาะสมกับแรงภายนอก หรือสิ่งเร้าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (Paillard, 2024, pp. 321–333) ในขณะที่ การประสานงาน ของกล้ามเนื้อและระบบประสาท (Coordination) เป็นความสามารถในการควบคุมและใช้กล้ามเนื้อ หลายส่วนทำงานร่วมกันอย่างสอดคล้อง โดยมีระบบประสาทส่วนกลางเป็นศูนย์ควบคุมหลักในการ ประมวลผล ควบคุมจังหวะ และลำดับการเคลื่อนไหวให้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ การประสานงาน ที่ดีเป็นสิ่งจำเป็นต่อกิจกรรมทั้งในชีวิตประจำวันและกีฬา โดยเฉพาะกิจกรรมที่ต้องการการตอบสนอง อย่างแม่นยำและทันท่วงที่ต่อสิ่งเร้าภายนอก (Kibele et al., 2024, pp. 45–53) พลัง (Power) ถือ เป็นการผสมผสานระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการเคลื่อนไหว หมายถึง ความสามารถในการสร้างแรงสูงสุดภายในระยะเวลาที่สั้นที่สุด องค์ประกอบนี้มีความสำคัญต่อการ ปฏิบัติการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้แรงและความรวดเร็วพร้อมกัน เช่น การกระโดด การเร่งออกตัว หรือ การเปลี่ยนทิศทางฉับพลัน พลังจึงเป็นตัวบ่งชี้ศักยภาพทางกายของนักกีฬาในการแสดงสมรรถภาพ ขั้นสูง (Cunanan et al., 2020, pp. 118–120) สุดท้ายคือ ปฏิกริยาตอบสนอง (Reaction time) ซึ่งหมายถึง ระยะเวลาที่บุคคลใช้ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก ไม่ว่าจะเป็นทางสายตา การได้ยิน หรือการสัมผัส โดยกระบวนการดังกล่าวเริ่มตั้งแต่การรับรู้สิ่งเร้า การประมวลผลของสมอง จนถึง การส่งสัญญาณไปยังกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เหมาะสม ความสามารถนี้มีความสำคัญ อย่างยิ่งในกิจกรรมที่ต้องการการตอบสนองอย่างรวดเร็วและแม่นยำ เช่น กีฬา การขับชี่ยานพาหนะ หรือการหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุในชีวิตประจำวัน (Vlahopoulos et al., 2024, pp. 65–79)

จากการทบทวนวรรณกรรมในปัจจุบัน ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related Physical Fitness) ที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อ การพัฒนาทักษะทางกีฬาและกิจกรรมทางกายที่มีความซับซ้อน โดย Luo et al. (2023, pp. 1–14) พบว่า การฝึกกล้ามเนื้อแกนกลาง (Core training) มีผลในทางบวกต่อความสามารถในการ เคลื่อนไหวและความคล่องตัวของนักฟุตบอลวัยรุ่น ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของกล้ามเนื้อส่วน ลำตัวต่อการควบคุมการเคลื่อนไหว ในทำนองเดียวกัน Zhang and Li (2024, pp. 45–53) รายงาน ว่า การฝึกแบบผสมผสานระหว่างทักษะการประสานงานและการตอบสนอง ช่วยลดเวลาปฏิกริยา (Reaction time) ในกลุ่มนักบาสเกตบอลเยาวชนอย่างมีนัยสำคัญ โดยแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ การฝึกที่เน้นระบบประสาท-กล้ามเนื้อในการยกระดับสมรรถภาพเพื่อทักษะ ขณะเดียวกัน Prudholme et al. (2023, pp. 53–62) ได้เน้นย้ำถึงบทบาทของ การฝึกคล่องตัว (Agility training) ซึ่งมีอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย อันเป็น องค์ประกอบสำคัญของการเล่นกีฬาในระดับสูง ในอีกแง่มุมหนึ่ง Singh and Patel (2024, pp. 210–220) ได้นำเสนอผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า การฝึกสมรรถภาพทางกายที่เน้นการทรงตัวและ การประสานงาน ส่งผลดีต่อทักษะการเคลื่อนไหวของนักกีฬาวัยรุ่น โดยเฉพาะในช่วงพัฒนาการของ วัยเรียนที่ระบบประสาทยังอยู่ในระยะปรับตัว ในส่วนของเด็กวัยก่อนเข้าสู่วัยรุ่น O'Hagan et al. (2022, pp. 871–877) พบว่า ความสามารถพื้นฐานในการเคลื่อนไหว (Fundamental movement

skills) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับสมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการวางรากฐานด้านการเคลื่อนไหวตั้งแต่ระยะเริ่มต้น นอกจากนี้ Thanaphonganan and Seehamongkon (2024, pp. 1–15) ได้เสนอแนวทางการประเมินสมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะในกลุ่มนักศึกษาวิทยาศาสตร์การกีฬา โดยผลการวิจัยของพวกเขาสามารถนำไปปรับใช้ในการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนและการออกแบบโปรแกรมฝึกอบรมที่สอดคล้องกับความต้องการเฉพาะด้านของแต่ละสาขาวิชา ต่อเนื่องจากแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางกาย Ginoy and Ote (2023, pp. 91–103) ได้นำเสนอ การใช้งานแอปพลิเคชันมือถือ เป็นเครื่องมือสนับสนุนการฝึกสมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะ โดยพบว่าการฝึกผ่านแอปฯ ช่วยเพิ่มความคล่องตัวและปฏิกิริยาตอบสนองของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างระหว่างเพศ นอกจากนั้น Loenneke et al. (2024, pp. 45–53) ได้ศึกษาความแตกต่างของสมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะในกลุ่มวัยรุ่นชายและหญิง โดยพบว่าเพศชายมีคะแนนสูงกว่าในด้านพลัง (Power) และความเร็ว (Speed) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจสะท้อนถึงความแตกต่างเชิงชีวภาพที่ควรนำมาพิจารณาในการออกแบบโปรแกรมฝึก ขณะเดียวกัน Al-Khlaifat et al. (2024, pp. 461–472) รายงานผลการประเมินสมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะในนักศึกษากายภาพบำบัด โดยเน้นถึงความสำคัญขององค์ประกอบทักษะ เช่น ความสมดุลและการประสานงาน ในบริบทของการฟื้นฟูสมรรถภาพและการกลับคืนสู่ภาวะปกติหลังการบาดเจ็บ ท้ายที่สุด Luo et al. (2024, pp. 250–259) ได้ศึกษาผลของ การฝึกแบบพลัยโอเมตริก (Plyometric training) ในกลุ่มนักกีฬาแบดมินตัน และพบว่าการฝึกดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการเพิ่มพลังและความคล่องตัวอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งตอกย้ำถึงบทบาทของรูปแบบการฝึกเฉพาะที่มุ่งพัฒนาสมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะ

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะ (Skill-related physical fitness) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนและทักษะเฉพาะทางในกีฬา งานวิจัยส่วนใหญ่ชี้ให้เห็นว่าการฝึกฝนด้านต่าง ๆ เช่น ความคล่องตัว ความเร็ว การทรงตัว การประสานงาน พลัง และปฏิกิริยาตอบสนอง ล้วนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับประสิทธิภาพทางกายภาพในกลุ่มนักกีฬาและบุคคลทั่วไป การฝึกแบบ Plyometric และการฝึกประสานงานระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาองค์ประกอบเหล่านี้ ทั้งนี้ความแตกต่างทางเพศและอายุยังเป็นปัจจัยที่ควรคำนึงในการออกแบบโปรแกรมฝึก โดยเฉพาะในวัยรุ่นและเยาวชนซึ่งอยู่ในช่วงพัฒนาการที่สำคัญ งานวิจัยเหล่านี้จึงสะท้อนถึงแนวทางการประยุกต์ใช้การฝึกสมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะอย่างเป็นระบบและมีเป้าหมาย เพื่อสนับสนุนการพัฒนาทางกายและทักษะการกีฬาในหลากหลายกลุ่มเป้าหมาย

สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล

สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล หมายถึง ระดับความสามารถทางกายภาพที่จำเป็นต่อการปฏิบัติกิจกรรมในเกมการแข่งขันฟุตบอลได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย โดยองค์ประกอบสำคัญประกอบด้วยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของระบบ

ไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ความเร็ว ความคล่องตัว พลัง ปฏิริยาตอบสนอง และการประสานงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ทั้งนี้ สมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมจะส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว การควบคุมทักษะฟุตบอล และการลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บ ซึ่งล้วนมีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการแข่งขันระดับสูง (Milanović et al., 2024, pp. 22–30; Koudellis et al., 2024, pp. 1–15) ในทำนองเดียวกัน Bompia and Buzzichelli (2019, pp. 23–37) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า สมรรถภาพทางกายของนักฟุตบอลเป็นผลมาจากการวางแผนการฝึกซ้อมที่มีโครงสร้างและเป็นระบบ (Periodization) โดยการฝึกต้องมีความเฉพาะเจาะจงตามลักษณะการเล่นฟุตบอล ซึ่งเป็นกีฬาที่ต้องการการเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ ด้วยความเร็วและแรงในระยะเวลานาน การพัฒนาองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความเร็ว ความคล่องตัว และความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ร่างกายสามารถตอบสนองต่อความต้องการของการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนฝึกซ้อมควรคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของตำแหน่งผู้เล่นในสนามและแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน ขณะที่ Williams et al. (2023, pp. 124–136) ชี้ให้เห็นว่า ฟุตบอลเป็นกีฬาที่ต้องใช้สมรรถภาพทางกายหลายมิติในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นักฟุตบอลจำเป็นต้องมีความสามารถในการปรับตัวต่อการเคลื่อนไหวที่หลากหลาย เช่น การวิ่งระยะไกล การเร่งความเร็ว การเคลื่อนที่ด้านข้าง หรือการหยุดกะทันหัน สมรรถภาพทางกายจึงไม่จำกัดเพียงความแข็งแรงหรือความเร็วเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการประสานการเคลื่อนไหว (Coordination) และความสามารถในการฟื้นตัวหลังจากการใช้แรงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการคงประสิทธิภาพการเล่นภายใต้ภาวะเหนื่อยล้าและการป้องกันการบาดเจ็บ ในทำนองเดียวกัน Stølen et al. (2023, pp. 315–331) ได้เน้นย้ำว่าความต้องการทางกายภาพของฟุตบอลมีลักษณะเป็นแบบ intermittent high-intensity หรือการเคลื่อนไหวที่มีความเข้มข้นสูงสลับกับช่วงพักสั้น ๆ นักฟุตบอลจึงต้องมีสมรรถภาพที่สามารถฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งใช้พลังงานจากทั้งระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิกในเวลาเดียวกัน ผู้เล่นที่มีสมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมจะสามารถรักษาความเร็ว ความแม่นยำ และประสิทธิภาพการเล่นได้ตลอดเกม การฝึกสมรรถภาพจึงควรมุ่งพัฒนาองค์ประกอบทางสรีรวิทยาควบคู่กับระบบประสาทกล้ามเนื้อ เพื่อให้ตอบสนองต่อภาระงานจริงในสนามได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Bangsbo et al. (2023, pp. 145–159) ยังได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างระบบพลังงานและระบบกล้ามเนื้อในนักฟุตบอล โดยเฉพาะความสามารถในการผลิตแรงในเวลาจำกัดและการฟื้นตัวระหว่างจังหวะการเล่น สมรรถภาพทางกายที่ดีจึงต้องประกอบด้วยความทนทานระดับสูง (Aerobic capacity) การเร่งและเบรคอย่างมีประสิทธิภาพ (Acceleration/deceleration efficiency) และความแม่นยำในการควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor coordination) ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ช่วยให้ผู้เล่นสามารถปฏิบัติภารกิจเชิงยุทธศาสตร์ในสนามได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ การประเมินสมรรถภาพทางกายควรดำเนินการอย่างครอบคลุม ทั้งด้านความเร็ว การกระโดด ความคล่องตัว และความทนทาน เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบโปรแกรมฝึกเฉพาะบุคคลอย่างเหมาะสม

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล พบว่าสมรรถภาพทางกายเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพและการป้องกันการบาดเจ็บในสนามแข่งขัน โดยงานวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ความเร็ว ความคล่องตัว การทรงตัว และความยืดหยุ่น Clemente et al. (2021, pp. 1202–1222) รายงานว่า การฝึกแบบความเข้มข้นสูง (High-Intensity Interval Training: HIIT) ช่วยเพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจนและส่งเสริมประสิทธิภาพของระบบหัวใจและปอดอย่างมีนัยสำคัญ ขณะเดียวกัน การฝึกกล้ามเนื้อและการฝึกความทนทานของกล้ามเนื้อก็มีบทบาทสำคัญในการลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บและพัฒนาความแข็งแรงทางกาย (Cupka & Sedliak, 2023, pp. 1–9) นอกจากนี้ การฝึกพละกำลังและการตอบสนองของระบบประสาทกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะการฝึกแบบ Plyometric ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและทรงพลัง (Chen & Santos, 2024, pp. 110–119) ในด้านขององค์ประกอบทางกายภาพ Chen & Santos (2024, pp. 110–119) ระบุว่า ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของร่างกาย เช่น น้ำหนักตัวและองค์ประกอบของกล้ามเนื้อ มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพความเร็วในการวิ่ง ในทำนองเดียวกัน Patel and Kumar (2023, pp. 678–685) พบว่า การฝึกสมดุล (Balance Training) ช่วยลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บและส่งเสริมความมั่นคงของร่างกายในขณะเคลื่อนไหว ขณะที่ Oliveira and Silva (2025, pp. 12–21) เน้นย้ำถึงความสำคัญของการบริหารจัดการภาระการฝึกซ้อมและกระบวนการฟื้นฟู ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการรักษาสมรรถภาพทางกายและลดความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บ อีกทั้ง Silva and Costa (2025, pp. 23–32) ยังชี้ว่า ความยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น และการศึกษาของ Behm et al. (2023, pp. 1359–1373) สรุปว่าการพัฒนาสมรรถภาพทางกายอย่างครบถ้วนในหลายมิติ ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการเล่นกีฬาและการลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บในนักกีฬาฟุตบอล

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกายเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาฟุตบอล การฝึกที่ครอบคลุมทุกองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายจะช่วยส่งเสริมทั้งทักษะเฉพาะทาง ประสิทธิภาพในเกมการเล่น การแข่งขัน และลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในระยะยาว ในบริบทของนักฟุตบอล สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเล่นและการลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บ โดยประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ความเร็ว ความคล่องตัว พลัง ปฏิกริยาตอบสนอง และการประสานงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ การฝึกที่เหมาะสม เช่น การฝึกแบบเข้มข้นสูง การฝึกกล้ามเนื้อ การฝึกความยืดหยุ่น และการฝึกทรงตัว ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพในมิติต่าง ๆ ส่งผลให้ร่างกายมีความพร้อมต่อการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพ ทนทานต่อความเหนื่อยล้า และฟื้นตัวได้ดีภายใต้สภาวะการแข่งขันที่เข้มข้น

กลไกการทำงานของสมองขณะออกกำลังกาย

ความหมายของกลไกการทำงานของสมอง

กลไกการทำงานของสมอง หมายถึง กระบวนการทางชีววิทยาและประสาทวิทยาที่เกิดขึ้นจากการประสานสัมพันธ์ของเซลล์ประสาทและโครงสร้างสมองส่วนต่าง ๆ เพื่อทำหน้าที่ในการรับข้อมูล ประมวลผล ส่งสัญญาณ และควบคุมการตอบสนองของร่างกายและพฤติกรรมมนุษย์ การทำงานดังกล่าวครอบคลุมทั้งด้านการรับรู้ การเรียนรู้และความจำ การคิดเชิงวิเคราะห์ การควบคุมการเคลื่อนไหว รวมถึงการจัดการด้านอารมณ์และพฤติกรรมทางสังคม โดยอาศัยการสื่อสารระหว่างเซลล์ประสาทผ่านกระแสไฟฟ้าและสารสื่อประสาท ซึ่งช่วยให้สมองสามารถปรับตัวและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและบริบทที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

Cherry (2025, pp. 1–19) ได้อธิบายว่า โครงสร้าง หน้าที่ และการทำงานของสมองสมองเป็นส่วนสำคัญของระบบประสาทส่วนกลาง แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ สมองส่วนล่าง (Hindbrain) สมองส่วนกลาง (Midbrain) และสมองส่วนบน (Forebrain)

1. สมองส่วนล่าง (Hindbrain) สมองส่วนล่างประกอบด้วย

1.1 ก้านสมอง (Brain stem) ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการพื้นฐานที่จำเป็นต่อการมีชีวิต เช่น การหายใจ การเต้นของหัวใจ การนอนหลับ การตื่นตัว และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยก้านสมองมีส่วนที่เรียกว่า เมดูลลา (Medulla) ซึ่งเป็นบริเวณที่เส้นประสาทจากสมองไขว้ไปเชื่อมกับเส้นประสาทผืนตรงข้ามของร่างกาย ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของกระแสประสาทจากหน่วยรับความรู้สึกไปยังสมอง และจากสมองไปยังอวัยวะต่างๆ ที่ทำหน้าที่เคลื่อนไหว รวมถึงสามารถส่งคำสั่งโดยตรงไปยังกล้ามเนื้อโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการคิดของสมองส่วนอื่น

1.2 สมองเล็ก (Cerebellum) มีบทบาทในการควบคุมการทรงตัว และการเคลื่อนไหวของร่างกาย เช่น การเดิน วิ่ง เต้นรำ การเล่นกีฬา หรือแม้กระทั่งการพิมพ์ดีด ซึ่งต้องอาศัยการประสานงานที่แม่นยำของระบบประสาท

2. สมองส่วนกลาง (Midbrain หรือ Mesencephalon) เป็นส่วนหนึ่งของก้านสมองที่เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในวิวัฒนาการ ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับแรงกระตุ้น อารมณ์ และสัญชาตญาณ เช่น การตอบสนองต่อความกลัว ความโกรธ การหิว ความต้องการทางเพศ รวมถึงการจดจำและความรู้สึกสะเทือนใจ

3. สมองส่วนบน (Forebrain หรือ Cerebrum) สมองส่วนนี้เป็นบริเวณที่มีเซลล์ประสาทหนาแน่นมาก โดยเฉพาะในมนุษย์และสัตว์ชั้นสูง แบ่งออกเป็นสองซีก คือ ซีกซ้ายและซีกขวา ซึ่งควบคุมการทำงานของร่างกายผืนตรงข้ามกัน เช่น สมองซีกซ้ายควบคุมร่างกายด้านขวา และในทางกลับกัน สมองส่วนนี้ยังแบ่งออกเป็น 4 กลีบหลัก 1) กลีบหน้า (Frontal lobe) ควบคุมการเคลื่อนไหว ความจำ การคิด การวางแผน การใช้เหตุผล และบุคลิกภาพ โดยเฉพาะในสมองซีกซ้าย

2) กีบบน (Parietal lobe) เกี่ยวข้องกับการรับรู้ทางผิวหนัง การสัมผัส การพูด และการรับรส ซึ่งสัมพันธ์กับการทำงานของสมองซีกขวา 3) กีบหลัง (Occipital lobe) มีหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็น และประมวลผลข้อมูลทางสายตา โดยมากเกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองซีกขวา 4) กีบข้าง (Temporal lobe) รับรู้เสียง การได้ยิน และความเข้าใจภาษา ซึ่งสัมพันธ์กับการทำงานของสมองซีกซ้าย

Cherry (2025, pp. 1–19) ได้อธิบายว่า สมอง (Brain) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ร่างกายสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างเหมาะสม โดยสมองจะถูกป้องกันอยู่ภายในกะโหลกศีรษะและสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ สมองส่วนหน้า (Forebrain) ซึ่งประกอบด้วย สมองใหญ่ (Cerebrum) และสมองส่วน ไดอีนเซฟาโลน (Diencephalon) ที่อยู่ด้านท้ายของสมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง (Midbrain) ซึ่งเชื่อมต่อระหว่างสมองส่วนหน้าและส่วนท้าย สมองส่วนท้าย (Hindbrain) ซึ่งประกอบด้วย เมดูลลา (Medulla) พอนส์ (Pons) และสมองน้อย (Cerebellum)

Gallina (2024, pp. 125–135) ได้อธิบายว่า สมองใหญ่ (Cerebrum) แบ่งออกเป็นสองซีก ได้แก่ ซีกซ้ายและซีกขวา ซึ่งเชื่อมต่อกันผ่านกลุ่มใยประสาทที่เรียกว่า Commissure โดยแต่ละซีกประกอบด้วยส่วนของ Cerebral cortex หรือเปลือกสมอง ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากประสาทสัมผัสต่าง ๆ รวมถึงควบคุมการตอบสนองของร่างกาย เช่น การเคลื่อนไหวทางกายภาพ อารมณ์ พฤติกรรม ความสามารถทางสติปัญญา และการใช้ภาษา โดยทำงานประสานร่วมกับโครงสร้างสมองส่วนอื่นๆ

Bear et al. (2020, pp. 104–210) ได้อธิบายว่า โครงสร้างและหน้าที่ของเปลือกสมอง (Cerebral Cortex) เปลือกสมองในแต่ละซีก สามารถจัดแบ่งออกได้ทั้งในแง่ของตำแหน่งทางกายวิภาค และบทบาทในการทำงาน ดังนี้

1. ควรแบ่งตามตำแหน่งทางกายวิภาคเปลือกสมองแบ่งออกเป็น 4 กีบหลัก ได้แก่ กีบหน้าผาก (Frontal lobe) กีบข้าง (Parietal lobe) กีบ ท้ายทอย (Occipital lobe) และกีบบottom

2. การแบ่งตามหน้าที่การทำงาน สามารถจำแนกออกได้เป็น 5 เขตหน้าที่สำคัญ ดังนี้

- 2.1 Primary sensory cortex บริเวณนี้ทำหน้าที่รับข้อมูลจากสิ่งเร้าภายนอก และแปลความแรงหรือคุณลักษณะเบื้องต้นของสิ่งกระตุ้น โดยประกอบด้วย 4 พื้นที่ย่อย ได้แก่

- 2.1.1 Primary somatosensory area รับข้อมูลเกี่ยวกับความเจ็บปวด การสัมผัส อุณหภูมิ และความรู้สึกจากกล้ามเนื้อหรือ ข้อ ช่วยระบุลักษณะ ขนาด รูปร่าง และตำแหน่งของสิ่งกระตุ้น

- 2.1.2 Primary vestibular area ตรวจจับตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของศีรษะ

- 2.1.3 Primary auditory area รับเสียง และประเมินระดับความดัง

2.1.4 Primary visual area ประมวลผลการมองเห็น เช่น ความเข้มของแสง รูปทรง และตำแหน่งของวัตถุ

2.2 Secondary sensory cortex มีหน้าที่วิเคราะห์ ตีความ และเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับจาก Primary Sensory Cortex และ Thalamus เข้ากับหน่วยความจำเพื่อให้เกิดการรับรู้ (Perception) อย่างสมบูรณ์ โดยแบ่งเป็น

2.2.1 Secondary somatosensory area ระบุลักษณะและชนิดของวัตถุจากการสัมผัส เช่น การรับรู้วัตถุที่จับคือดินสอ

2.2.2 Secondary auditory area ระบุชนิดของเสียงที่ได้ยิน

2.2.3 Secondary visual area วิเคราะห์ภาพที่เห็นว่าเป็นอะไร และมีลักษณะอย่างไร

2.3 Association cortex เป็นบริเวณที่ทำหน้าที่รวบรวมและประมวลผลข้อมูลจากประสาทสัมผัสหลายระบบ เพื่อนำไปสู่พฤติกรรมการตอบสนองที่ซับซ้อน แบ่งเป็น

2.3.1 Dorsolateral prefrontal cortex เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงเหตุผล การวางแผน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ รวมถึงความจำระยะสั้นและความจำระหว่างการทำงาน อีกทั้งยังเชื่อมโยงกับพื้นที่สั่งการเคลื่อนไหว

2.3.2 Parieto-occipital-temporal association cortex ผสานข้อมูลจากประสาทสัมผัส การมองเห็น และการได้ยิน เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับตำแหน่งของร่างกายสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และใช้ในการสื่อสารหรือเข้าใจภาษาอย่างเหมาะสม

2.4 Motor planning area ทำหน้าที่วางแผนและจัดระบบกลไกการเคลื่อนไหว โดยประสานกับข้อมูลจาก Association cortex รวมถึงสมองน้อยและปมประสาทฐาน เพื่อให้การเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย

2.4.1 Premotor area วางแผนลำดับการเคลื่อนไหว ควบคุมความมั่นคงของลำตัว ข้อไหล่ และสะโพกระหว่างการเคลื่อนไหว

2.4.2 Supplementary motor area วางแผนและเริ่มต้นการเคลื่อนไหวที่ใช้ทั้งสองด้านของร่างกายอย่างประสานสัมพันธ์

2.4.3 Broca's area มีหน้าที่ในการสร้างภาษาและการตีความทางภาษากาย

2.5 Primary motor cortex

เป็นศูนย์ควบคุมการเคลื่อนไหวโดยตรงของร่างกาย โดยรับข้อมูลจาก Motor planning area เพื่อออกคำสั่งสู่กล้ามเนื้อ อีกทั้งยังมีส่วนร่วมในกระบวนการวางแผนการเคลื่อนไหวเบื้องต้น

Bear et al. (2020, pp. 90-105) ได้อธิบายว่า สมองใหญ่ประกอบด้วยสองซีกซึ่งมีบทบาทแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยซีกซ้าย หรือที่เรียกว่าซีกเด่น (Dominant hemisphere) มีความเชี่ยวชาญในด้านภาษา เช่น การอ่าน การเขียน การเข้าใจถ้อยคำ และการสื่อสารด้วยวาจา รวมถึงการควบคุมลำดับของการเคลื่อนไหวอย่างมีระบบ ในขณะที่ซีกขวา หรือซีกไม่เด่น (Non-

dominant hemisphere) มีบทบาทสำคัญในการจดจำรูปร่างของวัตถุ การรับรู้ตำแหน่งของร่างกาย ในระหว่างการเคลื่อนไหว ตลอดจนการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อมโดยรอบ อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับการรับรู้และแสดงออกทางอารมณ์ น้ำเสียง และสีหน้าขณะพูดอีกด้วย

การเชื่อมโยงการทำงานของสมองสองซีก สมองใหญ่ทั้งสองซีกมีรูปแบบการประมวลผลข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสมองซีกขวามีความสามารถในการเชื่อมโยงประสบการณ์หลากหลายเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งยังมีศักยภาพในการสร้างเครือข่ายประสาทอย่างกว้างขวาง โดยเซลล์ประสาทหนึ่งเซลล์ในสมองซีกขวาสามารถเชื่อมต่อกับเซลล์อื่นได้มากถึง 20,000 เซลล์ ซึ่งเอื้อต่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลทั่วสมองอย่างมีประสิทธิภาพ ในทางกลับกัน สมองซีกซ้ายมีแนวโน้มที่จะจำกัดการเชื่อมโยงอยู่ในขอบเขตของตรรกะและเหตุผล โดยเซลล์ประสาทในสมองซีกซ้ายเชื่อมโยกับเซลล์อื่นเพียงประมาณ 1,000 เซลล์ ซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการคิดนอกกรอบและการสร้างสรรค์มีข้อจำกัด (สม สุจิรา, 2552, น. 3-28) จากแนวคิดดังกล่าว เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545, น. 1-12) เสนอว่า การใช้สมองเพียงซีกเดียวไม่เพียงพอต่อการพัฒนาศักยภาพของมนุษย์อย่างสมดุล หากพิจารณาเฉพาะสมองซีกซ้ายจะส่งผลต่อความสามารถในการเข้าสังคม ขณะที่การใช้สมองซีกขวาเพียงอย่างเดียวอาจนำไปสู่การใช้ความรู้สึกเป็นหลัก ขาดการคิดวิเคราะห์และการจดจำอย่างมีระบบ ดังนั้น การคิดอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของสมองทั้งสองซีก ซึ่งจะสลับการทำงานตามลักษณะของภารกิจในแต่ละสถานการณ์

ดังนั้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ หรือแม้แต่การฝึกกีฬา เช่น การเล่นหรือการแข่งขัน กีฬาฟุตบอล ที่เป็นกีฬาต้องมีการวางแผน การคิด การวิเคราะห์ การตัดสินใจการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า แม้กระทั่งการคิดสร้างสรรค์ในการทำเกมรุกใส่คู่ต่อสู้ จึงจำเป็นต้องควรมีการใช้สมองให้ครบทั้งสองซีก เพื่อให้กิจกรรมหรือการฝึกนั้น ๆ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Gallina (2024, pp. 45–60) ได้อธิบายว่า บริเวณท้ายของสมองส่วนหน้า หรือ Diencephalon ตั้งอยู่บริเวณกึ่งกลางของสมองและถูกปกคลุมโดยสมองใหญ่ทั้งสองซีก (Cerebral hemispheres) ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างสำคัญ ได้แก่ Thalamus และ Hypothalamus ที่มีหน้าที่แตกต่างกันในการควบคุมการทำงานของระบบประสาท

1. Thalamus มีหน้าที่หลัก 3 อย่าง คือ

1.1 ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางสำหรับรับและส่งผ่านสัญญาณประสาทจากระบบรับรู้ความรู้สึกต่าง ๆ เช่น กลุ่มปมประสาทฐาน (Basal ganglia) สมองน้อย (Cerebellum) ระบบลิมบิก (Limbic system) และระบบการรู้สติ (Reticular activating system) ไปยังบริเวณต่าง ๆ ของสมอง

1.2 หน้าที่สำคัญอีกประการของ Thalamus คือการควบคุมสมาธิและความใส่ใจ โดยคัดกรองและเลือกส่งเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือได้รับความสนใจไปยังเปลือกสมอง (Cerebral cortex) เพื่อให้เกิดการประมวลผลข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ

1.3 ด้วยความเกี่ยวข้องกับระบบลิมบิกและระบบการรู้สติ Thalamus จึงมีบทบาทในการควบคุมอารมณ์ ความจำ การมีสติรู้ตัว และระดับความตื่นตัวของร่างกาย

2. Hypothalamus ทำหน้าที่หลักในการควบคุมและประสานการทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย ได้แก่ ระบบประสาทร่างกาย (Somatic nervous system) ระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic nervous system) และระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine system) นอกจากนี้ Hypothalamus ยังควบคุมพฤติกรรมพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น การกิน การอึ การนอนหลับ การตื่น การตอบสนองทางอารมณ์ และพฤติกรรมทางเพศ

Purves et al. (2023, pp. 5-30) ได้อธิบายว่า ก้านสมอง (Brainstem) ซึ่งประกอบด้วยสมองส่วนกลาง (Midbrain) พอนส์ (Pons) และเมดัลลา ออบลองกาตา (Medulla oblongata) ทำหน้าที่เป็นทางผ่านหลักของข้อมูลประสาทระหว่างสมองส่วนบนและไขสันหลัง ภายในก้านสมองประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ประสาทจำนวนมาก เส้นประสาทสมอง (Cranial nerves) และใยประสาทที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความรู้สึกและการสั่งการจากระบบประสาทส่วนกลาง มีบทบาทสำคัญในการนำสัญญาณประสาทรับรู้ความรู้สึกจากร่างกายส่งไปยังเปลือกสมอง (Cerebral cortex) เพื่อการประมวลผลข้อมูลทางประสาทสัมผัส และในทางกลับกัน ยังทำหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณสั่งการจากสมองไปยังเซลล์ประสาทสั่งการที่อยู่ในก้านสมองหรือไขสันหลัง เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย

กนกวรรณ ศรีสุภกรกุล (2563, น. 5-20) ได้อธิบายถึง การทำงานของระบบประสาทในส่วนต่างๆ เอาไว้ดังนี้

1. ปมประสาทฐาน (Basal ganglia) เป็นกลุ่มของเซลล์ประสาทที่ตั้งอยู่ลึกภายในสมองส่วนซีรีบรัม (Cerebral hemispheres) ไดเอนเซฟาโลน (Diencephalon) และสมองกลาง (Midbrain) โดยไม่มีการเชื่อมต่อโดยตรงกับไขสันหลัง แต่ทำหน้าที่ผ่านการประสานงานกับโครงข่ายประสาทที่เชื่อมโยงกับบริเวณเปลือกสมองส่วนที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor cortex) และสมองน้อย (Cerebellum) เพื่อส่งเสริมการทำงานด้านการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพ ในสภาวะปกติ การเคลื่อนไหวของร่างกายจะเริ่มต้นจากการวางแผนและกำหนดโปรแกรมการเคลื่อนไหวโดยบริเวณ Premotor area และ Supplementary motor area ของเปลือกสมอง ซึ่งจะทำงานร่วมกับสมองน้อยและปมประสาทฐาน โดยปมประสาทฐานจะส่งสัญญาณผ่านทางทาลามัส (Thalamus) ไปยังบริเวณ motor cortex ก่อนที่คำสั่งจะส่งต่อไปยังไขสันหลังผ่านเส้นทาง Corticospinal เพื่อนำไปสู่การกระตุ้นเซลล์ประสาทสั่งการ (Motor neurons) ที่ควบคุมกล้ามเนื้อให้เคลื่อนไหวอย่างเหมาะสมตามความต้องการ

บทบาทของปมประสาทฐานในการควบคุมการเคลื่อนไหวมีความสำคัญในการคัดกรองสัญญาณ โดยกระตุ้นการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมและยับยั้งการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นผ่านสองเส้นทางหลัก ได้แก่ Direct pathway และ Indirect pathway

Direct pathway จะเริ่มจากการที่ Motor cortex ส่งสัญญาณกระตุ้นไปยัง Striatum (ซึ่งประกอบด้วย Caudate Nucleus และ Putamen) ทำให้หลั่งสาร GABA ซึ่งมีผลยับยั้งการ

ทำงานของ Globus pallidus ส่วนใน (Medial segment) การยับยั้งนี้ส่งผลให้การยับยั้ง Thalamus ลดลง จึงเกิดการกระตุ้น Motor cortex มากขึ้น นำไปสู่การส่งเสริมการเคลื่อนไหวที่ต้องการ

Indirect pathway จะทำงานในทิศทางตรงกันข้าม โดยเริ่มจากการที่ Striatum หลั่งสาร GABA เพื่อยับยั้ง Globus pallidus ส่วนข้าง (Lateral segment) ซึ่งนำไปสู่การกระตุ้นของ Subthalamic nucleus เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการกระตุ้น Globus pallidus ส่วนในให้หลั่ง GABA มากขึ้น เพื่อยับยั้ง Thalamus ในระดับที่มากขึ้น ทำให้การกระตุ้น Motor cortex ลดลง และเกิดการยับยั้งการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม

2. ระบบลิมบิก (Limbic system) มีรากศัพท์มาจากคำว่า ขอบ หรือ วงแหวน ซึ่งสะท้อนถึงลักษณะของโครงสร้างทางกายวิภาคที่จัดเรียงล้อมรอบบริเวณผนังด้านในของเปลือกสมอง (Medial wall of the cerebral cortex) ระบบลิมบิกประกอบด้วยกลุ่มโครงสร้างที่เชื่อมโยงและทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบกับสมองส่วนอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเปลือกสมอง (Cerebral cortex) เพื่อควบคุมหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับสัญชาตญาณพื้นฐาน อารมณ์ และความจำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของพฤติกรรมมนุษย์

3. ความจำ (Memory) คือความสามารถของสมองในการเก็บรักษาข้อมูลและนำข้อมูลนั้นกลับมาใช้อีกในภายหลัง โดยสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทหลัก 1) ความจำจากการรับรู้ทางประสาทสัมผัส (Sensory memory) ซึ่งเกิดขึ้นอย่างฉับพลันและมีระยะเวลาสั้นมาก 2) ความจำระยะสั้นหรือความจำชั่วคราว (Short-term memory หรือ Recent memory) ที่สามารถคงข้อมูลไว้ได้ในเวลาสั้นๆ 3) ความจำระยะยาวหรือความจำถาวร (Long-term memory หรือ Remote memory) ซึ่งเป็นการจัดเก็บข้อมูลในระยะยาวและสามารถเรียกคืนมาใช้ได้ตลอดเวลา

4. ระบบการรู้สติ (Reticular activating system; RAS) เป็นโครงข่ายของเซลล์ประสาทที่ทำงานประสานกันหลายส่วน ครอบคลุมตั้งแต่บริเวณ Reticular formation ในก้านสมอง (Brainstem) ขึ้นไปถึง สมองส่วน Diencephalon และเชื่อมโยงกับ เปลือกสมอง (Cerebral cortex) ซึ่งเป็นโครงสร้างสำคัญในการควบคุมระดับความตื่นตัวและการรับรู้ของบุคคล รับการกระตุ้นจากข้อมูลที่ส่งมาจากหลายส่วนของระบบประสาทส่วนกลาง รวมถึง สัญญาณประสาทจากไขสันหลัง (Spinal cord) และโครงสร้างอื่นภายในสมอง โดยสิ่งกระตุ้นที่สำคัญต่อการทำงานของระบบการรู้สติ ได้แก่ การเคลื่อนไหว สิ่งเร้าทางแสง เสียง และ อารมณ์ ซึ่งทั้งหมดมีบทบาทในการกระตุ้นให้สมองอยู่ในภาวะพร้อมรับรู้ (Alertness) และส่งเสริมการมีสมาธิ (Attention)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า กลไกการทำงานของสมองทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมและประมวลผลข้อมูล โดยรับสัญญาณจากระบบประสาทรับความรู้สึก แล้วส่งผ่านไปยังสมองส่วนต่างๆ เพื่อแปลความหมาย ตัดสินใจ และสั่งการตอบสนองกลับไปยังร่างกาย กลไกนี้อาศัยการทำงานร่วมกันของโครงข่ายเซลล์ประสาทผ่านการส่งสัญญาณไฟฟ้าและสารสื่อประสาท สมองยังมี

ความสามารถในการเรียนรู้และปรับตัวผ่านกระบวนการ Neuroplasticity ซึ่งทำให้สามารถพัฒนาและปรับเปลี่ยนการตอบสนองได้อย่างยืดหยุ่นตามประสบการณ์ใหม่ๆ

การทำงานของสมองขณะออกกำลังกาย

การเคลื่อนไหวในระหว่างการออกกำลังกายเกิดขึ้นจากกระบวนการทำงานร่วมกันอย่างซับซ้อนของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ โดยระบบประสาทมีหน้าที่สำคัญในการควบคุมสั่งการ และปรับการเคลื่อนไหวให้เหมาะสมกับสถานการณ์ (Purves et al., 2023, pp. 5–30) การรับรู้สิ่งเร้าทั้งภายนอกและภายในร่างกายจะถูกส่งผ่านระบบประสาทรับความรู้สึก (Sensory nervous system) ซึ่งรับข้อมูลจากอวัยวะรับความรู้สึก เช่น ผิวหนัง ข้อต่อ กล้ามเนื้อ รวมถึงระบบการมองเห็น การได้ยิน และการทรงตัว (Bear et al., 2020, pp. 90–105) ข้อมูลประสาทสัมผัสเหล่านี้จะถูกส่งผ่านทางเดินประสาทรับความรู้สึก (Ascending pathways) ไปยังบริเวณเปลือกสมอง (Cerebral cortex) โดยเฉพาะส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลผลความรู้สึก (Sensory cortex) ก่อนที่จะส่งต่อไปยังบริเวณสมองส่วนที่ทำหน้าที่รวมและตีความข้อมูล ได้แก่ บริเวณ Association cortex ซึ่งครอบคลุมกลีบข้าง (Parietal lobe) กลีบขมับ (Temporal lobe) และกลีบหน้า (Frontal lobe) เพื่อการรับรู้และประมวลผลเชิงซับซ้อน (Fahr et al., 2021, pp. 31–36) หลังจากการวางแผนสมองจะส่งคำสั่งสู่บริเวณ Primary motor cortex ซึ่งทำหน้าที่สั่งการการเคลื่อนไหวโดยตรง คำสั่งจะถูกส่งลงไปยังไขสันหลังผ่านทางเดินประสาทสั่งการ (Descending pathways) แล้วถ่ายทอดต่อไปยังเส้นประสาทส่วนปลายที่ควบคุมกล้ามเนื้อ เช่น แขน ขา และลำตัว เพื่อให้ร่างกายแสดงการเคลื่อนไหวตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Bear et al., 2020, pp. 5–30)

การออกกำลังกาย กล้ามเนื้อจะเกิดการหดตัวเพื่อก่อให้เกิดการเคลื่อนไหว ซึ่งกระบวนการนี้ต้องอาศัยพลังงานอย่างเพียงพอ โดยร่างกายต้องลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารไปยังกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในการสังเคราะห์พลังงาน พร้อมทั้งต้องกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเผาผลาญ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์และกรดแลกติก ซึ่งระบบที่รับผิดชอบหน้าที่เหล่านี้ ได้แก่ ระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular system) และระบบทางเดินหายใจ (Respiratory system) ที่ทำงานร่วมกันอย่างสอดคล้อง เพื่อรักษาสมดุลภายในร่างกายระหว่างการออกกำลังกาย (Meeusen et al., 2018, pp. 37–46) ซึ่งสอดคล้องกับ กนกวรรณ ศรีสุภกรกุล (2563, น. 101–108) ได้อธิบายว่า ในระหว่างการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อจะเกิดการหดตัวเพื่อก่อให้เกิดการเคลื่อนไหว ซึ่งกระบวนการนี้จำเป็นต้องได้รับเลือดมาเลี้ยงอย่างเพียงพอ เพื่อใช้ในการขนส่งออกซิเจนและสารอาหารเข้าสู่กล้ามเนื้อสำหรับกระบวนการสร้างพลังงานที่เหมาะสมกับระดับความต้องการของร่างกายในช่วงเวลานั้น รวมถึงช่วยขจัดของเสียที่เกิดจากกิจกรรมของกล้ามเนื้อ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์หรือกรดแลกติก โดยระบบหลักที่รับผิดชอบหน้าที่เหล่านี้ ได้แก่ ระบบหัวใจ ระบบไหลเวียนเลือด และระบบทางเดินหายใจ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นมีรากฐานจากการสั่งการของสมอง โดยเฉพาะบริเวณเปลือกสมอง (Cerebral cortex) ที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะสำคัญ 3 ระบบหลักๆ ดังนี้ 1) การสั่งการไปยังกระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อ 2) การสั่ง

การไปยังระบบประสาทซิมพาเทติก 3) การควบคุมศูนย์การทำงานของระบบหายใจ ระบบหัวใจ และระบบไหลเวียนเลือด

การทำงานของกล้ามเนื้อในร่างกายจำเป็นต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาท ซึ่งการควบคุมนี้สามารถจำแนกได้เป็นสองระดับหลัก ได้แก่ การควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ (Involuntary control) และการควบคุมที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary control) แม้ว่าจะเป็นการควบคุมคนละประเภท แต่ทั้งสองลักษณะล้วนต้องอาศัย ทางร่วมขั้นสุดท้าย (Final common path) เดียวกันในการสั่งการ ได้แก่ เซลล์ประสาทยอนต์ (Motor neuron) ซึ่งตั้งอยู่ที่บริเวณ Anterior horn ของไขสันหลัง และทำงานร่วมกับหน่วยยอนต์ (Motor unit) เพื่อส่งสัญญาณไปยังกล้ามเนื้อให้ทำงานสำหรับการควบคุมที่ไม่อยู่ใต้อำนาจจิตใจนั้น จะเกิดขึ้นในลักษณะของปฏิกิริยารีเฟล็กซ์ (Reflex) ซึ่งมีจุดควบคุมหลากหลายระดับ ได้แก่ ระดับไขสันหลัง (Spinal cord) ระดับก้านสมอง (Brainstem) และระดับสมองใหญ่หรือซีรีบรัม (Cerebrum) ส่วนการควบคุมที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ จำเป็นต้องอาศัยสมองใหญ่ (Cerebrum) เป็นศูนย์กลางในการสั่งการ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างมีเจตนาและแม่นยำ (กนกวรรณ ศรีสุภกรกุล, 2563, น. 101-108)

ในการออกกำลังกาย การเคลื่อนไหวในช่วงเริ่มต้นมักเป็นการเคลื่อนไหวที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ ซึ่งจะเริ่มต้นจากสมองส่วนซีรีบรัลคอร์เทกซ์ (Cerebral cortex) เป็นตัวสั่งการหลัก หลังจากเริ่มต้นเคลื่อนไหวแล้ว การปรับเปลี่ยนด้านอัตราเร็ว แรง ช่วง และทิศทางของการเคลื่อนไหว รวมถึงการสิ้นสุดของการเคลื่อนที่จะถูกควบคุมและปรับแต่งในระดับที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ การควบคุมนี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ก้านสมอง (Brainstem) และไขสันหลัง (Spinal cord) ดังนั้น การเคลื่อนไหวทั้งหมดจึงเป็นผลจากการประสานงานระหว่างสมองที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจและนอกอำนาจจิตใจ เพื่อให้ร่างกายตอบสนองความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Gazzaniga et al., 2019, pp. 1-60)

การหดตัวของกล้ามเนื้อในระหว่างการออกกำลังกายเกิดจากการควบคุมของระบบประสาทโซมาติก (Somatic nervous system) ซึ่งทำหน้าที่สั่งการกล้ามเนื้อให้ทำงาน กระบวนการนี้จะไปกระตุ้นตัวรับรู้ความรู้สึกชนิดโพรปริโอเซปเตอร์ (Proprioceptor) ที่อยู่ในกล้ามเนื้อและข้อต่อ สัญญาณประสาทจากโพรปริโอเซปเตอร์จะถูกส่งขึ้นไปยังระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic nervous system) เพื่อกระตุ้นการทำงานของระบบหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิตให้เหมาะสมกับการทำงานของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ ระบบประสาทอัตโนมัติยังได้รับการกระตุ้นล่วงหน้าจากซีรีบรัล-คอร์เทกซ์ (Cerebral cortex) ก่อนเริ่มออกกำลังกาย โดยเพียงแค่วางแผนถึงการเคลื่อนไหว สัญญาณประสาทจะถูกส่งลงมายังระบบการหายใจและระบบไหลเวียนเลือดเพื่อเตรียมความพร้อมของร่างกาย เมื่อกล้ามเนื้อเริ่มทำงาน ระบบประสาทอัตโนมัติจะถูกกระตุ้นเพิ่มมากขึ้นผ่านรีเซปเตอร์ที่อยู่ในกล้ามเนื้อโดยตรง

เวลาปฏิกิริยา (Reaction time; RT) หมายถึงช่วงเวลาที่ใช้ตั้งแต่เกิดการกระตุ้นจากรีเซ็ปเตอร์จนถึงการเริ่มต้นของการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยต้องอาศัยการส่งผ่านสัญญาณประสาทผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวในสมองส่วนที่อยู่ได้อ่านาจิตใจ

เวลาปฏิกิริยาเป็นเพียงส่วนหนึ่งของเวลาตอบสนองทั้งหมด (Response time) ซึ่งประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว (Movement time; MT) คือเวลาที่เริ่มจากการเคลื่อนไหวครั้งแรกจนถึงสิ้นสุดการเคลื่อนไหว (ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2536, น. 20-33)

สรุปได้ว่า การทำงานของสมองขณะออกกำลังกาย คือ การออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันของระบบประสาท กล้ามเนื้อ และระบบไหลเวียนเลือด โดยสมองทำหน้าที่รับรู้ตีความ และสั่งการเคลื่อนไหวผ่านทางเปลือกสมองและไขสันหลัง การเคลื่อนไหวเริ่มจากการสั่งการโดยจิตใจ และถูกปรับแต่งผ่านกลไกอัตโนมัติ เช่น รีเฟล็กซ์ หรือการทำงานของก้านสมอง การหดตัวของกล้ามเนื้อส่งผลต่อการกระตุ้นระบบหายใจและระบบหัวใจโดยผ่านระบบประสาทอัตโนมัติ ทั้งนี้เวลาปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวสะท้อนถึงกระบวนการตอบสนองของร่างกายต่อสิ่งเร้าอย่างเป็นระบบและซับซ้อน

ระบบประสาท

ระบบประสาทเป็นระบบสำคัญของร่างกายที่ทำหน้าที่ในการควบคุมและประสานงานการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ รวมถึงการคิด การจดจำ การรับรู้ความรู้สึก และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าจากภายนอกและภายใน ร่างกายสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมผ่านการทำงานของระบบประสาท ซึ่งเป็นกลไกพื้นฐานที่เชื่อมโยงระหว่างกระบวนการรับข้อมูล ประมวลผล และส่งสัญญาณสู่กล้ามเนื้อหรืออวัยวะเป้าหมาย นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความสำคัญต่อบทบาทของระบบประสาทในกระบวนการควบคุมพฤติกรรมและการทำงานของร่างกายอย่างครอบคลุม ดังนี้

ระบบประสาทเป็นกลไกหลักของร่างกายที่ทำหน้าที่ควบคุมและประสานการทำงานของระบบต่าง ๆ เพื่อให้กระบวนการทางชีววิทยาและสรีรวิทยาดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระบบที่สนับสนุนความสามารถของร่างกายในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงจากสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอก อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในฐานะศูนย์กลางของกระบวนการทางปัญญา อารมณ์ และพฤติกรรม โดยเกี่ยวข้องกับการคิด วิเคราะห์ การตัดสินใจ การใช้เหตุผล และการตอบสนองทางอารมณ์ของมนุษย์ (Martindale et al., 2021, pp. 1209–1221; Martini, 2023, pp. 1–18) ในเชิงกายวิภาค ระบบประสาทของมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์ประสาท (Neuron) ซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยพื้นฐานในการส่งผ่านสัญญาณประสาท และเซลล์ค้ำจุนประสาท (Neuroglia) ที่ทำหน้าที่สนับสนุนและปกป้องเซลล์ประสาท ทั้งยังมีโครงสร้างอื่น ๆ เช่น สมอง (Brain) ไขสันหลัง (Spinal cord) เส้นประสาทสมอง (Cranial nerves) เส้นประสาทไขสันหลัง (Spinal nerves) ปมประสาท (Ganglia) เครือข่ายประสาทในระบบทางเดินอาหาร (Enteric plexuses) และตัวรับความรู้สึก (Sensory receptors) ซึ่งทั้งหมดทำงานร่วมกันอย่างซับซ้อนเพื่อควบคุมการทำงานของร่างกาย (Tortora, 2023, pp. 1–18) Boyatzis and Jack (2018, pp. 11–27) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ระบบ

ประสาทสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system; CNS) ซึ่งประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการประมวลผลข้อมูล และควบคุมการทำงานของร่างกาย และ ระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral nervous system; PNS) ซึ่งประกอบด้วยเส้นประสาทสมอง รากประสาท เส้นประสาทไขสันหลัง และเส้นประสาทตามร่างกาย โดย PNS แบ่งตามหน้าที่ออกเป็น ส่วนรับความรู้สึก (Sensory division) ที่นำกระแสประสาทเข้าสู่ CNS ผ่านทางเดินประสาทขาเข้า (Afferent pathway) และส่วนสั่งการ (Motor division) ที่นำคำสั่งจาก CNS ไปยังอวัยวะตอบสนอง (Effector organs) ผ่านทางเดินประสาทขาออก (Efferent pathway) ซึ่งการสั่งการนี้แบ่งเป็นการควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary control) ผ่านระบบประสาทกาย (Somatic nervous system) และการควบคุมนอกอำนาจจิตใจ (Involuntary control) ผ่านระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic nervous system) ที่แบ่งออกเป็นระบบ Sympathetic และ Parasympathetic เพื่อควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ และต่อมต่าง ๆ ในทำนองเดียวกัน Visibelli (2024, pp. 10–26) ได้อธิบายว่า ระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) เป็นศูนย์กลางของการควบคุมและประมวลผลข้อมูลภายในร่างกาย โดยสมองมีหน้าที่หลักในการควบคุมการรับรู้ การเคลื่อนไหว การคิด การพูด และประสาทสัมผัสทั้งห้า ส่วนไขสันหลังทำหน้าที่เชื่อมโยงสัญญาณระหว่างสมองกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อให้การสื่อสารและการตอบสนองทางสรีรวิทยาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ Kelley and Paşca (2022, pp. 42–61) ได้กล่าวเสริมว่า ระบบประสาทส่วนปลาย (PNS) เป็นโครงสร้างที่อยู่ภายนอกสมองและไขสันหลัง มีหน้าที่เชื่อมโยงระบบประสาทส่วนกลางกับกล้ามเนื้อ ผิวหนัง และอวัยวะภายใน โดยทำหน้าที่ส่งสัญญาณระหว่างสมองกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อให้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทั้งภายในและภายนอกได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ สมชาย สมบูรณ์ (2567, น. 123–135) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ระบบประสาทเป็นระบบที่ซับซ้อนและมีความสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิต เนื่องจากเป็นกลไกหลักในการควบคุมและประสานงานระบบต่าง ๆ ของร่างกายให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสม โดยรวบรวมข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมและจากร่างกาย มาประมวลผล เก็บเป็นความจำ และส่งคำสั่งไปยังอวัยวะเป้าหมายเพื่อให้เกิดการตอบสนองที่สอดคล้องกัน ทั้งนี้ ระบบประสาทสามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะ คือ (1) การแบ่งตามตำแหน่งทางกายวิภาค ได้แก่ ระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) และระบบประสาทส่วนปลาย (PNS) ซึ่งทำงานประสานกันในการรวบรวมและส่งข้อมูล และ (2) การแบ่งตามหน้าที่การทำงาน ได้แก่ ระบบประสาทรับความรู้สึก (Sensory nervous system) ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) และระบบประสาทสั่งการ (Motor nervous system) ซึ่งร่วมกันควบคุมการรับรู้ การประมวลผล และการตอบสนองของร่างกายอย่างเป็นระบบ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ระบบประสาทเป็นกลไกสำคัญที่ควบคุมและประสานงานการทำงานของร่างกาย ทั้งด้านการรับรู้ ความคิด การเคลื่อนไหว และการตอบสนองต่อสิ่งเร้า แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) ซึ่งประกอบด้วยสมองและไขสันหลัง ทำ

หน้าที่ประมวลผลและส่งการ และระบบประสาทส่วนปลาย (PNS) ที่เชื่อมโยง CNS กับอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย โดยประกอบด้วยเส้นประสาทและปมประสาท PNS ยังแบ่งหน้าที่เป็นระบบรับรู้ความรู้สึก (Sensory) และระบบสั่งการ (Motor) ซึ่งควบคุมทั้งการทำงานภายใต้อำนาจจิตใจและนอกอำนาจจิตใจ ทั้งนี้ ระบบประสาทยังมีบทบาทในด้านปัญญา อารมณ์ และการปรับตัวของร่างกายต่อสิ่งแวดล้อม

กระบวนการทำงานของสมอง

กระบวนการทำงานของสมอง (Cognitive performance) สมองเป็นศูนย์กลางในการควบคุมพฤติกรรมและกระบวนการคิดของมนุษย์ เช่น การรับรู้ ความจำ การคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์ โดยกระบวนการทำงานของสมอง (Cognitive performance) หมายถึงกระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ ประมวลผล และตอบสนองต่อข้อมูลผ่านประสาทสัมผัส ซึ่งสะท้อนคุณภาพของพฤติกรรมแต่ละบุคคล ทั้งนี้ คำที่ใช้เรียกความสามารถทางสมองในภาษาไทยยังมีความหลากหลาย เช่น การรู้จัก สติปัญญา หรือเชาวน์ปัญญา สมรรถภาพทางการรู้คิด (Cognitive performance) หรือ การรู้คิด (Cognition) เป็นกระบวนการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ การประมวลผลข้อมูล การเก็บรักษาความจำ และการดึงข้อมูลออกมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้เกิดการแสดงออกทางพฤติกรรม การตัดสินใจ และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีเป้าหมาย (ศศิธร แก้วกุลณี, 2566, น. 61–65) แนวคิดนี้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดทางประสาทวิทยาศาสตร์ที่มองว่าสมองทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของการจัดการข้อมูล การควบคุมพฤติกรรม และการปรับตัวต่อสิ่งเร้าใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ ในทำนองเดียวกัน สมรรถภาพทางการรู้คิดประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐานที่สะท้อนถึงศักยภาพทางปัญญาของบุคคล ได้แก่ สติปัญญา (Intelligence) เชาวน์ปัญญา (Wit) และไหวพริบ (Ingenuity) ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และตัดสินใจอย่างเหมาะสมตามสถานการณ์ แนวคิดนี้จึงเน้นย้ำถึงการใช้ทรัพยากรทางปัญญาของแต่ละบุคคลในการจัดการกับปัญหาที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคย ทั้งในชีวิตประจำวันและในบริบทของอาชีพ มณีรัตน์ วัฒนศิริ (2566, น. 12–13) ได้เสนอว่า การรู้คิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและมีระบบย่อยหลายประการ เช่น ความจำ (Memory) ความสนใจ (Attention) การคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical thinking) การตัดสินใจ (Decision-making) การแก้ปัญหา (Problem-solving) และการใช้ภาษา (Language processing) ซึ่งล้วนเกี่ยวข้องกับโครงสร้างเฉพาะของสมอง เช่น กลีบหน้าผาก (Prefrontal cortex) และฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) การเข้าใจองค์ประกอบเหล่านี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประเมินและการพัฒนาโปรแกรมฝึกสมองที่เหมาะสมกับความสามารถเฉพาะด้านของแต่ละบุคคล ในทัศนะของ Dewey (2025, pp. 1–15) การคิด (Thinking) เป็นกระบวนการภายในของจิตที่สะท้อนถึงความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจและการกระทำอย่างมีเป้าหมาย โดยกระบวนการคิดนี้พัฒนาอย่างต่อเนื่องตามประสบการณ์และการเรียนรู้ของบุคคล ตั้งแต่การตอบสนองขั้นพื้นฐานไปจนถึงการคิดเชิงนามธรรมและการวิเคราะห์เชิงซ้อน ทั้งนี้ Dewey เน้นว่าการศึกษามีคุณภาพมีบทบาทสำคัญใน

การส่งเสริมการพัฒนาความสามารถทางความคิดอย่างยั่งยืน ในขณะที่ Johnson et al. (2024, pp. 34–47) มองว่า ปัญญา (Intelligence) คือสมรรถภาพทางสติปัญญาโดยรวมของบุคคล (Global capacity) ที่แสดงออกผ่านความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล การกระทำอย่างมีประสิทธิภาพ และการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม โดยกลไกของกระบวนการดังกล่าวอาศัยการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) เพื่อให้บุคคลสามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเป้าหมายและเหมาะสม ในทำนองเดียวกัน Sternberg (2022, pp. 1–21) ได้อธิบายว่า เซอาน์ปัญญา (Intellect) เป็นความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์ การทำความเข้าใจสิ่งใหม่ การประมวลผลข้อมูล และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังรวมถึงความสามารถในการปรับตัวต่อบริบทใหม่ ๆ ซึ่งสะท้อนถึง “Fluid intelligence” หรือความยืดหยุ่นทางความคิดที่ช่วยให้บุคคลสามารถคิดอย่างสร้างสรรค์และแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่สามารถพึ่งพาความรู้เดิมได้โดยตรง นอกจากนี้ Simon (2025, pp. 25–35) ยังได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการรู้คิดไว้อย่างเป็นระบบ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการใส่ใจ (Attention) คือ ความสามารถในการมุ่งความสนใจไปยังสิ่งเร้าที่เข้ามากระตุ้น เพื่อรับข้อมูลเข้าสู่ระบบความจำระยะสั้นผ่านความจำสัมผัส ขั้นการรับรู้ (Perception) หมายถึง การตีความข้อมูลที่ได้รับ เพื่อสร้างความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับสิ่งนั้น ขั้นการทวนซ้ำ (Rehearsal) คือ การทำซ้ำข้อมูลเพื่อคงอยู่ในความจำได้นานขึ้น ขั้นการเข้ารหัส (Encoding) เป็นการเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย โดยประกอบด้วย การจัดระเบียบข้อมูล (Organization) การเชื่อมโยงรายละเอียด (Elaboration) การปฏิบัติ (Activity) เพื่อฝังข้อมูลในความจำระยะยาวและ ขั้นการค้นคืนข้อมูล (Retrieval) คือ การดึงข้อมูลที่จัดเก็บไว้ออกมาใช้เมื่อจำเป็น เช่น ในการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจ

สรุปได้ว่า (Cognitive performance) คือกระบวนการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ ประมวลผล จัดเก็บ และนำข้อมูลมาใช้ในการแสดงพฤติกรรม โดยครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ เช่น ความจำ ความสนใจ การคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา และการใช้ภาษา ซึ่งพัฒนาตามประสบการณ์และการเรียนรู้ กระบวนการรู้คิดสามารถแบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การใส่ใจ การรับรู้ การทวนซ้ำ การเข้ารหัส และการค้นคืนข้อมูล ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพในการคิดอย่างมีเหตุผล เรียนรู้สิ่งใหม่ และตอบสนองอย่างเหมาะสมต่อสถานการณ์ต่างๆ

ความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ

ความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ (Executive function) หมายถึง กระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ การเรียนรู้ ความจำ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา รวมถึงการควบคุมพฤติกรรม ซึ่งล้วนเป็นรากฐานสำคัญของการดำเนินชีวิตประจำวันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยกระบวนการเหล่านี้อาศัยการทำงานร่วมกันของโครงข่ายสมองหลายส่วน โดยเฉพาะบริเวณ Prefrontal cortex ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการดำเนินงานของหน้าที่บริหาร (Executive functions) อันประกอบด้วย การวางแผน การควบคุมตนเอง การยับยั้งพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม รวมถึงการจัดลำดับความสำคัญของภารกิจต่าง ๆ ในมิติทางสรีรวิทยา ความสามารถของ

สมองในการบริหารจัดการยังสัมพันธ์กับความสามารถของโครงข่ายประสาท (Neural networks) ในการเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างสมองส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะโครงข่าย Frontoparietal network และ Default mode network ซึ่งมีบทบาทในการส่งเสริมความยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) การเปลี่ยนสลับความสนใจระหว่างภารกิจ (Task switching) และการปรับตัวต่อสิ่งเร้าภายนอกอย่างเหมาะสม ความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของสมรรถภาพทางปัญญา (Cognitive performance) ซึ่งมีความเชื่อมโยงโดยตรงกับความสามารถในการประมวลผลข้อมูล การควบคุมพฤติกรรม และการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตโดยรวมของบุคคล ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 9 หลักดังนี้

การคิดไตร่ตรอง (Inhibitory control) หมายถึง หมายถึงความสามารถทางปัญญาในการยับยั้งหรือควบคุมการตอบสนองทางอารมณ์ พฤติกรรม และความคิดที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถเลือกการกระทำที่เหมาะสมและมีเหตุผลตามสถานการณ์ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้บุคคล “หยุดคิดก่อนทำ” และสามารถระงับแรงกระตุ้นหรือพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมได้ กระบวนการนี้มีพื้นฐานจากการทำงานของสมองส่วน prefrontal cortex ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมความสนใจ การวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการกระทำ และการปรับพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเป้าหมายและบริบทของสถานการณ์ ส่งผลให้บุคคลสามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผลและมีการควบคุมตนเองได้ดียิ่งขึ้น เมื่อเชื่อมโยงกับบริบทของกีฬา การคิดไตร่ตรองมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักกีฬายับยั้งการตอบสนองที่ไม่จำเป็น เช่น การเคลื่อนไหวก่อนสัญญาณ การตัดสินใจที่รีบร้อน หรือการแสดงอารมณ์เกินควบคุม ทำให้นักกีฬาสามารถมุ่งเน้นต่อสิ่งเร้าที่สำคัญ ควบคุมพฤติกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตัดสินใจได้อย่างแม่นยำในสถานการณ์การแข่งขันที่กดดัน (Kail and Hall, 2024, pp. 22-34)

ความคิดยืดหยุ่น (Cognitive Flexibility) เป็นองค์ประกอบสำคัญของหน้าที่บริหาร (Executive Function) ซึ่งหมายถึงความสามารถของบุคคลในการเปลี่ยนแปลงหรือปรับแนวทางการคิด มุมมอง หรือพฤติกรรมให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่แตกต่างหรือเปลี่ยนแปลงไปอย่างฉับพลัน ความสามารถนี้เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวันในสังคมที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น การเปลี่ยนแผนเมื่อเผชิญกับอุปสรรคที่ไม่คาดคิด หรือการมองสถานการณ์จากหลายมุมมองเพื่อหาทางออกที่เหมาะสมที่สุด ในบริบทของกีฬา ความคิดยืดหยุ่นมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในกีฬาที่มีลักษณะของการตัดสินใจแบบฉับพลัน (real-time decision-making) และสภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอน (dynamic environment) เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล ฟุตซอล หรือ รักบี้ นักกีฬาจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์หรือวิธีการเล่นให้เหมาะสมกับสถานการณ์เฉพาะหน้า เช่น การเปลี่ยนตำแหน่งในสนามอย่างรวดเร็วเมื่อฝ่ายตรงข้ามเปลี่ยนรูปแบบการเล่น หรือการตัดสินใจส่งบอลหรือยิงประตูภายใต้แรงกดดันจากเวลาและพื้นที่ที่จำกัด (Diamond, 2020, pp. 225-240)

การควบคุมยับยั้ง (Inhibitory control) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการยับยั้งหรือระงับพฤติกรรม ความคิด หรือการตอบสนองที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติหรือไม่เหมาะสมต่อสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อให้สามารถเลือกตอบสนองอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบททางสังคมและสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผล การควบคุมยับยั้งเป็นกลไกสำคัญในกระบวนการควบคุมตนเอง (Self-regulation) และถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งของหน้าที่บริหาร (Executive function) ที่มีบทบาทสำคัญต่อการตัดสินใจและการจัดการกับพฤติกรรมในชีวิตประจำวัน ในบริบทของกีฬา การควบคุมยับยั้งมีบทบาทอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพของนักกีฬา เนื่องจากนักกีฬาจำเป็นต้องสามารถควบคุมการตอบสนองทางกายภาพและจิตใจให้สอดคล้องกับสถานการณ์การแข่งขันที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น การยับยั้งความต้องการที่จะตอบสนองอย่างเร่งรีบหรือไม่เหมาะสม เช่น การป้องกันไม่ให้ตอบโต้ด้วยอารมณ์โกรธหรือความหงุดหงิดในระหว่างการแข่งขัน การควบคุมยับยั้งช่วยให้นักกีฬาสามารถรักษาสมาธิ ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ที่ซับซ้อน และเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมได้ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมการเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยความแม่นยำและการตัดสินใจอย่างรวดเร็วเพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดหรืออุบัติเหตุ (Jones et al., 2025, pp. 65–80)

สมาธิและความตั้งใจจดจ่อ (Attention and focus) หมายถึง กระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการมุ่งเน้นความคิดและการรับรู้ไปยังสิ่งเร้าหรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ถูกรบกวนจากสิ่งเร้าภายนอกหรือความคิดที่ไม่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการรับรู้ การเรียนรู้ และการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการนี้อาศัยการทำงานร่วมกันของสมองส่วน Prefrontal cortex, Parietal lobe และระบบ Reticular activating system (RAS) ที่มีหน้าที่คัดกรองสิ่งเร้า จัดลำดับความสำคัญของข้อมูล และช่วยให้บุคคลสามารถรักษาการจดจ่อได้ในช่วงเวลาที่ต้องการ ส่งผลให้เกิดความสามารถในการควบคุมความสนใจและการประมวลผลข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเชื่อมโยงกับบริบทของกีฬา สมาธิและความตั้งใจจดจ่อมีบทบาทสำคัญต่อการรับรู้และตัดสินใจของนักกีฬา โดยช่วยให้สามารถมุ่งเน้นต่อสิ่งเร้าที่สำคัญ เช่น การเคลื่อนไหวของคู่ต่อสู้หรือจังหวะของเกม ขณะเดียวกันก็ลดผลกระทบจากสิ่งรบกวนภายนอก ทำให้นักกีฬาสามารถตอบสนองได้รวดเร็ว แม่นยำ และมีประสิทธิภาพในสถานการณ์การแข่งขันที่มีแรงกดดันสูง (Bevandić et al., 2024, pp. 1060–1080)

ความจำขณะใช้งาน (Working memory) ความจำขณะใช้งานเป็นองค์ประกอบสำคัญของหน้าที่บริหารทางปัญญา (Executive functions) ซึ่งมีบทบาทในการเก็บรักษาและจัดการข้อมูลในระยะสั้นเพื่อใช้ในการควบคุมพฤติกรรมที่มุ่งเป้าหมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทที่ต้องใช้การควบคุมตนเอง การวางแผน การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แบบแอคทีฟ ตามโมเดลของ Baddeley ความจำขณะใช้งานประกอบด้วยระบบกลางที่เรียกว่า Central executive ซึ่งทำหน้าที่บริหารจัดการและกำกับระบบย่อย ได้แก่ Phonological loop สำหรับข้อมูลทางภาษา Visuospatial sketchpad สำหรับข้อมูลด้านภาพและมิติสัมพันธ์ และ Episodic buffer ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงข้อมูลจากระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ระบบนี้มีความเชื่อมโยงกับการทำงานของสมองส่วน

Prefrontal cortex โดยเฉพาะส่วน Dorsolateral prefrontal cortex ที่มีบทบาทสำคัญในการจัดการและอัปเดตข้อมูลภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากรทางปัญญา (Baddeley et al., 2024, pp. 1–25)

การวางแผนและการจัดลำดับขั้นตอน (Planning and organization) กระบวนการวางแผนเป็นกลไกทางปัญญาที่ซับซ้อนซึ่งเกี่ยวข้องกับการคาดการณ์ผลลัพธ์ในอนาคต การกำหนดเป้าหมายระยะสั้นและระยะยาว ตลอดจนการจัดลำดับขั้นตอนเพื่อบรรลุเป้าหมายนั้น ๆ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการประเมินทางเลือกและจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล สมอส่วน Mid-dorsolateral frontal cortex มีหน้าที่สำคัญในการควบคุมการวางแผนและการจัดลำดับ โดยทำงานร่วมกับบริเวณอื่น ๆ เช่น Anterior Cingulate cortex และ Parietal lobes ซึ่งมีบทบาทในการกำกับความสนใจและการตรวจสอบข้อผิดพลาด ความสามารถในการวางแผนอย่างมีประสิทธิภาพมีความสัมพันธ์อย่างแน่นหนาความสำเร็จในด้านวิชาการและการดำเนินชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ซับซ้อนและมีเงื่อนไขจำกัด (Wassenaar et al., 2021, pp. 1–15)

การเริ่มต้นและลงมือทำ (Initiation) เป็นทักษะทางการทำงานของสมอง (Executive function) ที่เกี่ยวข้องความสามารถในการเริ่มต้นทำกิจกรรมหรือภารกิจโดยไม่ต้องรอคำสั่งหรือกระตุ้นจากผู้อื่น โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่อาจไม่ดึงดูดความสนใจหรือไม่น่าสนใจมากนัก ทักษะนี้มีความสำคัญต่อการจัดการเวลา การวางแผน และการบรรลุเป้าหมาย เนื่องจากการเริ่มต้นทำงานเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญสำหรับความสำเร็จในกิจกรรมต่าง ๆ การขาดทักษะนี้อาจนำไปสู่การเลื่อนเวลา การหลีกเลี่ยงงาน และการตัดสินใจที่ไม่เหมาะสม Life skills advocate ในทางประสาทวิทยา การเริ่มต้นและลงมือทำเกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองส่วน Prefrontal cortex ซึ่งมีบทบาทในการควบคุมการตัดสินใจ การวางแผน และการควบคุมตนเอง การบาดเจ็บหรือความผิดปกติในส่วนนี้อาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเริ่มต้นทำงาน (Marco, 2024, p. 659)

การกำกับตนเองและประเมินตนเอง (Self-monitoring / self-regulation) หมายถึงความสามารถในการสังเกต ติดตาม และประเมินพฤติกรรม ความคิด และอารมณ์ของตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อปรับเปลี่ยนและควบคุมตนเองให้สอดคล้องกับเป้าหมายหรือสถานการณ์ที่กำหนด กระบวนการนี้ช่วยให้บุคคลตระหนักถึงความก้าวหน้า ตรวจสอบผลลัพธ์ของการกระทำ และปรับกลยุทธ์หรือพฤติกรรมให้เหมาะสม เป็นส่วนสำคัญของ Executive function ที่ช่วยให้สามารถควบคุมตนเองในสถานการณ์ที่ท้าทายและพัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในเชิงประสาทวิทยา ความสามารถนี้เกี่ยวข้องกับสมองส่วน prefrontal cortex, anterior cingulate cortex (ACC) และ parietal cortex ซึ่งมีบทบาทในการวางแผน การตัดสินใจ และการประเมินความเหมาะสมของพฤติกรรม เมื่อเชื่อมโยงกับบริบทของกีฬา การกำกับตนเองและประเมินตนเองช่วยให้นักกีฬาสามารถติดตามและปรับปรุงประสิทธิภาพระหว่างฝึกซ้อมหรือแข่งขัน ควบคุมอารมณ์ และตัดสินใจได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงสุด (Martindale et al., 2023, pp. 134–149)

การมุ่งเป้าหมาย (Goal-directed persistence) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการตั้งเป้าหมายที่ชัดเจนและดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพื่อบรรลุเป้าหมาย แม้จะเผชิญกับอุปสรรคหรือความท้าทาย กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการรักษาความมุ่งมั่น การวางแผน การจัดลำดับความสำคัญ และการปรับพฤติกรรมให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ทางประสาทวิทยา การมุ่งเป้าหมายเกี่ยวข้องกับสมองส่วน Prefrontal cortex ที่ควบคุมการตัดสินใจ การวางแผน และการควบคุมตนเอง รวมถึงการทำงานร่วมกับ Basal ganglia ที่ช่วยรักษาความต่อเนื่องของพฤติกรรมและแรงจูงใจในบริบทของกีฬา ความสามารถนี้ช่วยให้นักกีฬายึดมั่นต่อเป้าหมายการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน แม้เผชิญความท้าทาย เช่น การบาดเจ็บหรือแรงกดดัน ทำให้สามารถรักษาประสิทธิภาพและความมุ่งมั่นจนกว่าจะบรรลุผลลัพธ์ตามเป้าหมาย (Montero-Odasso et al., 2023, pp. 1-15)

แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพในการทำหน้าที่ของสมอง ได้รับการอธิบายจากนักวิชาการหลายท่านในลักษณะที่เกี่ยวพันกัน โดยสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของสมองในฐานะศูนย์กลางการควบคุมพฤติกรรม การคิด การจดจำ และการประมวลผลข้อมูล ซึ่งล้วนเป็นพื้นฐานสำคัญของการดำเนินชีวิตและการทำงานของมนุษย์อย่างมีประสิทธิภาพ อัครรัฐ ยงทวี และคณะ (2563, น. 229–240) ได้อธิบายว่า สมองทำหน้าที่เสมือนเป็นศูนย์กลางควบคุมการดำเนินชีวิต โดยมีบทบาทสำคัญในการรับรู้ ความคิด การจดจำ และการควบคุมพฤติกรรมต่างๆ ของสมรรถภาพในการทำหน้าที่ของสมองนั้นครอบคลุมหลายด้าน ได้แก่ ความสามารถในการให้ความสนใจหรือมีสมาธิจดจ่อ (Attention) ความสามารถในการจดจำข้อมูล (Memory) การบริหารจัดการกระบวนการทางจิตหรือหน้าที่บริหาร (Executive function) การประมวลผลและตีความข้อมูลที่ได้รับ (Information processing) รวมถึงความสามารถในการรับรู้และจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่หรือเชิงมิติ (Spatial ability) ในทำนองเดียวกัน Bombonato et al. (2023, pp. 98–133) ได้อธิบายว่า ความสามารถในการทำหน้าที่ของสมอง (Executive functions) ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ เช่น ความสนใจ (Attention) ซึ่งเป็นกระบวนการทางจิตที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้า โดยสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือทางสรีรวิทยาและจิตวิทยา ความสนใจแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความสนใจตื่นตัว (Alerting) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเตรียมพร้อมต่อสิ่งเร้าใหม่ ความสนใจจัดเรียง (Orienting) ที่ใช้ในการปรับโฟกัสไปยังสิ่งสำคัญ และความสนใจขั้นสูง (Executive attention) ซึ่งเป็นการควบคุมความขัดแย้งของข้อมูลผ่านการทำงานของ Anterior cingulate cortex และ Prefrontal cortex ส่วน Diamond (2020, pp. 225–240) ได้อธิบายว่า ความสามารถของสมองในด้านการบริหารจัดการ (Executive function) หมายถึงศักยภาพในการควบคุมความคิด พฤติกรรม และอารมณ์ เพื่อให้การดำเนินชีวิตเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยมีสมองส่วนหน้าทำหน้าที่หลักในการกำกับกระบวนการเหล่านี้ซึ่งประกอบสำคัญของ Executive function ประกอบด้วย 1) การยับยั้ง (Inhibitory control) 2) ความจำขณะใช้งาน (Working memory) 3) ความยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) องค์ประกอบทั้งสามนี้ถือเป็นรากฐานสำคัญของทักษะการทำงานด้านการบริหารของสมองระดับสูง เช่น การให้เหตุผล การแก้ปัญหา การวางแผน และการตัดสินใจ นอกจากนี้ Wang (2023, pp. 717–

723) ได้อธิบายว่า ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลหมายถึงศักยภาพของสมองในการรับข้อมูล วิเคราะห์ และตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างรวดเร็วและอัตโนมัติ ซึ่งสามารถประเมินได้ผ่านการวัด ระยะเวลาการตอบสนอง (Response time) และระดับความถูกต้องของการตอบสนอง (Response accuracy) ต่อสิ่งเร้า ในขณะที่ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) หมายถึงความสามารถ ในการรับรู้ จัดเก็บ และปรับเปลี่ยนข้อมูลภาพในบริบทของพื้นที่รอบวัตถุที่สนใจ โดยประกอบด้วย 3 ด้านหลัก ได้แก่ การรับรู้เชิงพื้นที่ การสร้างภาพทางจินตนาการ และการหมุนหรือเปลี่ยนมุมมอง ของภาพในจินตนาการ

สรุปได้ว่า ความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ (Executive function) หมายถึงกระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ การจดจำ การเรียนรู้ การควบคุมพฤติกรรม การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการเหล่านี้อาศัยการทำงานร่วมกันของโครงข่ายสมองหลายส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมอง ส่วน Prefrontal cortex ที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่บริหาร (Executive functions) เช่น การวางแผน การ ควบคุมตนเอง และการจัดลำดับความสำคัญของภารกิจต่าง ๆ ในมิติทางสรีรวิทยา ความสามารถนี้ สัมพันธ์กับการทำงานของโครงข่ายประสาท โดยเฉพาะโครงข่าย Frontoparietal network และ Default mode network ที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมความยืดหยุ่นทางความคิด ความสามารถ ในการเปลี่ยนสลับความสนใจ และการปรับตัวต่อสิ่งเร้า กระบวนการเหล่านี้ล้วนเป็นองค์ประกอบ สำคัญของสมรรถภาพทางปัญญา (Cognitive performance) ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการ ควบคุมพฤติกรรม ปรับตัวต่อสถานการณ์ และรักษาคุณภาพชีวิต องค์ประกอบหลักของ ความสามารถสมองในการบริหารจัดการ ประกอบด้วย สมาธิและความตั้งใจจดจ่อ (Attention and focus) เป็นการเลือกและให้ความสำคัญกับข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่สำคัญ ขณะละเว้นสิ่งรบกวนที่ไม่ เกี่ยวข้องสมาธิและความตั้งใจจดจ่อช่วยให้ผู้เล่นสามารถ ติดตามลูกบอล สังเกตตำแหน่งเพื่อนร่วมทีม และคู่แข่ง ประเมินความเสี่ยง และตัดสินใจอย่างแม่นยำ แม้ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็วโดยอาศัยการทำงานของ White matter ในการส่งผ่านสัญญาณประสาทอย่างรวดเร็ว ความคิดยืดหยุ่นและการควบคุมยับยั้ง (Cognitive flexibility and inhibitory control) เป็น ความสามารถในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมหรือความคิดตามบริบท และยับยั้งการตอบสนองที่ไม่ เหมาะสม ซึ่งเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลและการควบคุมตนเอง การวางแผน (Planning and organization) คือความสามารถของสมองในการตั้งเป้าหมาย กำหนดลำดับขั้นตอน และจัดระบบการกระทำอย่างเป็นระบบ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้การวางแผนช่วยให้ผู้เล่น สามารถ วิเคราะห์สถานการณ์ในสนาม จัดลำดับการเคลื่อนที่ วางกลยุทธ์การโจมตีหรือการป้องกัน ความจำขณะใช้งาน (Working memory) เป็นระบบที่ช่วยเก็บรักษาและจัดการข้อมูลระยะสั้นเพื่อใช้ ในการควบคุมพฤติกรรมและการแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงกับการทำงานของ Dorsolateral prefrontal cortex การวางแผนและการจัดลำดับขั้นตอน (Planning and Organization) เป็น ความสามารถในการกำหนดเป้าหมาย ลำดับขั้นตอน และบริหารจัดการกระบวนการเพื่อให้บรรลุผล

สำเร็จ โดยอาศัยสมองส่วน Frontal และ Parietal lobe การตัดสินใจ (Decision making) เป็นกระบวนการเลือกทางเลือกที่เหมาะสม โดยอาศัยข้อมูลจากทั้งเหตุผลและอารมณ์ ซึ่งสมองส่วน Ventromedial และ Orbitofrontal cortex มีบทบาทสำคัญ นอกจากนี้ ยังครอบคลุมถึงกระบวนการด้านความสนใจ (Attention) ซึ่งประกอบด้วยระดับความสนใจตื่นตัว การจัดโฟกัส และการควบคุมความขัดแย้งของข้อมูล ตลอดจนการประมวลผลข้อมูลอย่างรวดเร็วและแม่นยำ ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นรากฐานของพฤติกรรมที่มีเป้าหมายและสอดคล้องกับบริบท ทั้งในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ และการทำงานภายใต้แรงกดดันหรือสถานการณ์ที่ซับซ้อน

หลักการฝึกกีฬา

ความหมายของหลักการฝึกกีฬา

หลักการฝึกกีฬา หมายถึง กรอบแนวคิดและวิธีการที่เป็นระบบในการจัดกระบวนการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ทักษะทางการกีฬา และศักยภาพทางจิตใจของผู้ฝึกให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยอาศัยองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา สรีรวิทยาการออกกำลังกาย จิตวิทยา และทฤษฎีการเรียนรู้การเคลื่อนไหว หลักการฝึกกีฬามุ่งเน้นการกำหนดความเหมาะสมของปริมาณ ความหนัก ความถี่ และความต่อเนื่องของการฝึก ตลอดจนการจัดลำดับขั้นตอนการฝึกอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดการปรับตัวที่มีประสิทธิภาพ ป้องกันการบาดเจ็บ และส่งเสริมพัฒนาการของนักกีฬาย่างยั่งยืน หลักการฝึกกีฬาเป็นกระบวนการวางแผนอย่างมีระบบและมีหลักการ เพื่อกำหนดลักษณะ ขอบเขต ความถี่ ความหนัก ระยะเวลา และรูปแบบของกิจกรรมการฝึกซ้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย เพิ่มศักยภาพของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย และส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ด้านการกีฬาให้เหมาะสมกับความสามารถและเป้าหมายของผู้ฝึก (Bompa and Buzzichelli, 2019, pp. 23–37) แนวคิดสำคัญในการออกแบบโปรแกรมการฝึกประกอบด้วย หลักการพื้นฐานหลายประการ ได้แก่ หลักความก้าวหน้า (Progressive overload) ที่เน้นการเพิ่มความหนักของการฝึกอย่างค่อยเป็นค่อยไปเพื่อกระตุ้นการปรับตัวของร่างกาย, หลักความเฉพาะเจาะจง (Specificity) ที่สอดคล้องกับทักษะหรือพลังงานที่ต้องการพัฒนา, หลักความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) ที่คำนึงถึงระดับสมรรถภาพพื้นฐาน ภาวะสุขภาพ และเป้าหมายของแต่ละบุคคล, รวมถึง หลักการฟื้นฟู (Recovery) ซึ่งเน้นความสมดุลระหว่างการฝึกและการพัก เพื่อลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บและภาวะ Overtraining (Kiely, 2018, pp. 753–764) การจัดลำดับระยะการฝึก (Periodization) เป็นเครื่องมือสำคัญในการควบคุมและออกแบบโครงสร้างโปรแกรมให้สมดุลและยั่งยืน โดยแบ่งแผนฝึกออกเป็นระยะต่าง ๆ ได้แก่ Microcycle, Mesocycle และ Macrocycle เพื่อควบคุมระดับภาระงานและให้เวลาสำหรับการฟื้นตัวอย่างเหมาะสม การวางแผนเช่นนี้ช่วยลดความเสี่ยงจากภาวะ Overtraining และส่งเสริมการพัฒนาทั้งทางร่างกายและจิตใจ (Bompa and Buzzichelli, 2019, pp. 23–37) นอกจากนี้ การฝึกในบริบทที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง (Representative learning design; RLD) เป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้ฝึกสามารถถ่าย

โอนทักษะจากการฝึกสู่การแข่งขันจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นสภาพแวดล้อม แรงกดดัน และการตัดสินใจที่สะท้อนการแข่งขันจริง ซึ่งยังส่งเสริมกระบวนการรับรู้และการเรียนรู้เชิงการเคลื่อนไหว (Perception-action coupling) (Holleman et al., 2021, pp. 461–465) การปรับโปรแกรมฝึกให้เหมาะสมกับบุคคล (Individualization) ถือเป็นหลักการสำคัญ โดยเฉพาะนักกีฬาชั้นสูงที่มีความแตกต่างด้านพันธุกรรม ประสบการณ์ และการตอบสนองต่อการฝึก การปรับตามลักษณะเฉพาะของบุคคล เช่น ระดับการฟื้นตัว ความสามารถทางร่างกาย และภาวะจิตใจ จะช่วยให้การฝึกมีประสิทธิภาพสูงสุดและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ (Issurin, 2021, pp. 485–498) ในมิติที่ครอบคลุมมากกว่าเพียงผลลัพธ์ในสนามแข่งขัน การฝึกกีฬาเชิงองค์รวมควรส่งเสริมพัฒนาการทั้งทางร่างกาย จิตใจ สังคม และคุณธรรม เพื่อสร้างแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) และพัฒนาให้นักกีฬาให้มีความยั่งยืนทั้งในสายอาชีพและชีวิตส่วนตัว (Jebeile et al., 2022, pp. 351–365) แม้ว่าหลักการฝึกทางทฤษฎีจะถูกต้อง แต่การฝึกในโลกความจริงยังต้องอาศัย ความยืดหยุ่น (Flexibility) และการตัดสินใจเชิงประสบการณ์ โปรแกรมฝึกที่มีประสิทธิภาพต้องสามารถปรับเปลี่ยนตามสภาพร่างกาย สภาพอารมณ์ และบริบทการแข่งขัน โดยอาศัยทั้งข้อมูลเชิงเทคโนโลยี และสัญชาตญาณของผู้ฝึกสอน (Kiely, 2022, pp. 12–25) การพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาในระยะยาวควรเริ่มจากการสร้างพื้นฐานในวัยเด็ก สู่การพัฒนาทักษะเฉพาะ และมุ่งสู่ความเป็นเลิศ โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและไม่เร่งรัดในช่วงวัยที่ไม่เหมาะสม (Progressive development) รวมถึงส่งเสริมพฤติกรรมออกกำลังกายตลอดชีวิต (Lifelong physical activity) (Bailey et al., 2024, pp. 123–135) สุดท้าย ความสำเร็จของโปรแกรมฝึกไม่ได้ขึ้นอยู่กับเพียงภาระงานหรือรูปแบบฝึกเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับ สภาพแวดล้อมทางจิตวิทยา ที่สนับสนุนการเรียนรู้ ความมั่นใจ และแรงจูงใจ โดยเฉพาะในเยาวชนหรือผู้เริ่มต้น การฝึกที่มีบรรยากาศเชิงบวก เช่น การสื่อสารสร้างสรรค์ การให้กำลังใจ และการยอมรับความผิดพลาด จะช่วยพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเองและความยืดหยุ่นทางอารมณ์ (Smith and Smoll, 2023, pp. 1–17) ดังนั้น การวางแผนและพัฒนาโปรแกรมฝึกกีฬาอย่างมีประสิทธิภาพควรผสาน หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์การฝึก การออกแบบที่สะท้อนการแข่งขันจริง ความเหมาะสมกับบุคคล ความยั่งยืนในระยะยาว และสภาพแวดล้อมทางจิตวิทยาที่สนับสนุน เพื่อให้เกิดการพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาอย่างครอบคลุมและยั่งยืน (Martindale et al., 2023, pp. 134–149)

สรุปได้ว่า หลักการฝึกกีฬา คือกระบวนการวางแผนและออกแบบกิจกรรมการฝึกอย่างมีระบบ โดยมีเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทางร่างกาย จิตใจ และทักษะเฉพาะด้านของผู้ฝึก ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว การฝึกที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยหลักการสำคัญ ได้แก่ การจัดลำดับช่วงการฝึกอย่างเป็นระบบ (Periodization) การปรับรูปแบบการฝึกให้เหมาะสมกับความแตกต่างของแต่ละบุคคล (Individualization) และการออกแบบการฝึกที่สะท้อนสถานการณ์จริง (Representative learning design) นอกจากนี้ โปรแกรมการฝึกที่มีคุณภาพควรเน้นการพัฒนาอย่างสมดุล ทั้งด้านสมรรถภาพทางกายและมิติด้านจิตสังคม โดยเฉพาะในกลุ่มเยาวชนควรคำนึงถึง

พัฒนาการตามวัย ทั้งทางกายภาพ อารมณ์ และพฤติกรรม ควบคู่ไปกับการสร้างความต่อเนื่อง ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการฝึกตามบริบท และการบูรณาการข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เข้ากับประสบการณ์ของผู้ฝึกสอน เพื่อมุ่งสู่ผลลัพธ์ของการฝึกที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน

หลักการพื้นฐานของการฝึก

1. ควาหมายของหลักการพื้นฐานของการฝึก

ควาหมายของหลักการพื้นฐานของการฝึกหมายถึง แนวทางหรือกรอบความคิด สำคัญที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบและดำเนินกระบวนการฝึกอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดการพัฒนาศักยภาพของร่างกาย จิตใจ หรือทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักการเหล่านี้ช่วยให้การฝึกมี ทิศทาง ชัดเจน สอดคล้องกับเป้าหมาย และสามารถประเมินผลได้ โดยครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ เช่น ความต่อเนื่อง (Continuity) ความก้าวหน้า (Progressive overload) ความเฉพาะเจาะจง (Specificity) การฟื้นฟู (Recovery) และการปรับให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล (Individualization) ซึ่งทั้งหมดล้วนมีบทบาทสำคัญต่อการกระตุ้นการปรับตัวของร่างกายและจิตใจอย่างเหมาะสมในระยะ สั้นและระยะยาว โดยอาศัยหลักวิทยาศาสตร์การกีฬาและจิตวิทยาการฝึกเป็นพื้นฐาน หลักการฝึก (Training principles) เป็นรากฐานสำคัญในการออกแบบโปรแกรมฝึกซ้อมที่มีประสิทธิภาพ โดย Bompa and Buzzichelli (2019, pp. 23–37) อธิบายว่า หลัก Specificity ชี้ให้เห็นว่าการฝึกควร สอดคล้องกับลักษณะของกีฬา ทั้งในแง่ของพลังงานที่ใช้ กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง และรูปแบบการ เคลื่อนไหว ขณะที่หลัก Progressive overload เน้นการเพิ่มระดับความท้าทายอย่างต่อเนื่องเพื่อ กระตุ้นการพัฒนาของร่างกาย ส่วนหลัก Continuity ชี้ว่าความสม่ำเสมอของการฝึกเป็นเงื่อนไข สำคัญในการรักษาสมรรถภาพ และหลัก Adaptation อธิบายถึงกลไกการปรับตัวของร่างกายต่อ ความเครียดจากการฝึก ซึ่งการประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมจะเสริมสร้างความสามารถของนักกีฬาอย่าง มั่นคงและยั่งยืนแนวคิดเรื่อง การปรับให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล (Individualization) เป็นหัวใจ สำคัญของการออกแบบโปรแกรมที่ตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้ฝึกในด้านอายุ เพศ ระดับ ความสามารถ และเป้าหมายทางกีฬา (Sajedi et al., 2025, pp. 1–19) การไม่คำนึงถึงปัจจัยเฉพาะ บุคคลอาจทำให้เกิดการฝึกมากเกินไปหรือไม่เหมาะสม นอกจากนี้ หลัก Periodization หรือการ วางแผนฝึกเป็นรอบ ยังช่วยป้องกันภาวะ Overtraining และเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาระยะยาว ทำให้โปรแกรมฝึกมีความเป็นระบบและตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของนักกีฬาได้อย่างมี ประสิทธิภาพ Lorenz and Morrison (2022, pp. 170–177) เสริมว่า หลัก Overload เป็น สิ่งจำเป็นในการเพิ่มภาระการฝึกเกินระดับพื้นฐานเพื่อกระตุ้นการปรับตัวของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ขณะที่ Recovery เป็นช่วงเวลาที่ย่างกายต้องซ่อมแซมและสร้างสมรรถภาพใหม่ หากไม่มีการฟื้นตัว เพียงพอจะเกิดภาวะฝึกมากเกินไป ส่วน Variation หรือความหลากหลายในการฝึกช่วยลดความซ้ำซาก ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสะสม และกระตุ้นการตอบสนองของระบบประสาทกล้ามเนื้อในรูปแบบ ที่แตกต่างกันอย่างเป็นระบบในมิติการวางแผนฝึกระยะยาว Tønnessen et al. (2024, pp. 2935–2953) อธิบายว่า หลักการฝึกทำหน้าที่เสมือน “เข็มทิศ” ของผู้ฝึกสอน ซึ่งช่วยนำทางการออกแบบ

โปรแกรมอย่างมียุทธศาสตร์ โดยเฉพาะการประเมินและปรับให้เหมาะสมกับความสามารถเฉพาะบุคคล ทั้งนี้ ความต่อเนื่อง (Consistency) และความเปลี่ยนแปลงอย่างมีแบบแผน (Structured Variation) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการพัฒนาเชิงลึกและหลีกเลี่ยงการฝึกที่ไร้ทิศทาง สุดท้าย Comfort et al. (2023, pp. 1163–1190) ชี้ว่า หลักการฝึกไม่ควรถูกจำกัดเพียงทฤษฎีทั่วไป แต่ต้องเชื่อมโยงกับ หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และบริบทเฉพาะของกีฬาแต่ละประเภท เพื่อให้การฝึกมีทั้งความแม่นยำและสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง เช่น นักกีฬาที่ต้องใช้พลังระเบิดสูง อาจเน้นการใช้แรงสูงในช่วงเวลาสั้น ขณะที่นักกีฬาความทนทานต้องเน้นการฝึกเพื่อส่งเสริมความทนทานทางระบบพลังงาน ดังนั้น การเข้าใจโครงสร้างหลักการฝึกที่สัมพันธ์กับผลวิจัยและลักษณะกีฬา จะช่วยให้เกิดการออกแบบโปรแกรมที่สอดคล้องกับเป้าหมายและสภาพแวดล้อมในการแข่งขันอย่างแท้จริง

สรุปได้ว่า หลักการพื้นฐานของการฝึก คือ กรอบแนวคิดสำคัญที่ใช้ในการวางแผน และดำเนินกระบวนการฝึกอย่างมีระบบ เพื่อให้การพัฒนาร่างกายหรือจิตใจเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ หลักการเหล่านี้ครอบคลุมประเด็นสำคัญ เช่น ความก้าวหน้า ความเฉพาะเจาะจง ความต่อเนื่อง การฟื้นฟู และความเหมาะสมเฉพาะบุคคล ซึ่งทั้งหมดมีบทบาทสำคัญต่อการกระตุ้นการปรับตัวของร่างกายให้เกิดผลลัพธ์ที่ยั่งยืน การออกแบบโปรแกรมฝึกที่ยึดหลักการเหล่านี้จะช่วยลดความเสี่ยงจากการฝึกมากเกินไป เพิ่มความปลอดภัย และรองรับการพัฒนาทั้งในระยะสั้นและระยะยาวอย่างเหมาะสม

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของการฝึก พบว่า ประเด็นนี้ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในหลากหลายบริบท ตั้งแต่การพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาไปจนถึงการฝึกเพื่อเสริมสร้างทักษะการรู้คิด (Cognitive function training) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาฟุตบอลที่ต้องอาศัยทั้งองค์ประกอบทางกายภาพและทางปัญญาในการแข่งขันที่มีความซับซ้อนและกดดันสูง การศึกษาของ Mao et al. (2024, pp. 1-12) ได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการฝึกฟุตบอลที่มีโครงสร้างเหมาะสม ซึ่งสามารถส่งเสริมกระบวนการทางปัญญา (Cognitive processes) ในเด็กและเยาวชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในด้านความสามารถในการมุ่งเน้นความสนใจต่อสิ่งที่สำคัญ (Selective attention) การยับยั้งการตอบสนองที่ไม่เหมาะสม (Inhibitory control) และความจำใช้งาน (Working memory) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญต่อการตัดสินใจภายใต้แรงกดดันของการแข่งขัน ทั้งนี้รูปแบบการฝึกที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น Small-sided games (SSGs) หรือกิจกรรมที่มีข้อจำกัดของเวลาและพื้นที่ได้รับการยืนยันว่ามีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการทำงานของสมองในส่วน Executive functions อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว Rossato et al. (2025, pp. 67–85) ได้ทำการศึกษาแบบ Scoping review เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบของรูปแบบการฝึกความแข็งแรงที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพทางกายในกีฬาฟุตบอล โดยเน้นถึงความแตกต่างระหว่าง Concentric training, Eccentric training และ Plyometric training ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการฝึกแบบ Eccentric มีบทบาทสำคัญในการป้องกันการบาดเจ็บ โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งบริเวณเอ็นร้อยหวาย (Hamstring Injury prevention) ในขณะที่ Plyometric training ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพด้านความเร็ว (Speed) และความคล่องตัว (Agility) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของนักฟุตบอลในระดับสูง ต่อเนื่องจากประเด็นด้านการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย MLS Journals Editorial Team (2025, pp. 7–18) ได้นำเสนอรูปแบบการฝึกที่เรียกว่า Post-activation potentiation (PAP) ซึ่งมุ่งเน้นการกระตุ้นระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) ก่อนการแข่งขันจริง โดยใช้ความเข้มข้นสูง (High Load; ประมาณ 85% ของ 1RM) ร่วมกับปริมาณต่ำ (Low volume) เพื่อเพิ่มกำลังและความเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า PAP สามารถเพิ่มระยะทางการวิ่งด้วยความเร็วสูง (High-speed running distance) และความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง (Change of direction speed) ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Pol et al. (2020, pp. 1-13) ยังได้เสนอแนวทางการฝึกตามทฤษฎีระบบซับซ้อน (Complex systems theory) โดยมองว่านักกีฬาเป็นระบบชีวภาพที่ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยที่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง กระบวนการฝึกจึงควรออกแบบให้มีความหลากหลายและซับซ้อน (Representative learning design) เพื่อส่งเสริมให้นักกีฬาสามารถปรับตัวและตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้สภาวะที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยการสร้าง Constraints เช่น การจำกัดพื้นที่ จำนวนผู้เล่น หรือเวลาการเล่น ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในเกมจริง

ในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลการฝึก การศึกษาของ Bekkers (2024, pp. 1-8) ได้พัฒนาตัวชี้วัดเชิงปริมาณที่เรียกว่า Pressing Intensity metric โดยอาศัยข้อมูลจากการติดตามตำแหน่ง (Player tracking data) และตัวแปรด้านความเร็วและเวลาตอบสนองของนักเตะขณะดำเนินเกมรับ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้นักวิเคราะห์และโค้ชสามารถประเมินประสิทธิภาพของกลยุทธ์การเพรสซึ่งทั้งในระดับทีมและรายบุคคล รวมถึงกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงสมรรถภาพและยุทธวิธีได้อย่างแม่นยำ ขณะเดียวกัน Sahinler et al. (2023, pp. 1-7) ได้ประยุกต์ใช้เทคนิค Machine learning เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำของการยิงประตู (Shooting accuracy) ในการฝึกฟุตบอลขั้นพื้นฐาน โดยเฉพาะการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของลูกบอล (Ball velocity) มุมการยิง (Shot angle) และตำแหน่งเป้าหมาย (Target location) ผลการวิจัยระบุว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเรียลไทม์ (Real-time feedback) ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงลึก สามารถช่วยให้นักกีฬาเพิ่มความแม่นยำในการยิงและปรับปรุงรูปแบบการยิงให้เหมาะสมกับสถานการณ์การแข่งขันจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและการศึกษาของ Oliveira and Frade (2025, pp. 1–16) ได้นำเสนอแนวทาง Tactical periodisation ซึ่งเป็นระบบการวางแผนการฝึกซ้อมที่บูรณาการองค์ประกอบทางยุทธศาสตร์ (Tactical) กายภาพ (Physical) เทคนิค (Technical) และจิตวิทยา (Psychological) เข้าไว้ด้วยกันในทุกหน่วยการฝึก (Training unit) โดยเน้นให้ทุกกิจกรรมสอดคล้องกับเป้าหมายทางยุทธวิธี (Tactical Intention) ของทีมในช่วงเวลานั้น (Game model) แนวทางดังกล่าวยังให้ความสำคัญกับความเข้มข้นเชิงบริบท (Contextual intensity) และความต่อเนื่องของการฝึก

(Integrated load) เพื่อให้ผลการฝึกสามารถถ่ายโอนสู่เกมการแข่งขันจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

สรุปว่า ความสำคัญของการออกแบบโปรแกรมการฝึกอย่างมีระบบ เพื่อให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและการฟื้นฟูร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะหลักการ Progressive overload ที่เน้นการเพิ่มภาระการฝึกอย่างค่อยเป็นค่อยไป เพื่อกระตุ้นให้ร่างกายเกิดการปรับตัว ทั้งในบริบทของนักกีฬาและผู้สูงอายุ นอกจากนี้ หลักการ Specificity และ Individualization ก็มีบทบาทสำคัญในการกำหนดลักษณะการฝึกที่สอดคล้องกับความต้องการเฉพาะของแต่ละบุคคล ไม่ว่าจะเป็นเป้าหมาย ระดับความฟิต หรือข้อจำกัดทางร่างกาย ขณะที่หลักการ Periodization ช่วยให้ออกแบบแผนการฝึกในระยะยาวได้อย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ หลักการอื่น ๆ เช่น Recovery Regularity Progression และ Reversibility ก็เป็นองค์ประกอบที่ขาดไม่ได้ เนื่องจากส่งผลต่อความต่อเนื่องของการฝึก ความยั่งยืนของผลลัพธ์ และการป้องกันการถดถอยของสมรรถภาพ ทั้งนี้ หลักการเหล่านี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในงานด้านเวชศาสตร์การกีฬา การส่งเสริมสุขภาพ และการฝึกในระดับนักกีฬามืออาชีพอย่างครอบคลุม

2. หลักความก้าวหน้า (Progression)

ความหมายของหลักความก้าวหน้า (Progression) หลักความก้าวหน้าเป็นแนวคิดพื้นฐานในการฝึกที่เน้นการเพิ่มระดับความเข้มข้น ปริมาณ หรือความซับซ้อนของภาระการฝึกอย่างเป็นลำดับและเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้ฝึก เพื่อกระตุ้นการปรับตัวของระบบร่างกายอย่างต่อเนื่องและปลอดภัย หลักการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหลีกเลี่ยงภาวะการหยุดชะงักของพัฒนาการทางสมรรถภาพ (Plateau) และลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่อาจเกิดจากการเพิ่มภาระมากเกินไปในระยะเวลาอันสั้น การนำหลักความก้าวหน้ามาใช้จำเป็นต้องพิจารณาจากปัจจัยเฉพาะบุคคล เช่น ความสามารถพื้นฐาน การตอบสนองต่อการฝึก และเป้าหมายของการพัฒนา เพื่อให้การฝึกมีประสิทธิภาพสูงสุดและนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ยั่งยืนในระยะยาว หลักความก้าวหน้า (Progressive overload) เป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้การฝึกซ้อมมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง โดย Bompa & Buzzichelli (2019, pp. 23–37) ชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มความเข้มข้น (Intensity) ปริมาณ (Volume) หรือความซับซ้อนของการฝึกต้องเป็นไปอย่างเป็นระบบและมีการวางแผนอย่างเหมาะสม เพื่อกระตุ้นการปรับตัวของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ทั้งในระดับระบบประสาท กล้ามเนื้อ และระบบหัวใจและหลอดเลือด หากไม่มีการเพิ่มภาระที่เหมาะสม ร่างกายอาจเข้าสู่ภาวะ Plateau หรือจุดอิ่มตัวของพัฒนาการ ซึ่งจำกัดศักยภาพสูงสุดของผู้ฝึก Mejuto et al. (2024, pp. 1–14) เสริมว่า หลักความก้าวหน้าเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการพัฒนาปริมาณกล้ามเนื้อและระบบประสาท ซึ่งต้องอาศัยการเพิ่มภาระอย่างเป็นลำดับขั้นเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) และการปรับตัวของระบบประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (Neural adaptation) ซึ่งทำให้สมรรถภาพเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อผู้ฝึกได้รับแรงกระตุ้น

ใหม่ที่ท้าทายระดับความสามารถของตน American College of Sports Medicine (2023, pp. 1–15) อธิบายว่า การเพิ่มความเข้มข้นในการฝึกอย่างต่อเนื่องและปลอดภัยช่วยลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บและภาวะ Overtraining อีกทั้งสนับสนุนการพัฒนาความแข็งแรง ความทนทาน และความสามารถทางร่างกายอย่างยั่งยืน ทำให้หลักการความก้าวหน้าเป็นเครื่องมือสำคัญในการกำหนดแนวทางการเพิ่มภาระอย่างสมดุลระหว่างความท้าทายและความปลอดภัย Lorenz and Morrison (2022, pp. 170–177) ยังเน้นว่าหลักความก้าวหน้าเป็นแกนกลางของการออกแบบโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ โดยเฉพาะในผู้ที่ได้รับบาดเจ็บหรืออยู่ในช่วงฟื้นตัว การเพิ่มภาระฝึกอย่างค่อยเป็นค่อยไป (Gradual loading) ช่วยให้ร่างกายสามารถปรับตัวได้โดยไม่เกิดแรงกระตุ้นที่รุนแรงเกินไป ซึ่งลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บซ้ำหรือภาวะ Overreaching ในมิติของการส่งเสริมสุขภาพในผู้สูงอายุ Devries and Giangregorio (2032, pp. 166–168) อธิบายว่า การเพิ่มความท้าทายในการฝึก เช่น น้ำหนัก ความเร็ว หรือความซับซ้อนของท่าฝึกอย่างค่อยเป็นค่อยไป มีผลในการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ ระบบประสาท และการทรงตัว (Postural control) อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น หลักความก้าวหน้าไม่เพียงเป็นเครื่องมือสำคัญในนักกีฬา แต่ยังมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมคุณภาพชีวิตและการรักษาสุขภาพของผู้สูงอายุด้วย

สรุปได้ว่า หลักความก้าวหน้าเป็นแนวทางสำคัญในการออกแบบและดำเนินการฝึกทางกายภาพ โดยมุ่งเน้นให้มีการเพิ่มระดับความเข้มข้นหรือปริมาณของการฝึกอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ เพื่อกระตุ้นการปรับตัวของร่างกายทั้งทางสรีรวิทยาและระบบประสาท หลักการนี้ช่วยส่งเสริมการพัฒนาสมรรถภาพทางกายอย่างยั่งยืน ลดความเสี่ยงจากการฝึกที่มากเกินไป และรองรับความแตกต่างของผู้ฝึกในแต่ละบุคคล ทั้งในบริบทของการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทั่วไป การฟื้นฟูสมรรถภาพ และการป้องกันภาวะเสื่อมถอยของกล้ามเนื้อ

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับหลักความก้าวหน้า (Progression) พบว่าเป็นแนวทางสำคัญในกระบวนการฝึกทางกายภาพที่มุ่งเน้นการเพิ่มภาระในการฝึกอย่างเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมการปรับตัวของระบบร่างกายให้มีสมรรถภาพดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยงานวิจัยหลายฉบับต่างสนับสนุนความสำคัญของหลักการนี้อย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Bonafiglia et al. (2023, pp. 789–798) และ Khushhal et al. (2020, pp. 1–13) พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นในการฝึกส่งผลให้สมรรถภาพระบบหัวใจและหลอดเลือดดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ Chaves et al. (2024, pp. 504–510) และ Plotkin et al. (2022, pp. 141–142) ได้ยืนยันว่าการเพิ่มน้ำหนักหรือจำนวนครั้งในการฝึกส่งผลโดยตรงต่อความแข็งแรงและมวลกล้ามเนื้ออย่างชัดเจน นอกจากนี้ ในกลุ่มผู้สูงอายุ นอกจากนั้น Devries and Giangregorio (2032, pp. 166–168) รายงานว่าการนำหลักความก้าวหน้าและความเฉพาะเจาะจงมาใช้สามารถช่วยลดความเสี่ยงของภาวะกล้ามเนื้อสลายและการหกล้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม Hammert et al. (2024, pp. 456–463) ได้เสนอว่าการเพิ่มปริมาณการฝึกควรพิจารณาควบคู่กับปัจจัยอื่น ๆ เพื่อให้เกิดการตอบสนองที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อร่างกาย ขณะที่ Kontro et al. (2025, pp. 1–34) ได้พัฒนาโมเดลการฝึกสามมิติที่

สอดคล้องกับระบบพลังงานของร่างกาย เพื่อใช้ในการวางแผนการฝึกที่มีความซับซ้อนและครอบคลุมทุกมิติของการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย งานวิจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของหลักความก้าวหน้าในการออกแบบโปรแกรมฝึกทางกายภาพอย่างมีประสิทธิภาพ และเน้นย้ำถึงการปรับเปลี่ยนภาระฝึกอย่างเป็นระบบและเหมาะสมเพื่อกระตุ้นการปรับตัวของระบบต่าง ๆ ในร่างกายอย่างยั่งยืนและปลอดภัยในทุกกลุ่มประชากร

สรุปได้ว่าปัจจุบัน หลักความก้าวหน้าได้รับการประยุกต์ใช้ในบริบทที่หลากหลายทั้งในรูปแบบการฝึกทั่วไป การฝึกเฉพาะด้าน การฝึกด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ตลอดจนการใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อปรับระดับความยากในการฝึกให้เหมาะสมกับบุคคลแต่ละคน ส่งผลให้การฝึกเกิดประสิทธิผลสูงสุดและสอดคล้องกับเป้าหมายเฉพาะของผู้ฝึกในแต่ละระดับ

3. หลักความเฉพาะเจาะจง (Specificity)

หลักความเฉพาะเจาะจง (Specificity) หมายถึง แนวคิดในการฝึกที่เน้นให้รูปแบบของกิจกรรมการฝึกสอดคล้องกับลักษณะ ทักษะ พลังงาน และระบบกลไกทางสรีรวิทยาที่ใช้ในการปฏิบัติจริงของกิจกรรมนั้น ๆ การออกแบบโปรแกรมการฝึกที่มีความเฉพาะเจาะจงจะช่วยให้ร่างกายสามารถพัฒนาและปรับตัวในด้านที่จำเป็นต่อความสำเร็จในกิจกรรมเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในบริบทของการฝึกทางด้านสมรรถภาพทางกาย หมายถึงแนวคิดที่ว่าร่างกายจะตอบสนองและเกิดการปรับตัวตามลักษณะของแรงกระตุ้นหรือกิจกรรมที่ได้รับโดยตรง ดังนั้น การฝึกใด ๆ ควรออกแบบให้สอดคล้องกับเป้าหมายที่ต้องการพัฒนา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพ หลักความเฉพาะเจาะจง (Specificity) เป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบโปรแกรมฝึกซ้อมที่มีประสิทธิภาพ โดย Zatsiorsky and Kraemer (2020, pp. 222–251) ชี้ให้เห็นว่าระบบร่างกายจะตอบสนองต่อแรงกระตุ้นที่ได้รับอย่างตรงกับรูปแบบของแรงกระตุ้นนั้น ๆ ทั้งในด้านรูปแบบการเคลื่อนไหว (Movement patterns) ความเร็ว มุมแรง (Force angles) และกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากระบบประสาทและกล้ามเนื้อมีการปรับตัวเชิงสรีรวิทยาและโครงสร้างที่ตรงกับลักษณะงาน การฝึกซ้อมจึงควรเลียนแบบกิจกรรมเป้าหมายอย่างใกล้ชิดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงจากความไม่สอดคล้องของการฝึก McArdle et al. (2022, pp. 250–257) เสริมว่า การปรับตัวทางสรีรวิทยาเกิดขึ้นเฉพาะเจาะจงตามลักษณะของแรงกระตุ้น เช่น การฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance) จะเน้นการปรับปรุงสมรรถภาพของหัวใจและปอด ขณะที่การฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) จะมุ่งเน้นการพัฒนากล้ามเนื้อในด้านแรงและมวล กลไกการปรับตัวเหล่านี้ไม่สามารถทดแทนกันได้ ดังนั้นการออกแบบโปรแกรมฝึกจึงต้องสอดคล้องกับเป้าหมายที่ชัดเจนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด Baechele and Earle (2020, pp. 65–73) อธิบายว่า การฝึกที่มีลักษณะใกล้เคียงกับทักษะหรือสมรรถภาพที่ต้องการพัฒนาจะช่วยให้เกิด การถ่ายทอด (Transfer) ที่ดีระหว่างการฝึกและการปฏิบัติงานจริงในกีฬาหรือกิจกรรม หากการฝึกไม่สอดคล้องกับความต้องการเฉพาะของกีฬา ประสิทธิภาพในการแข่งขันอาจลดลง เพราะระบบประสาทและกล้ามเนื้อไม่ได้รับแรงกระตุ้นที่ตรงจุด ในแง่มุมของการพัฒนา

ความสามารถตามลักษณะทางเทคนิคและชีวกลศาสตร์ของกีฬา Bompá and Buzzichelli (2019, pp. 23–37) ชี้ว่าการฝึกที่เลียนแบบท่าทาง การเคลื่อนไหว และจังหวะของกิจกรรมจริง เช่น นักวิ่งระยะสั้นที่ฝึกวิ่งใกล้เคียงการแข่งขัน จะช่วยให้เกิดการปรับตัวที่ตรงกับความต้องการของกีฬานั้นอย่างแท้จริง Haff and Triplett (2022, pp. 14–27) เสริมว่า การฝึกที่มีความเฉพาะเจาะจงสูงส่งผลให้เกิด การปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular adaptation) อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกที่สอดคล้องกับลักษณะของกิจกรรมเป้าหมายจะเพิ่มความสามารถในการประสานงานของระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ และทำให้การส่งผ่านแรงมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้โปรแกรมฝึกที่ดีควรคำนึงถึงความเหมือนกันในด้านความเร็ว รูปแบบการเคลื่อนไหว และแรงกระทำ เพื่อให้การปรับตัวที่เกิดขึ้นมีความยั่งยืนและตอบสนองต่อการใช้งานจริงได้อย่างแม่นยำ

สรุปได้ว่า หลักความเฉพาะเจาะจง หมายถึงแนวคิดที่ว่าร่างกายจะตอบสนองต่อแรงกระตุ้นหรือการฝึกซ้อมเฉพาะด้านตามลักษณะของกิจกรรมที่ดำเนินการ ซึ่งการฝึกควรออกแบบให้สอดคล้องกับเป้าหมายหรือทักษะที่ต้องการพัฒนา ทั้งในด้านรูปแบบการเคลื่อนไหว ความเร็ว กลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง และระบบพลังงานที่ใช้ เพื่อให้เกิดการปรับตัวทางสรีรวิทยาและระบบประสาทอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด หลักการนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนโปรแกรมการฝึกที่ตรงเป้าหมายและสามารถถ่ายทอดผลลัพธ์ไปสู่การปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษารวบรวมจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกที่ได้รับการออกแบบให้เฉพาะเจาะจงกับลักษณะการเคลื่อนไหว กลุ่มกล้ามเนื้อ หรือความต้องการเฉพาะของผู้ฝึก จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและผลลัพธ์ได้ดีกว่าโปรแกรมทั่วไป การศึกษาของ Giechaskiel (2020, pp. 22–31) ศึกษาการออกแบบโปรแกรมฝึกเวทเทรนนิ่งโดยยึดหลักความเฉพาะเจาะจงและหลักการพื้นฐานอื่น ๆ พบว่าการฝึกซ้อมที่เน้นพัฒนากล้ามเนื้อและรูปแบบการเคลื่อนไหวที่นักกีฬาต้องการใช้งานจริง ส่งผลให้การพัฒนามีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในลักษณะเดียวกัน Beckwée et al. (2019, pp. 494–502) ได้ทบทวนงานวิจัยในด้านการออกกำลังกายสำหรับป้องกันและรักษาภาวะซาร์โคพีเนียหรือการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อ พบว่าโปรแกรมฝึกที่ออกแบบเฉพาะเจาะจงกับกลุ่มเป้าหมายและปัญหาสุขภาพนั้น ๆ ให้ผลที่เหนือกว่าการออกกำลังกายแบบทั่วไปสำหรับผู้สูงอายุ การศึกษาของ Morrison et al. (2023, pp. 148–159) พบว่า โปรแกรมฝึกแรงแบบใช้ความเร็วสูง (high-velocity power training) มีประสิทธิภาพเทียบเท่าการฝึกต้านทานแบบดั้งเดิม แต่ความสำเร็จอยู่ที่การเลือกวิธีการฝึกให้เหมาะสมและเฉพาะเจาะจงกับความต้องการของแต่ละบุคคล ขณะที่ Hristovski et al. (2023, pp. 1–4) เสนอแนวคิดการปรับตัวของร่างกายในระยะยาว ผ่านการออกกำลังกายที่กระตุ้นระบบชีววิทยาแบบเครือข่าย ซึ่งสนับสนุนความสำคัญของหลักความเฉพาะเจาะจงในการสร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบที่ยั่งยืน ในแง่ของการวิเคราะห์ข้อมูล ในขณะที่ Biatecki et al. (2024, pp. 105–107) พบว่าการออกแบบโปรแกรมฝึกโดยใช้หลัก Periodization และ Specificity ที่สอดคล้องกับบทบาทของผู้เล่นและลักษณะเฉพาะของเกม มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันอย่างชัดเจน เช่นเดียวกับ Luo et al. (2025, pp. 21–43) เน้นย้ำถึงความสำคัญของการออกแบบโปรแกรมฝึกที่มี

ความเฉพาะเจาะจงต่อเป้าหมายและความสามารถของนักกีฬาแต่ละคน ซึ่งช่วยเพิ่มสมรรถภาพอย่างมีประสิทธิภาพและลดโอกาสเกิดการบาดเจ็บ สอดคล้องกับ Weakley et al. (2021, pp. 31-49) ที่กล่าวถึงวิธี Velocity-based training (VBT) ถือเป็นวิธีการฝึกที่มีความทันสมัย โดยใช้เทคโนโลยีการวัดความเร็วของการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วงของการยกน้ำหนัก เช่น ผ่านอุปกรณ์ Linear position transducers accelerometers หรือกล้องความเร็วสูง ซึ่งสามารถให้ข้อมูลแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ฝึก (Movement velocity) เพื่อนำมาวิเคราะห์ภาระและประสิทธิภาพของนักกีฬา เพื่อปรับโปรแกรมฝึกให้เหมาะสมกับลักษณะและจุดอ่อนของนักกีฬาแต่ละราย ทำให้การฝึกมีความแม่นยำและได้ผลมากขึ้น

สรุป วรรณกรรมเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าหลักความเฉพาะเจาะจงเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาโปรแกรมฝึกที่มีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการฝึกทางกายหรือจิต การใช้ข้อมูลเชิงลึกเฉพาะเจาะจง หรือการประยุกต์เทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อสร้างความเหมาะสมและตอบโจทย์ความต้องการของผู้ฝึกอย่างแท้จริง

4. หลักความหลากหลาย (Variety)

หลักความหลากหลาย (Variety) หมายถึง การนำเสนอหรือจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมด้วยรูปแบบและวิธีการที่หลากหลาย เพื่อป้องกันความรู้สึกเบื่อหน่าย เพิ่มความท้าทาย และส่งเสริมการพัฒนาทักษะและสมรรถภาพทางกายในหลายมิติ หลักการนี้ช่วยกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจของผู้ฝึกซ้อม รวมทั้งส่งเสริมการปรับตัวของร่างกายโดยการกระตุ้นกล้ามเนื้อและระบบต่างๆ อย่างครบถ้วนและสมดุล ทำให้ผลการฝึกซ้อมมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บหรือความเหนื่อยล้าสะสมจากการทำกิจกรรมซ้ำซากเดิมอย่างต่อเนื่อง หลักความหลากหลายเป็นองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบโปรแกรมฝึกซ้อมที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน โดย Singla and Singh (2024, pp. 112–121) ระบุว่าหลักความหลากหลายหมายถึงการใช้รูปแบบและวิธีการฝึกซ้อมที่แตกต่างกันอย่างสม่ำเสมอ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะและสมรรถภาพทางกายอย่างรอบด้าน พร้อมทั้งช่วยลดความรู้สึกเบื่อหน่ายจากการฝึกซ้ำซาก การจัดโปรแกรมฝึกที่หลากหลายยังกระตุ้นการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ส่งผลให้การพัฒนาศักยภาพของนักกีฬามีความสมดุลและครอบคลุมทุกด้าน อีกทั้งช่วยลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจากการใช้งานกล้ามเนื้อและระบบต่างๆ ซ้ำๆ แนวคิดนี้สอดคล้องกับ Martín-Rodríguez et al. (2024, pp. 1–14) ที่อธิบายว่าการจัดกิจกรรมและรูปแบบการฝึกที่หลากหลายช่วยเพิ่มแรงจูงใจและสร้างความท้าทายใหม่ ๆ กระตุ้นการปรับตัวของระบบต่าง ๆ ในร่างกายอย่างครบถ้วน ทำให้การฝึกซ้อมมีความต่อเนื่องและสมดุล นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นกลุ่มกล้ามเนื้อและระบบประสาทในมิติที่แตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะและสมรรถภาพทางกายที่ครอบคลุมและยั่งยืน Shuttleworth (2004, pp. 26–27) เสริมว่าความหลากหลายในการฝึกซ้อมช่วยป้องกันภาวะฟื้นฟูไม่เต็มที่ (Incomplete recovery) จากการฝึกซ้ำซากในรูปแบบเดิม ๆ ลดความเครียดสะสมต่อระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท และลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมการปรับตัวของร่างกายในรูปแบบต่าง ๆ ที่สอดคล้อง

กับลักษณะของกิจกรรมกีฬา ในทำนองเดียวกัน Furrer et al. (2023, pp. 1693–1787) ชี้ว่าการใช้รูปแบบการฝึกที่หลากหลายช่วยกระตุ้นกล้ามเนื้อและระบบต่าง ๆ ในร่างกายอย่างครบถ้วน ส่งเสริมการพัฒนาทักษะทั้งด้านกำลัง ความทนทาน ความคล่องตัว และความสมดุล การฝึกที่หลากหลายช่วยให้ระบบประสาทกล้ามเนื้อมีการประสานงานที่ดีขึ้น ส่งผลให้การตอบสนองและประสิทธิภาพของนักกีฬาดีขึ้น Bafirman et al. (2024, pp. 1126–1137) เน้นย้ำว่า หลักความหลากหลายยังเป็นกลยุทธ์สำคัญในการสร้างแรงจูงใจและรักษาความต่อเนื่องของการฝึก โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและเนื้อหาการฝึกอย่างสม่ำเสมอช่วยลดความเครียดและภาวะเบื่อหน่าย ทำให้ผู้ฝึกสามารถรักษาความสนใจและความตั้งใจได้เต็มที่ ส่งผลให้การฝึกซ้อมมีประสิทธิภาพมากขึ้นและสนับสนุนการพัฒนาทักษะและสมรรถภาพทางกายในทุกมิติอย่างครบถ้วนและยั่งยืน

สรุปได้ว่า หลักความหลากหลาย (Variety) เป็นแนวคิดที่เน้นการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมด้วยรูปแบบและวิธีการที่หลากหลายอย่างสม่ำเสมอ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะและสมรรถภาพทางกายอย่างครบถ้วนและรอบด้าน รวมถึงการกระตุ้นระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาทในมิติที่หลากหลายอย่างสมดุล การใช้ความหลากหลายในการฝึกซ้อมช่วยป้องกันภาวะฟลัตไม่เต็มที่ไม่เต็มและลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่เกิดจากการฝึกซ้ำซาก นอกจากนี้ ยังมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มแรงจูงใจและรักษาความต่อเนื่องของการฝึกซ้อม ลดความเครียดและความรู้สึกเบื่อหน่าย ส่งผลให้ผู้ฝึกซ้อมมีความสนใจและความตั้งใจในการฝึกซ้อมสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลดีต่อประสิทธิภาพและการพัฒนาทางกายภาพอย่างยั่งยืน

วรรณกรรมจำนวนมากเน้นย้ำถึงความสำคัญของการใช้หลักความหลากหลายในโปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาทักษะและสมรรถภาพทางกาย พร้อมทั้งลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและภาวะฟลัตไม่เต็มที่ไม่เต็ม การศึกษาของ Wang et al. (2024, pp. 1–14) พบว่าการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ลดอาการบาดเจ็บที่เกิดจากการใช้งานซ้ำซาก ขณะที่ Singla and Singh (2024, pp. 112–121) ชี้ให้เห็นว่าการฝึกซ้อมที่หลากหลายช่วยป้องกันอาการบาดเจ็บจากการฝึกซ้อมซ้ำในนักกีฬาระดับสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในมิติของแรงจูงใจและความต่อเนื่องของการฝึกซ้อม การศึกษาของ Martín-Rodríguez et al. (2024, pp. 1–14) รวมถึง Furrer et al. (2023, pp. 1693–1787) ต่างรายงานว่าการจัดโปรแกรมฝึกที่มีความหลากหลายช่วยลดความรู้สึกเบื่อหน่าย และเพิ่มความตั้งใจในการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมดีขึ้น นอกจากนี้ Shuttleworth (2004, pp. 26–27) ยังได้แสดงให้เห็นว่าการฝึกที่มีรูปแบบหลากหลายในเรื่องความต้านทาน สามารถส่งผลดีต่อการเพิ่มความแข็งแรงและมวลกล้ามเนื้อได้มากกว่าการฝึกแบบเดิมซ้ำ ๆ ด้านการปรับตัวทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อ Silva and Oliveira (2023, pp. 870–880) พบว่าการใช้โปรแกรมฝึกซ้อมที่หลากหลายกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อให้ทำงานประสานกันอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การเคลื่อนไหวและความคล่องตัวของนักกีฬาดีขึ้น ในขณะที่ Bafirman et al. (2024, pp. 1126–1137) ระบุว่า การฝึกซ้อมแบบผสมผสานและหลากหลายช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของร่างกาย

และส่งเสริมการพัฒนาสมรรถภาพแบบครบวงจร นอกจากนี้ การฝึกซ้อมที่มีความหลากหลายยังมีผลดีต่อสุขภาพจิตและความเป็นอยู่โดยรวมของนักกีฬา รวมถึง Mujika et al. (2018, pp. 538–561) เสนอว่าการบูรณาการหลักความหลากหลายในโปรแกรมการฝึกซ้อมที่วางแผนเป็นระบบ (Periodized training) ช่วยให้การฝึกซ้อมมีความสมดุลและมีประสิทธิภาพสูงสุด ส่งผลให้นักกีฬามีการพัฒนาทางกายภาพและจิตใจอย่างยั่งยืน

จากการทบทวนวรรณกรรม สรุปได้ว่า หลักความหลากหลายในโปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬาคือเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจากการใช้งานซ้ำ และส่งเสริมสุขภาพจิตของนักกีฬา การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอ เช่น การปรับชนิดของแรงต้าน ท่าทาง หรือกิจกรรมฝึก ช่วยให้กล้ามเนื้อและระบบประสาทได้รับแรงกระตุ้นที่หลากหลาย ทำให้การฟื้นฟูมีประสิทธิภาพ และลดภาวะ Overuse นอกจากนี้ ความหลากหลายยังช่วยป้องกันอาการเบื่อหน่าย เพิ่มแรงจูงใจในการฝึก และทำให้การฝึกมีความต่อเนื่องมากขึ้น โดยเฉพาะในนักกีฬาวัยรุ่นที่มักมีความไวต่อปัจจัยทางจิตใจ การฝึกแบบผสมผสานที่ครอบคลุมองค์ประกอบต่าง ๆ ของสมรรถภาพ เช่น ความแข็งแรง ความเร็ว ความยืดหยุ่น และความคล่องตัว ยังส่งเสริมการพัฒนาร่างกายแบบองค์รวม ทำให้เกิดการประสานงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อได้ดียิ่งขึ้น การจัดโปรแกรมฝึกที่มีความหลากหลายภายใต้การวางแผนอย่างเป็นระบบ จะช่วยให้เกิดความสมดุลระหว่างการพัฒนาและการพักผ่อน ลดโอกาสเกิด Plateau และส่งเสริมการพัฒนาทางกายภาพและจิตใจอย่างยั่งยืนในระยะยาว

5. หลักการเฉพาะบุคคล (Individualization)

หลักการเฉพาะบุคคล (Individualization) หมายถึง การออกแบบและปรับโปรแกรมการฝึกซ้อมหรือฟื้นฟูให้เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล โดยพิจารณาถึงความแตกต่างในด้านร่างกาย ความสามารถทางกาย สมรรถภาพ ระดับความฟิต รวมถึงเป้าหมายและความต้องการเฉพาะของผู้ฝึก การนำหลักการนี้มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกซ้อม ลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บ และส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในแต่ละบุคคลอย่างเหมาะสมและปลอดภัย หลักการเฉพาะบุคคล (Individualization) เป็นแนวทางสำคัญในการออกแบบโปรแกรมฝึกซ้อมที่ตอบสนองต่อความแตกต่างของแต่ละบุคคลทั้งในด้านร่างกายและจิตใจ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการฝึก Collins et al. (2021, pp. 416–418) ระบุว่าการศึกษาปัจจัยเฉพาะบุคคล เช่น อายุ เพศ ระดับสมรรถภาพทางกาย ความสามารถในการฟื้นฟู และความชอบส่วนตัว ช่วยให้การฝึกมีความเหมาะสม สอดคล้องกับศักยภาพของผู้ฝึก ลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บและภาวะล้าเรื้อรัง และสนับสนุนการพัฒนาทางกายภาพและจิตใจอย่างยั่งยืน Johnson et al. (2024, pp. 34–47) เสริมว่า การปรับโปรแกรมฝึกให้สอดคล้องกับความสามารถ ศักยภาพ และเป้าหมายเฉพาะของนักกีฬาแต่ละราย มีบทบาทสำคัญในการกำหนดเนื้อหาและความเข้มข้นของการฝึกอย่างเหมาะสม การประเมินข้อมูลส่วนบุคคล เช่น ประวัติการบาดเจ็บและความสามารถในการฟื้นฟู ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงของอุบัติเหตุ และสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพอย่างเป็นระบบและ

ยั้งยืน Martinez et al. (2024, pp. 56–70) ชี้ว่า หลักการเฉพาะบุคคลต้องคำนึงถึงความแตกต่างทางชีวภาพและจิตวิทยา เช่น ปัจจัยทางพันธุกรรม โครงสร้างร่างกาย ระบบประสาท และสภาพจิตใจของผู้ฝึก เพื่อวางแผนฝึกซ้อมที่เหมาะสมและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน การออกแบบโปรแกรมที่สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะเหล่านี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงในการเกิดอาการบาดเจ็บ และสนับสนุนการปรับตัวทางร่างกายและจิตใจในระยะยาว Brown (2024, pp. 101–115) เน้นว่าการฝึกแบบเฉพาะบุคคลช่วยให้โปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนตามสมรรถภาพและความต้องการส่วนตัวของผู้ฝึก การพิจารณาจุดแข็ง จุดอ่อน ระดับความฟิต และเป้าหมายเฉพาะบุคคล ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการกำหนดความเข้มข้นและปริมาณการฝึก อีกทั้งการปรับเปลี่ยนโปรแกรมตามความเปลี่ยนแปลงของร่างกายและจิตใจยังช่วยให้ผู้ฝึกสามารถพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง ลดโอกาสเกิดอาการบาดเจ็บหรือภาวะล้าเรื้อรัง Neupert et al. (2024, pp. 323–332) เสริมว่า การออกแบบโปรแกรมฝึกที่เหมาะสมกับสภาพร่างกายและสภาพแวดล้อมของนักกีฬาแต่ละคน โดยพิจารณาปัจจัยภายใน เช่น สมรรถภาพทางกาย ระบบการฟื้นฟู และภาวะสุขภาพ ร่วมกับปัจจัยภายนอก เช่น สภาพอากาศ อุปกรณ์ และเวลาที่มีอยู่ ช่วยให้การวางแผนฝึกซ้อมตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การฝึกมีความปลอดภัยและสนับสนุนการพัฒนาความสามารถอย่างต่อเนื่องในระยะยาว

สรุปได้ว่า หลักการเฉพาะบุคคล (Individualization) เป็นกระบวนการออกแบบและปรับเปลี่ยนโปรแกรมการฝึกซ้อมให้เหมาะสมกับความแตกต่างเฉพาะตัวของผู้ฝึกในด้านร่างกาย จิตใจ สมรรถภาพ และเป้าหมายส่วนบุคคล โดยคำนึงถึงปัจจัยทั้งภายใน เช่น อายุ เพศ ระดับความฟิต ความสามารถในการฟื้นฟู และประวัติการบาดเจ็บ รวมถึงปัจจัยภายนอก เช่น สภาพแวดล้อม และทรัพยากรที่มีอยู่ การนำหลักการนี้มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึก ลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บ และส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนทั้งทางร่างกายและจิตใจ อีกทั้งยังช่วยรักษาแรงจูงใจและความต่อเนื่องของการฝึกซ้อมในระยะยาวอย่างมีระบบและมีประสิทธิผลสูงสุด

จากการศึกษารวบรวมที่เกี่ยวกับหลักการเฉพาะบุคคล พบว่า การศึกษาของ Nyhus Hagum et al. (2023, pp. 1–11) พบว่า โปรแกรมฝึกซ้อมที่ออกแบบเฉพาะบุคคลสามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพและลดอัตราการบาดเจ็บในนักกีฬาได้ดีกว่าโปรแกรมฝึกแบบมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ Neupert et al. (2024, pp. 323–332) ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมและสรุปว่า การฝึกซ้อมเฉพาะบุคคลมีส่วนช่วยเพิ่มแรงจูงใจและลดภาวะล้าเรื้อรังในผู้ฝึกอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน นอกจากนี้ Furrer et al. (2023, pp. 1693–1787) ได้ศึกษาการตอบสนองของกล้ามเนื้อเปรียบเทียบระหว่างโปรแกรมฝึกแบบเฉพาะบุคคลกับแบบมาตรฐาน พบว่า การฝึกแบบเฉพาะบุคคลช่วยให้เกิดการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมถึงช่วยให้ระยะเวลาการฟื้นฟูสั้นลงอย่างชัดเจน ในทำนองเดียวกัน Park and Jeon (2023, pp. 1–15) ได้ชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยทางจิตวิทยามีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จของโปรแกรมฝึกซ้อมเฉพาะบุคคล โดยเฉพาะความเชื่อมั่นในตนเองและความพึงพอใจของผู้ฝึก ซึ่งเป็นตัวแปรที่เสริมแรงบวกใน

การฝึกอย่างต่อเนื่อง ในอีกด้านหนึ่ง West et al. (2024, pp. 481–484) ได้ศึกษาการปรับโหนดการฝึกซ้อมตามโปรไฟล์การฟื้นฟูของแต่ละบุคคล ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การปรับโหนดดังกล่าวช่วยลดภาวะโอเวอร์เทรนนิ่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้ง ส่งเสริมการฝึกซ้อมให้เกิดผลลัพธ์สูงสุด ขณะเดียวกัน Garcia and Lopez (2024, pp. 145–159) ได้เน้นบทบาทของพันธุกรรมในการวางแผนโปรแกรมฝึกซ้อมเฉพาะบุคคล โดยพบว่าปัจจัยทางพันธุกรรมสามารถช่วยเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพของโปรแกรมฝึกได้อย่างมีนัยสำคัญ การฝึกแบบเฉพาะบุคคลส่งผลให้นักกีฬาสามารถพัฒนาสมรรถภาพได้อย่างมั่นคงและต่อเนื่อง อีกทั้งยัง ช่วยลดอัตราการบาดเจ็บระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Neupert et al. (2024, pp. 323–332) ยังเสนอว่า สภาพแวดล้อมและบริบทในการฝึก เช่น การสนับสนุนทางสังคมและการจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสม ล้วนมีผลสำคัญต่อความสำเร็จของโปรแกรมฝึกซ้อมเฉพาะบุคคลในทำนองเดียวกัน Lopez and Martinez (2023, pp. 10–22) ได้ศึกษาการใช้โปรโตคอลการฝึกความแข็งแรงแบบเฉพาะบุคคลในนักกีฬาวัยรุ่น ซึ่งพบว่าโปรแกรมดังกล่าวสามารถลดอุบัติการณ์การบาดเจ็บและเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้อย่างมีนัยสำคัญ

สรุป จากการทบทวนวรรณกรรมเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการนำหลักการเฉพาะบุคคลมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมฝึกซ้อมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกและการป้องกันการบาดเจ็บ นักกีฬาที่ได้รับการฝึกซ้อมตามความต้องการและศักยภาพเฉพาะตนจะมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาและจิตใจที่ดีกว่า ทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงจากภาวะโอเวอร์เทรนนิ่งและเพิ่มแรงจูงใจในการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ การพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพร่างกาย ความพร้อมทางจิตใจ และบริบทสภาพแวดล้อมยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างความสำเร็จของโปรแกรมฝึกซ้อมเฉพาะบุคคลอย่างยั่งยืนอีกด้วย

6. หลักการสม่ำเสมอ (Consistency)

หลักการสม่ำเสมอ (Consistency) หมายถึง การดำเนินกิจกรรม การปฏิบัติ หรือการจัดการใด ๆ ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง มีรูปแบบแนวทางที่คงที่ และไม่เปลี่ยนแปลงโดยไร้เหตุผลทั้งในด้านระยะเวลา ความถี่ เนื้อหา หรือกระบวนการ โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพ ความมั่นคง และผลลัพธ์ที่เชื่อถือได้ในระยะยาว ความสม่ำเสมอในการออกกำลังกาย (Consistency) เป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อการปรับตัวทางสรีรวิทยา สุขภาพ และสมรรถภาพทางกายโดยรวม Kenney et al. (2023, pp. 162–176) ระบุว่า การฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องช่วยกระตุ้นระบบหัวใจและหลอดเลือด กล้ามเนื้อ และระบบพลังงาน ทำให้ร่างกายสามารถพัฒนาและรักษาระดับความฟิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่การหยุดฝึกเป็นระยะเวลานานอาจทำให้สมรรถภาพลดลงอย่างรวดเร็ว Howley and Thompson (2022, pp. 45–56) ชี้ว่า ความสม่ำเสมอยังเป็นหลักสำคัญในการส่งเสริมสุขภาพระยะยาว โดยเฉพาะการลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อ เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ การออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องช่วยเสริมสร้างพฤติกรรมสุขภาพที่ยั่งยืน และเพิ่มแรงจูงใจในตนเอง Thompson (2024, pp. 125–136) อ้างถึงแนวทางของ American College of

Sports Medicine (ACSM) ว่า การออกกำลังกายสม่ำเสมอเป็นหัวใจของการพัฒนาสมรรถภาพแบบองค์รวม โดยเฉพาะระบบหัวใจ-หลอดเลือดและระบบกล้ามเนื้อ การฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องในระดับความหนักที่เหมาะสมช่วยให้ร่างกายปรับตัวได้ดี ทั้งทางสรีรวิทยาและเมตาบอลิซึม ผู้ที่ออกกำลังกาย 3–5 ครั้งต่อสัปดาห์มักสามารถควบคุมน้ำหนักได้ดี มีองค์ประกอบร่างกายเหมาะสม และลดความเสี่ยงต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น เบาหวานชนิดที่ 2 และโรคหัวใจ อีกทั้งยังส่งเสริมสมรรถภาพทางกายอื่น ๆ ได้แก่ ความทนทาน ความยืดหยุ่น และความสมดุล Baechle and Earle (2020, pp. 65–73) เสริมว่า ความต่อเนื่องในการฝึกมีบทบาทต่อการสะสมและเสริมสร้างผลลัพธ์ของการฝึก เนื่องจากการกระตุ้นระบบประสาทและกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปรับตัวในเชิงโครงสร้างและการทำงาน การหยุดฝึกแม้ในระยะสั้น อาจทำให้แรงกล้ามเนื้อ ความเร็วในการหดตัว และสมรรถภาพทางกายถดถอย ซึ่งชี้ให้เห็นว่าความต่อเนื่องเป็นปัจจัยหลักในการรักษาผลลัพธ์และป้องกันการเสื่อมของระบบกล้ามเนื้อ-ประสาท Ratamess (2023, pp. 98–105) ชี้ว่า ความสม่ำเสมอเป็นพื้นฐานของหลัก Overload ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย หากขาดความต่อเนื่อง ร่างกายจะปรับลดระดับความสามารถเพื่อประหยัดพลังงาน ส่งผลให้สมรรถภาพลดลงทั้งในด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) และองค์ประกอบร่างกาย นอกจากนี้ ความสม่ำเสมอยังช่วยสร้างพฤติกรรมสุขภาพในระยะยาว โดยการฝึกสม่ำเสมอทำให้เกิดการเรียนรู้แบบ motor pattern และเสริมสร้างความคงที่ของผลลัพธ์จากการฝึก Powers and Howley (2023, pp. 135–138) อธิบายว่า การฝึกสม่ำเสมอมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสุขภาพเมตาบอลิก ซึ่งครอบคลุมความสามารถในการควบคุมน้ำหนัก ระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด และความไวต่ออินซูลิน การฝึกต่อเนื่องช่วยเพิ่มการใช้กลูโคส ลดความต้านทานต่ออินซูลิน ลดไขมันสะสมบริเวณช่องท้อง และลดความเสี่ยงของโรคอ้วน เบาหวาน ความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ นอกจากนี้ยังช่วยลดการอักเสบในระดับเซลล์ เพิ่มความหนาแน่นของไมโทคอนเดรีย และส่งเสริมการเผาผลาญพลังงานในระดับเซลล์อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่าหลักการสม่ำเสมอ ในการออกกำลังกายหมายถึงการดำเนินกิจกรรมทางกายอย่างต่อเนื่อง เป็นประจำ และมีความถี่เหมาะสมในระยะยาว โดยไม่หยุดเว้นช่วงหรือขาดความต่อเนื่อง การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอช่วยส่งเสริมให้เกิดการปรับตัวของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบกล้ามเนื้อ ระบบพลังงาน และระบบเมตาบอลิซึม ซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนาความแข็งแรง ความทนทาน และสมรรถภาพทางกายโดยรวม นอกจากนี้ ความสม่ำเสมอยังมีส่วนสำคัญในการสร้างพฤติกรรมสุขภาพที่ยั่งยืน ช่วยลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจ เบาหวาน และโรคอ้วน การออกกำลังกายที่ต่อเนื่องยังเอื้อต่อการควบคุมน้ำหนัก การพัฒนาองค์ประกอบของร่างกาย และการรักษาระดับความฟิตให้คงอยู่ในระยะยาว

จากการศึกษารวบรวมที่เกี่ยวกับหลักการสม่ำเสมอ พบว่า จากการศึกษาของ Rodrigues and Teixeira (2023, pp. 233–240) แสดงให้เห็นว่า ความสม่ำเสมอของพฤติกรรมออกกำลังกายมีความเชื่อมโยงอย่างมีนัยสำคัญกับพฤติกรรมที่ยังรากลึกในระดับนิสัย

(Habit) มากกว่าความตั้งใจในเชิงความคิด (Intention) โดยชี้ให้เห็นว่า การฝึกฝนที่ดำเนินอย่างต่อเนื่องและกลายเป็นกิจวัตรในชีวิตประจำวันนั้น มีบทบาทสำคัญต่อการธำรงรักษาสรรถภาพทางกายอย่างยั่งยืนในระยะยาว ในทำนองเดียวกัน Baker et al. (2024, pp. 47-55) ได้เสนอว่า กลยุทธ์ที่สนับสนุนความสม่ำเสมอในการฝึก โดยเฉพาะในผู้ที่มีอาการเจ็บปวดจากระบบกล้ามเนื้อและกระดูกเรื้อรัง เช่น การฝึกแบบค่อยเป็นค่อยไป (Graded activity) และการมีผู้ฝึกสอนคอยติดตามอย่างสม่ำเสมอ เป็นปัจจัยเกื้อหนุนสำคัญที่ช่วยเพิ่มความต่อเนื่องในการฝึก และช่วยลดอาการเจ็บปวดได้ในระยะยาว การศึกษาของ Demirci et al. (2025, pp. 120–130) ที่ศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้บริการฟิตเนสในกลุ่มประชากรทั่วไป พบว่า ระยะเริ่มต้นของการฝึก (Habit formation phase) ถือเป็นช่วงวิกฤตที่กำหนดความต่อเนื่องของพฤติกรรมในการฝึกในระยะยาว โดยการสนับสนุนจากสิ่งแวดล้อม เช่น โปรแกรมการฝึกแบบรายบุคคล หรือกิจกรรมการฝึกแบบกลุ่ม มีบทบาทสำคัญในการสร้างพฤติกรรมในการฝึกที่ยั่งยืน การศึกษาของ West et al. (2020, pp. 1–11) ได้เน้นย้ำมิติด้านจิตวิทยาของความสม่ำเสมอ โดยระบุว่า การฝึกซ้อมที่ต่อเนื่องและมีแบบแผน ไม่เพียงส่งผลเชิงบวกต่อสรรถภาพทางกายเท่านั้น แต่ยังช่วยส่งเสริมสุขภาพจิตและความยืดหยุ่นทางอารมณ์ในหมูนักรักบี้ ซึ่งเป็นกลไกหนึ่งในการป้องกันภาวะหมดไฟทางกีฬา (Burnout) และส่งเสริมเสถียรภาพทางอารมณ์ในระยะยาว การศึกษาของ Medeiros and de Oliveira. (2023, pp. 59–68) ได้พัฒนาเครื่องมือในการประเมินอุปสรรคต่อการฝึกอย่างสม่ำเสมอ หรือที่เรียกว่า Exercise adherence barriers scale (REPEAS) ซึ่งสามารถจำแนกผู้ที่มีพฤติกรรมในการฝึกที่ต่อเนื่องออกจากผู้ที่ไม่สามารถรักษาความสม่ำเสมอได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอุปสรรคที่สำคัญที่ถูกระบุ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านเวลา ความเหนื่อยล้าจากภารกิจอื่น และการขาดแรงสนับสนุนทางสังคม ในขณะที่ Armed Forces Health Surveillance Division (2024, pp. 9–14) กล่าวถึงบทบาทของความสม่ำเสมอในการพัฒนาศักยภาพเฉพาะด้าน เช่น กีฬาอันต้องอาศัยความทนทานหรือการฝึกอย่างต่อเนื่องในระดับสูง โดยพบว่า การวางแผนฝึกที่มีความต่อเนื่อง สม่ำเสมอ และมีการควบคุมปริมาณรวมถึงความเข้มข้นของการฝึกในแต่ละช่วง สามารถลดอัตราการบาดเจ็บและส่งเสริมผลลัพธ์ทางการแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาของ Zimmerman and Nguyen (2024, pp. 88–96) เสนอว่า ความสม่ำเสมอในการออกกำลังกายมิได้เป็นเพียงผลจากแรงจูงใจในระยะสั้นเท่านั้น แต่ยังเชื่อมโยงกับ ความมั่นคงของตัวตน (Identity stability) โดยเฉพาะในฐานะ บุคคลที่ออกกำลังกายเป็นกิจวัตร การฝึกที่มีความต่อเนื่องมีส่วนช่วยลดหลอมตัวตนด้านสุขภาพ และนำไปสู่พฤติกรรมที่เอื้อต่อสุขภาวะในระยะยาว นอกจากนี้ Kowalski et al. (2023, pp. 301–309) ศึกษาผลของความสม่ำเสมอในการฝึกสรรถภาพแบบองค์รวม เช่น โยคะ พิลาทิส และการฝึกการหายใจ โดยพบว่าแม้กิจกรรมเหล่านี้จะมีความเข้มข้นน้อย แต่การฝึกที่ต่อเนื่องมีส่วนสำคัญต่อความสมดุลของร่างกายและจิตใจ ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพองค์รวมอย่างมีประสิทธิภาพ ด้านการส่งเสริมพฤติกรรมออกกำลังกายในกลุ่มเด็กและเยาวชน Lee and Park (2024, pp. 412–418) ชี้ให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมที่มีกำหนดการชัดเจนและดำเนินอย่างต่อเนื่อง เช่น โปรแกรมฝึกกีฬาในโรงเรียน หรือกิจกรรมนอกเวลาเรียน มีส่วนช่วยปลูกฝังพฤติกรรมสุขภาพที่

สม่ำเสมอและอาจนำไปสู่การมีวิถีชีวิตที่กระฉับกระเฉงในระยะยาว สุดท้าย Coletti et al. (2022, pp. 1–11) รายงานว่า การฝึกเวทเทรนนิ่งอย่างสม่ำเสมอในผู้สูงอายุสามารถรักษามวลกล้ามเนื้อ เพิ่มความแข็งแรง และส่งเสริมความสามารถในการดำเนินชีวิตประจำวัน โดยพบว่าผู้สูงอายุที่ฝึกอย่างต่อเนื่องตลอด 24 สัปดาห์มีระดับความสามารถทางกายภาพสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกไม่สม่ำเสมออย่างมีนัยสำคัญ

สรุปหลักความสม่ำเสมอในการฝึกกีฬาและการออกกำลังกาย เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและสุขภาพจิตอย่างยั่งยืน การฝึกที่ดำเนินอย่างต่อเนื่องจนกลายเป็นนิสัยช่วยให้รักษาผลลัพธ์ในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ กลยุทธ์สนับสนุนและการติดตามช่วยเพิ่มอัตราการฝึกต่อเนื่อง ลดอาการบาดเจ็บ และบรรเทาอาการเจ็บปวดเรื้อรัง ช่วงเริ่มต้นของการสร้างนิสัยฝึกมีความสำคัญ โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อมและกิจกรรมกลุ่มช่วยเสริมความมั่นคงในการฝึก ความสม่ำเสมอส่งผลดีต่อสุขภาพจิต ลดภาวะหมดไฟทางอารมณ์และเพิ่มความมั่นคงทางจิตใจ การประเมินอุปสรรคช่วยออกแบบมาตรการส่งเสริมพฤติกรรมได้อย่างเหมาะสม ความสม่ำเสมอช่วยพัฒนาศักยภาพเฉพาะด้านกีฬาและลดอัตราการบาดเจ็บในระยะยาว ด้านจิตวิทยา ความสม่ำเสมอสะท้อนความมั่นคงของตัวตนในฐานะผู้ฝึกออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ การฝึกแบบองค์รวมที่ต่อเนื่องเสริมสร้างความสมดุลทางร่างกายและจิตใจ การส่งเสริมในเด็กเยาวชนช่วยปลูกฝังพฤติกรรมสุขภาพที่ดี ขณะที่ผู้สูงอายุที่ฝึกอย่างต่อเนื่องมีมวลกล้ามเนื้อและความสามารถในการดำเนินชีวิตดีขึ้นอย่างชัดเจน โดยรวมแล้ว ความสม่ำเสมอเป็นหัวใจของการฝึกที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนในทุกช่วงวัย

7. หลักการย้อนกลับ (Reversibility)

หลักการย้อนกลับ (Reversibility) ในการฝึกนักกีฬา หมายถึง แนวคิดที่ระบุว่า ผลการพัฒนาสมรรถภาพทางกายหรือทักษะทางกีฬาที่เกิดจากการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องจะลดลงหรือสูญเสียไป หากนักกีฬาหยุดการฝึกซ้อมเป็นระยะเวลาหนึ่ง โดยไม่มีการกระตุ้นหรือฝึกซ้อมซ้ำ ความสามารถทางกายภาพและประสิทธิภาพในการเล่นกีฬาจะถดถอยกลับไปสู่ระดับก่อนการฝึกหรือใกล้เคียงกับระดับนั้น ในเชิงวิชาการ หลักการย้อนกลับจึงสะท้อนถึงความไม่ถาวรของผลการฝึกและความจำเป็นในการรักษาความสม่ำเสมอของการฝึกซ้อม เพื่อคงไว้ซึ่งสมรรถภาพและทักษะที่พัฒนาขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้หลักการนี้ยังเป็นพื้นฐานในการออกแบบโปรแกรมฝึกซ้อมที่คำนึงถึงระยะเวลาพักฟื้นและการฝึกซ้อมต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการเสื่อมสมรรถภาพและรักษาระดับความสามารถของนักกีฬาให้อยู่ในเกณฑ์สูงสุดอย่างยั่งยืน หลักการย้อนกลับ (Reversibility) หมายถึง กระบวนการเสื่อมสมรรถภาพทางกายและทักษะที่นักกีฬาพัฒนาขึ้นจากการฝึกซ้อม ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีการหยุดฝึกซ้อมเป็นระยะเวลานาน Bompas and Haff (2025, pp. 108–113) ชี้ว่า ระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงระบบประสาท จะสูญเสียการปรับตัวที่เคยเกิดขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพลดลง ทั้งในด้านความแข็งแรง ความอดทน และความคล่องตัว ดังนั้น หลักการนี้จึงเน้นความสำคัญของการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ Zatsiorsky

and Kraemer (2025, pp. 61–86) อธิบายว่า การย้อนกลับเกิดจากการขาดแรงกระตุ้นต่อระบบ กล้ามเนื้อและหัวใจ-หลอดเลือด ทำให้เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อฝ่อลีบ (atrophy) และความจุปอดลดลง ส่งผลต่อการขนส่งออกซิเจนและการใช้พลังงาน ส่งผลให้สมรรถภาพทางกายและสมรรถภาพทางกีฬาเสื่อมถอย Sands et al. (2019, pp. 10–26) และ Heyward (2025, pp. 77–89) ชี้ว่า การหยุดฝึกซ้อมจะทำให้สมรรถภาพเสื่อมลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในด้านความอดทนของระบบหัวใจ-หลอดเลือด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งอัตราการเสื่อมขึ้นอยู่กับความถี่และความหนักของการฝึกก่อนหน้านี้ ในบางกรณี ความอดทนอาจลดลงเร็วกว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การรักษาความต่อเนื่องของการฝึกจึงมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเสื่อม Kenney et al. (2025, pp. 144–159) และ Gorgey et al. (2021, pp. 1–17) อธิบายเพิ่มเติมว่า การหยุดฝึกทำให้การปรับตัวของระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและหลอดเลือด และระบบเมตาบอลิซึมลดลง ส่งผลให้สมรรถภาพโดยรวมถดถอย ประสิทธิภาพของระบบพลังงานลดลง และการฟื้นฟูหลังการออกกำลังกาย การฟื้นฟูสมรรถภาพอาจต้องใช้เวลานาน และบางครั้งไม่สามารถกลับสู่ระดับก่อนฝึกซ้อมได้ Kraemer and Fleck (2025, pp. 120–138) และ Fox et al. (2025, pp. 101–118) เน้นย้ำว่า ผลลัพธ์จากการฝึกซ้อมไม่ใช่สิ่งถาวร หากขาดความต่อเนื่อง ผลการฝึกจะลดลงอย่างรวดเร็ว การหยุดฝึกซ้อมเป็นเวลานานยังทำให้สมรรถภาพทางกายและทักษะใกล้เคียงกับระดับก่อนเริ่มฝึกซ้อม การออกแบบโปรแกรมฝึกที่เหมาะสมและต่อเนื่องจึงมีความสำคัญ เพื่อรักษาสมรรถภาพและลดผลกระทบของการย้อนกลับ

สรุปได้ว่า หลักการย้อนกลับ (Reversibility) เป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์การกีฬา ซึ่งอธิบายว่าความสามารถทางสมรรถภาพทางกายและทักษะที่ได้จากการฝึกซ้อมจะลดลงหรือสูญเสียไปเมื่อขาดการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง ร่างกายจะมีการปรับตัวลดลงในระบบต่าง ๆ เช่น ระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงระบบพลังงาน ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเล่นกีฬาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ การหยุดฝึกในระยะเวลาอันยาวนานอาจทำให้ความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้ถูกลบล้างอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องจึงเป็นสิ่งสำคัญในการคงไว้ซึ่งสมรรถภาพและทักษะของนักกีฬา เพื่อป้องกันการเสื่อมถอยของศักยภาพทางร่างกายและการแสดงผลในการแข่งขัน

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ หลักการย้อนกลับ (Reversibility) คือหนึ่งในหลักสำคัญของการฝึกทางวิทยาศาสตร์การกีฬา ซึ่งชี้ให้เห็นว่าหากหยุดฝึกหรือขาดการกระตุ้นอย่างเหมาะสม สมรรถภาพทางกายและการปรับตัวที่เกิดขึ้นจากการฝึกจะลดลงตามเวลา งานวิจัยจำนวนมากได้กล่าวถึงปรากฏการณ์นี้ โดยเฉพาะในกลุ่มนักกีฬาที่ผ่านการฝึกในระดับสูง ซึ่งพบว่าความสามารถทางด้านต่าง ๆ เช่น ความแข็งแรง ความทนทาน พลังกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของระบบหัวใจหลอดเลือดจะลดลงหากไม่มีการฝึกต่อเนื่องอย่างเหมาะสม การศึกษาของ West et al. (2024, pp. 481–484) ได้ศึกษาการฝึกแบบ Periodization และพบว่าขาดความต่อเนื่องในการฝึกส่งผลกระทบโดยตรงต่อสมรรถภาพและทักษะของนักกีฬาอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะใน

นักกีฬาระดับสูงที่จำเป็นต้องรักษาความสามารถไว้อย่างสม่ำเสมอ ในทำนองเดียวกัน Zatsiorsky and Kraemer (2025, pp. 85–102) ได้เน้นว่าการหยุดฝึกเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ ก็สามารถทำให้เกิดการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อและพลังได้อย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกัน Stone et al. (2025, pp. 130–145) ก็ชี้ให้เห็นว่า สมรรถภาพที่ได้จากการฝึก โดยเฉพาะด้านกำลังและความทนทาน จะเริ่มลดลงอย่างชัดเจนภายในเวลาไม่กี่สัปดาห์หลังจากหยุดฝึก ด้าน Heyward (2025, pp. 77–89) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า การหยุดฝึกส่งผลกระทบต่อการทำงานของร่างกายทั้งในด้านความยืดหยุ่นและความแข็งแรงอย่างเด่นชัด นอกจากนี้ Kenney et al. (2025, pp. 144–159) ยังได้อธิบายถึงผลกระทบในระดับระบบเมตาบอลิซึมและระบบหัวใจหลอดเลือด โดยเฉพาะการลดลงของปริมาณออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) ซึ่งถือเป็นดัชนีสำคัญของความฟิตทางกายภาพ ในแง่ของการทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ การศึกษาของ Neupert et al. (2024, pp. 323–332) ได้ระบุว่าการหยุดฝึกส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบประสาท-กล้ามเนื้อเสื่อมถอยลง ซึ่งนำไปสู่ความลดลงของความเร็วและความแม่นยำในการเคลื่อนไหวของนักกีฬา ต่อมา Abou Nader et al. (2022, pp. 1–37) ได้เสนอว่าการรักษาระดับของการฝึกแม้ในช่วงพัก หรือการฝึกแบบ Maintenance training นั้นมีความสำคัญต่อการชะลอการเสื่อมถอยของสมรรถภาพ ในขณะที่ Fox et al. (2025, pp. 101–118) ก็ให้ข้อมูลเสริมว่าระบบหัวใจหลอดเลือดที่เคยปรับตัวได้อย่างยอดเยี่ยมจากการฝึก อาจสูญเสียความสามารถลงอย่างมีนัยสำคัญหากหยุดฝึกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน จากมุมมองด้านระยะเวลา Jones and Smith (2025, pp. 65–80) ได้ศึกษาระยะเวลาการถดถอย และพบว่าแม้แต่ช่วงเวลาสั้น ๆ ของการหยุดฝึกก็สามารถส่งผลให้สมรรถภาพทางกายลดลง หากไม่มีการฝึกชดเชยที่เหมาะสม เช่นเดียวกับ Heckner et al. (2023, pp. 6495–6507) ที่พบว่าในกลุ่มนักกีฬาที่เน้นการฝึกด้านความทนทาน การหยุดฝึกเพียง 2–3 สัปดาห์ ก็ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานและประสิทธิภาพโดยรวม ด้าน Wang et al. (2025, pp. 112–125) เน้นว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระดับระบบประสาทกล้ามเนื้อระหว่างช่วงการหยุดฝึกนั้นส่งผลต่อการลดลงของการตอบสนองและการควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง สุดท้าย Garcia and Perez. (2025, pp. 150–165) ยังได้ยืนยันว่าในระยะยาว หากไม่มีการกลับมาฝึกอย่างต่อเนื่อง สมรรถภาพด้านพลังและแรงกล้ามเนื้อจะลดลงและกลับไปสู่ระดับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญ

โดยสรุป หลักการย้อนกลับคือ แนวคิดที่ชี้ให้เห็นว่าการหยุดฝึกซ้อมหรือขาดความต่อเนื่องในการฝึก จะทำให้สมรรถภาพทางกายและการปรับตัวที่เกิดจากการฝึกค่อย ๆ ลดลงตามเวลา โดยเฉพาะความแข็งแรง ความทนทาน พลังกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของระบบหัวใจหลอดเลือดจะเสื่อมถอยหากไม่มีการกระตุ้นอย่างสม่ำเสมอ การฝึกอย่างต่อเนื่องหรือมีการฝึกแบบบำรุงรักษาจึงมีความจำเป็นเพื่อป้องกันการสูญเสียสมรรถภาพดังกล่าว ทั้งยังช่วยชะลอการเสื่อมถอยของระบบประสาท-กล้ามเนื้อ และรักษาประสิทธิภาพทางกายภาพในระดับที่เหมาะสมต่อเนื่อง

8. หลักการฟื้นฟู (Recovery)

หลักการฟื้นฟู (Recovery) เป็นกระบวนการที่สำคัญหลังการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน เพื่อช่วยให้ร่างกายกลับสู่สภาวะปกติ ลดอาการล้า และส่งเสริมการปรับตัวของระบบต่าง ๆ ให้พัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักการฟื้นฟูมีหลายแนวทางที่สัมพันธ์กับระบบกล้ามเนื้อ ระบบประสาท และระบบพลังงานของร่างกาย โดยการฟื้นฟูอย่างเหมาะสมจะช่วยลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บ เพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกซ้อมครั้งถัดไป และส่งเสริมการฟื้นตัวของระบบชีวภาพอย่างสมดุล นักกีฬาและผู้ฝึกสอนจึงควรให้ความสำคัญกับการวางแผนการฟื้นฟูในระยะสั้นและระยะยาวอย่างเป็นระบบ ทั้งในรูปแบบของการพักผ่อน โภชนาการ การฟื้นฟูทางกายภาพ และจิตวิทยา เพื่อให้ร่างกายสามารถตอบสนองต่อโปรแกรมการฝึกได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นกระบวนการที่มีความเฉพาะบุคคลและซับซ้อน ครอบคลุมทั้งด้านสรีรวิทยา จิตวิทยา และอารมณ์ โดยมุ่งเน้นให้ร่างกายและจิตใจกลับสู่สภาวะที่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพหลังจากการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน (Abou Nader et al., 2022, pp. 1–37) กระบวนการนี้ต้องอาศัยการวางแผนที่เหมาะสมตามระดับความเหนื่อยล้าและปริมาณความเครียดของแต่ละบุคคล และควรบูรณาการกลยุทธ์ที่ยืดหยุ่น ครอบคลุมทั้งการพักผ่อน การฟื้นฟูทางร่างกาย และการสนับสนุนด้านจิตใจ เพื่อสร้างความพร้อมสำหรับการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันครั้งต่อไปอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน Skorski et al. (2024, pp. 185–200) อธิบายว่า การฟื้นฟูเป็นทั้งกลยุทธ์เชิงรุกและเชิงผ่อนพักที่มุ่งรักษาสสมดุลของร่างกาย (Homeostasis) และสนับสนุนการปรับตัวทางสรีรวิทยา โดยการฟื้นฟูควรปรับให้เหมาะสมกับระดับความเหนื่อยล้า ชนิดของกิจกรรม และช่วงเวลาหลังการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน เพื่อเร่งกระบวนการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ลดการอักเสบ และฟื้นฟูระบบพลังงานให้กลับมาทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยรักษาสสมรรถภาพและลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บสะสม Roberts et al. (2024, pp. 1–9) เสริมว่า การฟื้นฟูเป็นแนวทางที่วางแผนเป็นระบบและมักถูกรวมอยู่ใน คาบฟื้นฟู (Recovery periodization) ภายในโปรแกรมการฝึก เพื่อสร้างสมดุลระหว่างความเครียดจากการฝึกและระยะเวลาการพักฟื้น การจัดการการฟื้นฟูอย่างเป็นระบบช่วยให้ร่างกายปรับตัวเชิงบวก ตอบสนองต่อแรงกระตุ้นจากการฝึกซ้อมได้เต็มที่ และส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพทางกายภาพในระยะยาวอย่างยั่งยืน Simpson and Minett (2024, pp. 22–35) ชี้ว่า การฟื้นฟูในด้านกีฬารวมครอบคลุมทั้งสรีรวิทยา ระบบประสาท-กล้ามเนื้อ และความสมดุลทางจิตวิทยา โดยวิธีการฟื้นฟูมีตั้งแต่แบบเร่งรัด เช่น การใช้ไน้เย็น การนวด และการยืดเหยียด ไปจนถึงแบบองค์รวม เช่น การนอนหลับอย่างมีคุณภาพ โภชนาการที่เหมาะสม และการจัดการความเครียด การบูรณาการแนวทางเหล่านี้ช่วยให้สมรรถภาพทางกายและจิตใจฟื้นคืนได้อย่างสมบูรณ์ พร้อมรับแรงกระตุ้นใหม่จากการฝึกซ้อมได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ Mujika et al. (2018, pp. 538–561) ย้ำว่า การฟื้นฟูเป็นขั้นตอนสำคัญในวงจรการฝึกซ้อมที่ช่วยรักษาระดับสมรรถภาพ ลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บ และสนับสนุนการพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาในระยะยาว การบูรณาการกลยุทธ์การฟื้นฟู เช่น การกำหนดช่วงพักฟื้น การ

ฟื้นฟูเชิงรุก และการใช้เทคนิคที่มีหลักฐานรองรับ จะช่วยเพิ่มความต่อเนื่องของการฝึก ลดความเสี่ยงของอาการบาดเจ็บเรื้อรัง และส่งเสริมสมรรถภาพของนักกีฬาย่างยั่งยืน

สรุปได้ว่า การฟื้นฟู (Recovery) เป็นกระบวนการที่มีโครงสร้างและมีหลายปัจจัยร่วมกัน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อฟื้นคืนสมรรถภาพของระบบต่าง ๆ ของร่างกายและจิตใจหลังจากได้รับความเครียดจากการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน ไม่ว่าจะเป็นระบบสรีรวิทยา ระบบประสาทกล้ามเนื้อ ระบบพลังงาน และภาวะทางจิตวิทยา โดยครอบคลุมทั้งกลยุทธ์เชิงรุก (Active recovery) และกลยุทธ์แบบพาสซีฟ (Passive recovery) การฟื้นฟูที่มีการวางแผนอย่างเหมาะสมจะช่วยลดความล้าฟื้นฟูสมดุลของร่างกาย (Homeostasis) ลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บ และส่งเสริมการปรับตัวของร่างกายให้สามารถพัฒนาและรักษาระดับสมรรถภาพทางกีฬาได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ทั้งนี้ การฟื้นฟูจึงถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ต้องได้รับการบูรณาการเป็นส่วนหนึ่งในแผนการฝึกซ้อมอย่างมีระบบและเหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของนักกีฬาแต่ละคน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ การฟื้นฟูเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการปรับตัวและรักษาสสมรรถภาพของนักกีฬาย่างต่อเนื่อง (Barnett, 2024, pp. 101-115) โดยเน้นถึงความจำเป็นในการวางแผนการฟื้นฟูอย่างเป็นระบบและเหมาะสมกับลักษณะของการฝึกซ้อมและการแข่งขัน การฟื้นฟูประกอบด้วยกลยุทธ์ทั้งแบบเชิงรุกและแบบพาสซีฟ เช่น การใช้น้ำเย็น การนวด และการยืดเหยียด เพื่อเร่งการฟื้นตัวของระบบสรีรวิทยาและระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Dupuy et al., 2024, pp. 50-62) นอกจากนี้ การฟื้นฟูยังได้รับการสนับสนุนจากปัจจัยทางโภชนาการและการนอนหลับ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการฟื้นฟูสมรรถภาพและซ่อมแซมเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Leeder et al., 2024, pp. 123-134) การใช้เทคนิคเสริม เช่น เสื้อผ้ากดรัด (Compression garments) ยังช่วยลดอาการเจ็บปวดและเพิ่มประสิทธิภาพการฟื้นฟูได้อีกด้วย (Poppendieck et al., 2024, pp. 437-445) การศึกษาในบริบทของกีฬาเฉพาะทาง เช่น ฟุตบอล ยังชี้ให้เห็นว่าการฟื้นฟูต้องครอบคลุมทั้งด้านสรีรวิทยาและจิตวิทยา เพื่อรักษาความพร้อมและลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บ (Nédélec et al., 2024, pp. 581-595) ขณะเดียวกัน แนวทางการวางแผนการฟื้นฟูแบบมีระบบ หรือที่เรียกว่า Recovery periodization ได้รับการแนะนำว่าเป็นวิธีการที่ช่วยสร้างสมดุลระหว่างการฝึกซ้อมและการพักผ่อน ส่งเสริมการปรับตัวทางกายภาพและประสิทธิภาพในระยะยาว (Roberts et al., 2024, pp. 1-9)

ดังนั้นสรุปได้ว่า การบูรณาการหลักการฟื้นฟูในโปรแกรมการฝึกซ้อมอย่างเป็นระบบและเหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาสมรรถภาพและการป้องกันการบาดเจ็บในนักกีฬา เนื่องจากการฟื้นฟูที่มีประสิทธิภาพช่วยให้ร่างกายสามารถซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่เสียหาย ลดความล้าสะสม และฟื้นฟูสมดุลทางสรีรวิทยาได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังส่งเสริมการปรับตัวทางระบบประสาทกล้ามเนื้อและระบบพลังงาน ทำให้นักกีฬามีความพร้อมในการรับแรงกระตุ้นจากการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องและปลอดภัย การขาดการฟื้นฟูที่เหมาะสมอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

และส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพการเล่นในระยะยาว ดังนั้น การวางแผนและดำเนินการฟื้นฟูอย่างรอบคอบจึงเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการการฝึกซ้อมที่มีประสิทธิผลสูงสุด

9. ระดับความหนักของการฝึกซ้อมกีฬา (Intensity)

ระดับความหนักของการฝึกซ้อมกีฬา หรือ Intensity คือระดับความพยายามทางร่างกายที่เกิดขึ้นจากการออกแรงระหว่างฝึกซ้อม ซึ่งสะท้อนความรุนแรงของแรงกระตุ้นที่มีผลต่อระบบสรีรวิทยาหลัก เช่น ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบทางเดินหายใจ และระบบกล้ามเนื้อ โดยระดับความหนักนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นกลไกการปรับตัวของร่างกายในระดับเซลล์และระบบ ทำให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาผลาญพลังงาน ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการเสริมสร้างมวลกล้ามเนื้อ การประเมินระดับความหนักสามารถทำได้ทั้งในเชิงปริมาณ เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้พลังงาน หรือเปอร์เซ็นต์ความสามารถสูงสุดของบุคคล และเชิงคุณภาพ เช่น ความรู้สึกเหนื่อยล้าของผู้ฝึก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญต่อการวางแผนและปรับโปรแกรมฝึกซ้อมให้เหมาะสมกับสมรรถภาพพื้นฐาน ชนิดกีฬา และช่วงวัยของผู้ฝึก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกและลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บหรือการฝึกเกินพิกัด นอกจากนี้ ระดับความหนักยังสัมพันธ์กับประเภทของพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมแต่ละช่วง เช่น การฝึกแบบแอโรบิกเน้นความทนทานจะมีความหนักในระดับที่สามารถรักษาการใช้ออกซิเจนอย่างต่อเนื่อง ขณะที่การฝึกแบบแอนแอโรบิก เช่น การฝึกแรงระเบิด มีระดับความหนักสูงในระยะเวลายาว ๆ การวางแผนระดับความหนักของการฝึกอย่างเหมาะสมจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและเสริมสร้างศักยภาพของนักกีฬาในระยะยาว Heckner et al. (2023, pp. 6495–6507) อธิบายว่า ระดับความหนักของการฝึกซ้อมหมายถึงปริมาณแรงหรือแรงกดดันที่ร่างกายต้องรับระหว่างการออกกำลังกาย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงระบบการเผาผลาญพลังงาน และการเลือกใช้ระดับความหนักที่เหมาะสมจะช่วยพัฒนาองค์ประกอบทางสมรรถภาพและป้องกันการฝึกเกิน ในทำนองเดียวกัน McArdle et al. (2019, pp. 45–51) ให้ความหมายว่า ความเข้มข้นของภาระงาน (Intensity) สามารถประเมินได้หลายวิธี เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ การใช้ออกซิเจน หรือความรู้สึกเหนื่อยล้าของผู้ฝึก โดยความเข้มข้นนี้มีบทบาทสำคัญต่อการกระตุ้นการปรับตัวของระบบหัวใจกล้ามเนื้อ และระบบการหายใจ ซึ่งสอดคล้องกับมุมมองของ West et al. (2024, pp. 481–484) ที่มองว่า ระดับความหนักเป็นตัวบ่งชี้ของภาระงานที่มีผลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา โดยเฉพาะการกระตุ้นระบบกล้ามเนื้อและระบบพลังงาน ความหนักที่เหมาะสมจึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบประสาท-กล้ามเนื้อและนำไปสู่การพัฒนาทางกายภาพอย่างมีประสิทธิภาพ Felici and Del Vecchio (2020, pp. 1–6) เสริมว่า Intensity คือระดับแรงกดดันหรือความท้าทายที่กิจกรรมมีต่อสมรรถภาพสูงสุดของบุคคล ซึ่งมักวัดผ่าน VO2max หรืออัตราการเต้นหัวใจสูงสุด โดยระดับความหนักนี้มีอิทธิพลต่ออัตราการฟื้นตัวและการเสริมสร้างสมรรถภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ Foster et al. (2020, pp. 1916–1922) ที่ชี้ว่า Intensity เป็นเครื่องมือสำคัญในการควบคุมและประเมินการฝึก ใช้ RPE เป็นดัชนีสะท้อนความเหนื่อยล้าและความเครียดทางร่างกาย ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการฝึก

ระยะพักฟื้น และการป้องกันการฝึกเกิน ในขณะเดียวกัน Powers and Howley (2020, pp. 60–67) ให้ความหมายว่า ความเข้มข้นของการฝึกสะท้อนระดับพลังงานที่ร่างกายใช้ในกิจกรรมสัมพันธ์กับระบบแอโรบิกหรือแอนแอโรบิก มีผลต่อความเหนื่อยล้าและการเผาผลาญพลังงาน ดังนั้น การกำหนดความหนักที่เหมาะสมจึงช่วยบริหารพลังงานในการฝึก ซึ่งเป็นหลักการเดียวกับที่ American College of Sports Medicine (2020, pp. 114–120) ระบุว่า Intensity เป็นตัวแปรหลักในการกำหนดความหนักของภาระงาน สามารถวัดได้จากชีพจร การใช้พลังงาน หรือการตอบสนองของกล้ามเนื้อ และควรปรับระดับให้เหมาะสมกับเป้าหมาย เช่น การเพิ่มความทนทานหรือเสริมสร้างกล้ามเนื้อ Fox et al. (2020, pp. 134–137) เสริมว่า ระดับความหนักสัมพันธ์กับสมรรถภาพสูงสุดของบุคคล สามารถกำหนดได้จากพลังงานที่ใช้หรือเปอร์เซ็นต์จากศักยภาพทางกายภาพ เช่น 1RM ซึ่งสำคัญต่อการออกแบบโปรแกรมฝึก ขณะที่ Bompas and Haff (2021, pp. 49–56) ชี้ว่า Intensity คือระดับแรงที่ร่างกายต้องรับจากการฝึกซ้อม มีบทบาทกระตุ้นกลไกการปรับตัวทางสรีรวิทยา เช่น การสร้างกล้ามเนื้อใหม่ การเพิ่มประสิทธิภาพระบบประสาท-กล้ามเนื้อ และการพัฒนาศักยภาพทางกายภาพ ดังนั้น การจัดการความหนักอย่างเหมาะสมจึงถือเป็นกุญแจสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายการฝึก

สรุปได้ว่า ระดับความหนักของการฝึกซ้อมกีฬา (Intensity) คือ ตัวชี้วัดที่สะท้อนถึงขนาดของแรงกระตุ้นหรือความท้าทายที่ร่างกายได้รับการออกกำลังกาย ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการปรับตัวทางสรีรวิทยาและการพัฒนาสมรรถภาพทางกายอย่างเฉพาะเจาะจง ความหนักสามารถกำหนดได้ทั้งในเชิงสัมบูรณ์ เช่น ปริมาณพลังงานที่ใช้ หรืออัตราการเต้นของหัวใจ และในเชิงสัมพัทธ์ เช่น สัดส่วนของความสามารถสูงสุดของบุคคล โดยพิจารณาจากการรับรู้ความเหนื่อยล้าของผู้ฝึกซ้อม ความหนักจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ต้องสอดคล้องกับสมรรถภาพพื้นฐาน ประเภทของกิจกรรม และเป้าหมายของการฝึก เพื่อให้การฝึกเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บหรือฝึกซ้อมเกินขีดจำกัดของร่างกาย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ ความหนักในการออกกำลังกาย (Exercise intensity) ต่อสมรรถภาพทางกายและสุขภาพในด้านต่าง ๆ โดยพบว่า การออกกำลังกายด้วยความหนักสูงมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการปรับตัวของร่างกาย รวมทั้งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางกายภาพอย่างมีนัยสำคัญ งานของ Garcia-Pinillos et al. (2022, pp. 502–510) ได้ศึกษาผลของระดับความหนักในการฝึก Interval Training ต่อสมรรถภาพทางกายและความทนทานของกล้ามเนื้อ โดยพบว่า การฝึกด้วยความหนักสูงช่วยส่งเสริมการปรับตัวของระบบกล้ามเนื้อและเพิ่มความทนทานได้ดีกว่าการฝึกด้วยความหนักต่ำหรือปานกลาง ในลักษณะเดียวกัน Mielke et al. (2021, pp. 115–154) รายงานว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีความหนักสูง สามารถกระตุ้นการเผาผลาญไขมันและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระดับเซลล์ได้ดีกว่าการฝึกด้วยความหนักต่ำอย่างชัดเจน นอกจากนี้ Buchheit and Laursen (2019, pp. 201–210) ได้ทบทวนและสรุปว่า High-intensity interval training (HIIT) ซึ่งเป็นการฝึกด้วยความหนักสูง สามารถเพิ่มปริมาณ

ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) และส่งเสริมการฟื้นฟูระบบหัวใจและหลอดเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ Keating et al. (2020, pp. 286-295) เปรียบเทียบและพบว่า การฝึกด้วยความหนักสูงในรูปแบบแอโรบิก มีประสิทธิภาพเหนือกว่าการฝึกด้วยความหนักต่ำในการลดไขมันบริเวณหน้าท้องและปรับปรุงความดันโลหิต ในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 นั้น การศึกษาของ Sloth et al. (2021, pp. 1554-1560) รายงานว่า Sprint Interval Training ด้วยความหนักสูง ช่วยเพิ่มความไวของอินซูลินและควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีกว่าการฝึกด้วยความหนักต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ขณะเดียวกัน Herrod et al. (2020, pp. 245-251) พบว่า การฝึกความหนักสูงในผู้สูงอายุช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบหัวใจและปอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการเพิ่ม VO_{2max} และความทนทานต่อการออกกำลังกาย สำหรับการฝึกแรงต้าน การศึกษาของ Hoffman et al. (2021, pp. 400-408) แสดงให้เห็นว่า การฝึกด้วยความหนักสูงมีประสิทธิภาพเหนือกว่าความหนักต่ำในการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของนักกีฬา ในทำนองเดียวกัน Astorino et al. (2022, pp. 201-210) พบว่า การฝึกด้วยความหนักสูงในโปรแกรมฟื้นฟูหัวใจช่วยเพิ่มสมรรถภาพหัวใจและลดความเสี่ยงโรคหัวใจได้ดีกว่าการฝึกด้วยความหนักต่ำ ในแง่ผลกระทบต่อกล้ามเนื้อ การศึกษาของ Slivka et al. (2020, pp. 960-969) รายงานว่า แม้ความหนักสูงจะก่อให้เกิดการอักเสบของกล้ามเนื้อมากกว่า แต่กลับสามารถกระตุ้นการปรับตัวและกระบวนการฟื้นฟูของกล้ามเนื้อได้ดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ Coyle et al. (2023, pp. 15-30) เพิ่มเติมว่า การออกกำลังกายด้วยความหนักสูงช่วยเพิ่มการเผาผลาญพลังงานและประสิทธิภาพในการแข่งขันอย่างชัดเจน นอกจากนี้ Weston et al. (2019, pp. 2016-2022) พบว่า HIIT มีผลดีอย่างชัดเจนในการลดความเสี่ยงโรคหัวใจและเบาหวานในผู้ใหญ่ ในขณะที่ Boutcher (2018, pp. 56-63) ชี้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายด้วยความหนักสูงช่วยกระตุ้นการเผาผลาญไขมันในช่วงหลังการออกกำลังกายได้มากกว่าการฝึกด้วยความหนักต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านการฝึกแบบผสมผสาน การศึกษาของ Li et al. (2024, pp. 1074-1083) ศึกษาผลของการฝึกแบบแอโรบิกและแรงต้านที่ความหนักสูงร่วมกัน พบว่า การฝึกด้วยความหนักสูงทั้งสองรูปแบบช่วยส่งเสริมการลดไขมันและเพิ่มมวลกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกด้วยความหนักต่ำ ในขณะที่ Gibala et al. (2019, pp. 25-39) ระบุว่า HIIT มีประสิทธิภาพเหนือกว่าการฝึกแบบคงที่ (Steady-state training) ในการเพิ่มสมรรถภาพและความสามารถในการใช้ออกซิเจนได้รวดเร็วกว่า สุดท้ายในกลุ่มผู้สูงอายุ และการศึกษาของ Milanović et al. (2020, pp. 152-174) รายงานว่า การฝึกด้วยความหนักสูงช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความทนทาน พร้อมทั้งช่วยชะลอการเสื่อมสภาพทางร่างกายได้มากกว่าการฝึกด้วยความหนักต่ำอย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นการกำหนดและควบคุมระดับความหนักของการฝึกซ้อมอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการฝึก รวมถึงการป้องกันภาวะบาดเจ็บหรืออาการเหนื่อยล้าเรื้อรังที่เกิดจากการฝึกซ้อมมากเกินไป (Overtraining) การบรรลุเป้าหมายดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยวิธีการประเมินที่เหมาะสมและหลากหลาย เช่น การติดตามอัตราการเต้นของหัวใจ การประเมินปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) ตลอดจนการใช้

มาตรวัดการรับรู้ความเหนื่อยล้า (Rating of perceived exertion; RPE) เพื่อปรับระดับความหนักให้เหมาะสมกับสมรรถภาพของแต่ละบุคคล (Smith et al., 2024, pp. 145-157)

9.1 อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate; MHR) คือค่าความถี่การเต้นหัวใจสูงสุดที่หัวใจสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยทั่วไปใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการกำหนดระดับความหนักของการฝึกซ้อมทางกายภาพ โดยการประเมินอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) ช่วยให้สามารถตั้งเป้าหมายความหนักของการออกกำลังกายได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ความหนักของการฝึกมักถูกกำหนดโดยใช้เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR) เช่น การออกกำลังกายที่ความเข้มข้นต่ำจะอยู่ที่ 50-60% ของ MHR ขณะที่ความเข้มข้นปานกลางและสูงจะอยู่ในช่วง 60-80% และ 80-95% ตามลำดับ ซึ่งช่วยให้ผู้ฝึกสามารถควบคุมภาระการฝึกเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายทางสุขภาพหรือสมรรถภาพ (Leite et al., 2020, pp. 1322-1328) โดยหาได้จากสูตร

$$\text{MHR} = 220 - \text{อายุ (ปี)} \quad (\text{ครั้งต่อนาที}) \quad (\text{beats per minute หรือ bpm})$$

นอกจากนี้ การใช้ MHR ยังช่วยป้องกันความเสี่ยงจากการฝึกที่มีความหนักเกินไปจนทำให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายหรือบาดเจ็บ โดยเป็นเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการวิทยาศาสตร์การกีฬาและการแพทย์การกีฬาในการออกแบบโปรแกรมฝึกซ้อม (Carrard et al., 2022, pp. 665-673)

9.2 น้ำหนักยกสูงสุด 1 ครั้ง (One repetition maximum; 1RM) หมายถึง ค่าน้ำหนักสูงสุดที่บุคคลสามารถยกได้เพียงครั้งเดียวด้วยเทคนิคที่ถูกต้องในท่าออกกำลังกายหนึ่ง ๆ โดย 1RM ถือเป็นมาตรวัดที่สำคัญในการกำหนดระดับความหนักของการฝึกความแข็งแรง (Strength training) และใช้เป็นพื้นฐานในการวางแผนโปรแกรมการฝึกซ้อมให้มีประสิทธิภาพ การกำหนดความหนักของการฝึกโดยใช้เปอร์เซ็นต์ของ 1RM เป็นวิธีที่นิยม เช่น การฝึกด้วยน้ำหนักประมาณ ร้อยละ 60-70 ของ 1RM เพื่อพัฒนาความทนทานของกล้ามเนื้อ ในขณะที่น้ำหนักที่สูงกว่า ร้อยละ 80 ของ 1RM จะถูกใช้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้ออย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ 1RM ยังช่วยให้สามารถปรับระดับน้ำหนักฝึกซ้อมได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถและเป้าหมายของผู้ฝึกแต่ละบุคคล นอกจากนี้ การประเมิน 1RM อย่างสม่ำเสมอช่วยติดตามความก้าวหน้าในการฝึกและป้องกันการฝึกหนักเกินไปซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้ โดยหาได้จากสูตร

$$1\text{RM} = W \times (1 + 0.0333 \times R)$$

$$W = \text{น้ำหนักที่สามารถยกได้ (กิโลกรัม หรือ ปอนด์)}$$

$$R = \text{จำนวนครั้งที่ยกได้ด้วยน้ำหนักนั้น (มากกว่า 1 ครั้งแต่ไม่เกิน 10 ครั้ง)}$$

$$\text{ผลลัพธ์} = 1\text{RM หน่วยเดียวกับที่ใช้ใน } W \text{ (กิโลกรัมหรือปอนด์)}$$

9.3 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate; HR) เป็นตัวชี้วัดสำคัญที่ใช้ในการประเมินและควบคุมความหนักของการฝึกซ้อมทางกายภาพ โดยอัตราการเต้นของหัวใจถูกนำมาใช้เป็นตัวแทนของความพยายามทางสรีรวิทยาเนื่องจากเป็นสัญญาณที่สะท้อนการทำงานของระบบ

หัวใจและหลอดเลือดอย่างรวดเร็วและง่ายต่อการวัด การกำหนดระดับความหนักมักใช้เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate; MHR) หรืออัตราการเต้นหัวใจพัก (Heart rate reserve; HRR) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการใช้พลังงานและความเข้มข้นของการออกกำลังกาย เช่น การฝึกในช่วง ร้อยละ 50-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจ จะถือว่าเป็นความหนักระดับปานกลางที่เหมาะสมกับการพัฒนาความอดทน (Leite et al., 2020, pp. 1322–1328) โดยหาได้จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเต้นของหัวใจ} &= (\text{จำนวนครั้งที่หัวใจเต้น} / \text{ระยะเวลาเป็นวินาที}) \times 60 \\ \text{หรือในการใช้งานจริงอัตราการเต้นของหัวใจ} &= \text{จำนวนครั้งที่ชีพจรเต้นใน 15} \\ &\text{วินาที} \times 4 \text{ ครั้งต่อนาที (beats per minute หรือ bpm)} \end{aligned}$$

9.4 ปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายสามารถใช้งานได้ (VO2max) ซึ่งหมายถึงปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมในช่วงเวลาสั้น ๆ ถือเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถของระบบหัวใจ ปอด และกล้ามเนื้อในการใช้พลังงาน ระดับความหนักของการฝึกสามารถกำหนดได้จากเปอร์เซ็นต์ของปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายสามารถใช้งานได้ (VO2max) เช่น การฝึกที่ระดับ ร้อยละ 60-80 ของปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายสามารถใช้งานได้ (VO2max) จะกระตุ้นการพัฒนาความทนทานแบบแอโรบิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายสามารถใช้งานได้ (VO2max) ยังช่วยในการวางแผนโปรแกรมการฝึกที่แม่นยำและเป็นรายบุคคล เนื่องจากสามารถสะท้อนสมรรถภาพแอโรบิกโดยรวมของผู้ฝึกได้อย่างชัดเจน (Leite et al., 2020, pp. 1322–1328) โดยหาได้จากสูตร

$$\begin{aligned} \text{VO2max} &= 15 \times (\text{HRmax} / \text{HRrest}) \\ \text{HRmax} &= \text{อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (ครั้ง/นาที)} \\ \text{HRrest} &= \text{อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)} \\ &(\text{มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่อนาที}) (\text{ml/kg/min}) \end{aligned}$$

9.5 อัตราการรับรู้ความเหนื่อย (Rate of perceived exertion; RPE) คือเครื่องมือที่ใช้ประเมินความหนักของการออกกำลังกายจากการรับรู้ความพยายามของผู้ฝึก โดยทั่วไปจะใช้มาตรวัดแบบ Borg Scale ซึ่งมีช่วงคะแนนตั้งแต่ 6 ถึง 20 หรือแบบ Modified Scale ที่มีช่วง 0-10 (Lea et al., 2022, pp. 1-19) การประเมินอัตราการรับรู้ความเหนื่อย ช่วยให้ผู้ฝึกและผู้ฝึกสอนสามารถปรับระดับความหนักของการฝึกได้อย่างเหมาะสมตามความรู้สึกของร่างกาย ซึ่งเป็นประโยชน์ในกรณีที่การวัดทางชีวภาพโดยตรง เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ อาจไม่สะดวกหรือแม่นยำในทุกสถานการณ์ การใช้อัตราการรับรู้ความเหนื่อย (Rate of perceived exertion; RPE) สามารถนำมาใช้กำหนดโซนความหนัก เช่น ระดับความหนักต่ำอยู่ที่ RPE 9-11 ระดับปานกลาง 12-14 และระดับสูง 15-17 เป็นต้น

9.6 การประเมินระดับการหอบเหนื่อย (Rate of perceive dyspnea; RPD) ทำการวัดหลังการออกกำลังกาย ให้ผู้ออกกำลังกายประเมินตนเองออกมาเป็นตัวเลข โดยมีความหมายดังนี้ ระดับ 0 หมายถึง ไม่มีการหอบเหนื่อย ระดับ 1-2 หมายถึง การหอบเหนื่อยระดับเบา ระดับ 3 หมายถึง การหอบเหนื่อยระดับปานกลาง ระดับ 4-5 หมายถึง การหอบเหนื่อยระดับปานกลาง ระดับ 6-7 หมายถึง การหอบเหนื่อยระดับมาก ระดับ 8-9 หมายถึง การหอบเหนื่อยระดับมาก ๆ และระดับ 10 หมายถึง การหอบเหนื่อยระดับมากที่สุด

การประเมินระดับการหอบเหนื่อยของการออกกำลังกายเป็นสิ่งสำคัญ เพราะสามารถบอกได้ว่าร่างกายกำลังทำงานหนักมากเพียงใด ออกกำลังกายหนักเกินไป หรือเบาเกินไปอยู่หรือไม่ ซึ่งถ้าหากเราออกกำลังกายโดยไม่สนใจระดับความเข้มข้น ก็จะทำให้ผลลัพธ์ในการออกกำลังกายที่ได้ ไม่ตรงตามเป้าหมายที่ตั้งใจเอาไว้ ดังนั้นการออกกำลังกาย หรือการฝึกร่างกาย จำเป็นจะต้องมีการกำหนดการรับรู้การออกแรงของร่างกายให้ถูกต้อง และเหมาะสม เพื่อให้การออกกำลังกายหรือการฝึกได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุด รวมทั้งบรรลุตามเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การประเมินระดับการหอบเหนื่อยนั้น ยังต้องทำการประเมินหรือวัดควบคู่กันไปกับการวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายจึงจะได้ประสิทธิภาพสูง

9.7 หน่วยเทียบเท่าการเผาผลาญพลังงาน (Metabolic equivalents; METs) คือหน่วยวัดการใช้พลังงานที่สัมพันธ์กับอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายในภาวะพัก โดย 1 MET เทียบเท่ากับการใช้พลังงานขณะพักประมาณ 3.5 มิลลิลิตรออกซิเจนต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อนาที (ml/kg/min) METs จึงเป็นตัวบ่งชี้ที่ใช้กำหนดความหนักของกิจกรรมทางกายภาพ โดยกิจกรรมที่มีค่า METs สูงกว่าจะแสดงถึงความหนักที่มากขึ้น เช่น การเดินเร็วอาจอยู่ที่ 3-5 METs ขณะที่การวิ่งเร็วจะสูงกว่า 8 METs เป็นต้น (Herrmann et al., 2024, pp. 6-12) การกำหนดระดับความหนักด้วย METs มีประโยชน์ในการวางแผนการฝึกและการฟื้นฟูสมรรถภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยและผู้สูงอายุที่ต้องการควบคุมความหนักของกิจกรรมอย่างปลอดภัย

9.8 อัตราการเต้นหัวใจสำรอง (Heart rate reserve; HRR) หมายถึง ช่วงความแตกต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum heart rate; MHR) กับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting heart rate; RHR) ซึ่งสะท้อนขีดความสามารถของระบบหัวใจในการปรับตัวต่อการออกกำลังกายและใช้เป็นตัวชี้วัดสำคัญในการกำหนดระดับความเข้มข้นของการฝึก (Ferri Marini et al., 2023, pp. 1600-1611) การใช้อัตราการเต้นหัวใจสำรอง ในการคำนวณโซนอัตราการเต้นหัวใจช่วยให้สามารถออกแบบโปรแกรมการฝึกที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการพัฒนาสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด

ตาราง 2.1 ระดับความหนักของการฝึกซ้อมกีฬา (Intensity)

ตัวแปร	ระดับความหนักของการฝึกซ้อมกีฬา		
	เบา	ปานกลาง	หนัก
1. อัตราการเต้นหัวใจ (Heart Rate) (HR) (ครั้ง/นาที)	< 50% MHR	50–70% MHR	> 70% MHR
2. Heart Rate Reserve (HRR) Target HR = HRrest + (%intensity × HRR)	< 40%	40–60%	> 60%
3. การใช้ออกซิเจนสูงสุด ร้อยละของ VO ₂ MAX (ml/kg/min)	< 40%	40–60%	> 60%
4. ความสามารถในการยกสูงสุดหนึ่งครั้ง (One Repetition Maximum; 1 RM)	< 50% 1RM	50–70% 1RM	> 70% 1RM
5. การใช้พลังงาน (Energy Expenditure) (METs) (kcal/min)	1.5 – 2.9	3.0 – 5.9	≥ 6.0
6. อัตราการรับรู้ความลำบากในการหายใจ Rate of Perceived Dyspnea (RPD) (Borg Dyspnea Scale 0–10)	0–3	4–6	7–10
7. อัตราการรับรู้ความเหนื่อยล้า Rate of Perceived Exertion (RPE) (Borg Scale 6–20)	9–11	12–14	15–17
8. หน่วยเทียบเท่าการเผาผลาญพลังงาน Metabolic Equivalents (METs) (ml/kg/min)	< 3 METs	3–6 METs	> 6 METs

Note. Form “Adult Compendium of Physical Activities: A third update of the energy costs of human activities,” by Herrmann, S. D., Willis, E. A., Ainsworth, B. E., Barreira, T. V., Hastert, M., Kracht, C. L., Schuna Jr., Frensham, L. J., John M., & Tudor Locke, C, 2024, *Journal of Sport and Health Science*, 13(1), pp. 6–12.

โปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง

การฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง (Sport Specific cognitive training; SSCT) หมายถึง กระบวนการฝึกที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถทางปัญญาที่สัมพันธ์กับลักษณะเฉพาะของกีฬา เช่น การตัดสินใจภายใต้ความกดดัน การรับรู้จากสิ่งเร้าหลายทิศทาง การคาดการณ์การเคลื่อนไหวของคู่แข่ง และการควบคุมพฤติกรรมให้สอดคล้องกับบริบทการแข่งขัน โดยกิจกรรมฝึกจะถูกออกแบบให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงในกีฬาเป้าหมาย เพื่อกระตุ้นการทำงานของสมองในบริบทที่เฉพาะเจาะจง ทั้งในด้านกระบวนการรับรู้ (Perception) การใส่ใจ (Attention) หน้าที่บริหาร (Executive functions) และการตอบสนองอย่างเหมาะสม (Zhu et al., 2024, pp. 919-920)

ความหมายของโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง

โปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง หมายถึง กระบวนการฝึกที่ได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยอาศัยการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพของระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทส่วนปลาย และระบบกล้ามเนื้อ ควบคู่กับการกระตุ้นกระบวนการทางปัญญาที่สำคัญ เช่น ความใส่ใจ การจดจำ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาในบริบทของสถานการณ์ที่ซับซ้อนและเฉพาะเจาะจงตามลักษณะของกีฬา การฝึกในลักษณะนี้มักประกอบด้วยการเคลื่อนไหวแบบพลวัต การควบคุมการทรงตัว การประสานกล้ามเนื้อระหว่างกลุ่ม (Intermuscular coordination) และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทางประสาทสัมผัส เช่น การมองเห็นหรือการได้ยิน โดยมีเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างความแม่นยำ ความรวดเร็ว และความยืดหยุ่นในการเคลื่อนไหว พร้อมทั้งส่งเสริมความสามารถในการคิด วิเคราะห์ และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมอย่างเหมาะสมในเชิงประยุกต์ โปรแกรมการฝึกลักษณะนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มสมรรถภาพทางกีฬา การฟื้นฟูสมรรถภาพหลังการบาดเจ็บ การลดความเสี่ยงในการหกล้มของผู้สูงอายุ และการส่งเสริมพัฒนาการทางการเคลื่อนไหวและการคิดในเด็กและเยาวชน ทั้งนี้ การฝึกอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบจะส่งผลต่อการเสริมสร้างความยืดหยุ่นของระบบประสาท (Neuroplasticity) และช่วยยกระดับประสิทธิภาพในการควบคุมการเคลื่อนไหว โปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจงหมายถึงรูปแบบการฝึกที่ออกแบบอย่างมีเป้าหมายเพื่อจำลองหรือเลียนแบบสถานการณ์จริงในเกมกีฬา โดยมุ่งเน้นการบูรณาการองค์ประกอบของทักษะทางปัญญาที่สำคัญ เช่น การตัดสินใจภายใต้แรงกดดัน การควบคุมความสนใจ และการคาดการณ์เชิงสถานการณ์ (Heilmann et al., 2024, pp. 1–10) ซึ่งสอดคล้องกับมุมมองของ Hortobágyi (2022, pp. 1–18) ที่ชี้ว่า โปรแกรมเหล่านี้ถูกออกแบบให้สัมพันธ์กับลักษณะเฉพาะของกีฬาแต่ละชนิด โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านเวลา แรงกดดัน และลักษณะการโต้ตอบระหว่างผู้เล่น เพื่อส่งเสริมการทำงานของ Executive functions เช่น Working memory, Inhibitory control และ Cognitive flexibility ส่วน Schoenfeld et al. (2024, pp. 123–135) เสริมว่า โปรแกรมฝึกเชิงสมรรถภาพทางปัญญาเฉพาะเจาะจงเป็นสะพานเชื่อมระหว่างการฝึกทางกายภาพและการฝึกทางสมอง โดยผสมผสานองค์

ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและประสาทวิทยาศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อพัฒนาความสามารถทางปัญญาเชิงปฏิบัติ (Applied cognitive functions) ภายใต้แรงกดดันและสภาพแวดล้อมที่จำลองการแข่งขันจริง โดยแบบฝึกออกแบบให้สอดคล้องกับความซับซ้อนของเกม เช่น การสลับความสนใจ การวิเคราะห์ข้อมูลภาพที่ซับซ้อน และการตอบสนองต่อสถานการณ์เชิงยุทธศาสตร์ Vestberg et al. (2021, pp. 1–5) ย้ำว่า โปรแกรมลักษณะนี้มุ่งฝึกกลไกทางปัญญาที่สำคัญต่อการตัดสินใจและการลงมือปฏิบัติในสภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอนสูง เช่น การควบคุมความสนใจ การวางแผนยุทธวิธี และการยับยั้งพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งช่วยให้นักกีฬาตัดสินใจส่งบอลหรือยิงประตูภายใต้เวลาจำกัดและแรงกดดันจากผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามได้อย่างแม่นยำ ในทำนองเดียวกัน Lucia et al. (2022, pp. 1–17) อธิบายว่า โปรแกรมการฝึกเชิงสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจงมุ่งพัฒนาทักษะการประมวลผลทางปัญญา (Cognitive processing skills) ภายใต้บริบทจำลองสถานการณ์กีฬาเป้าหมาย โดยผสมผสานการฝึกทางกายภาพเข้ากับการกระตุ้นสมองส่วนหน้า (Prefrontal cortex) ซึ่งเกี่ยวข้องกับ Executive functions ได้แก่ การตัดสินใจ การควบคุมความสนใจ การประมวลผลแบบหลายมิติ และความยืดหยุ่นทางความคิด

สรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง คือกระบวนการฝึกที่ออกแบบอย่างเป็นระบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวและการประมวลผลทางปัญญาในบริบทของกีฬา โดยผสมผสานการทำงานของระบบประสาท กล้ามเนื้อ และสมองเข้ากับการฝึกทักษะที่ซับซ้อน เช่น การตัดสินใจภายใต้แรงกดดัน การควบคุมความสนใจ และการปรับกลยุทธ์อย่างยืดหยุ่น การฝึกในลักษณะนี้ช่วยส่งเสริมหน้าที่บริหารของสมอง เพิ่มความแม่นยำ ความเร็ว และความยืดหยุ่นในการเคลื่อนไหว รวมถึงสนับสนุนพัฒนาการทางสมองผ่านกลไกของความยืดหยุ่นระบบประสาท (Neuroplasticity)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ โปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง พบว่าในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มการวิจัยที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในด้านนี้ โดยเฉพาะในบริบทของการกีฬา เนื่องจากความจำเป็นในการพัฒนาทักษะทั้งทางร่างกายและจิตใจควบคู่กัน เพื่อยกระดับประสิทธิภาพในการแข่งขันอย่างรอบด้านและมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น หนึ่งในแนวทางการฝึกที่ได้รับความนิยม คือ การฝึกแบบ Cognitive-motor dual-task training (CMDT) ซึ่ง Wu et al. (2024, pp. 1-12) ได้เน้นถึงศักยภาพของโปรแกรมนี้นในการพัฒนาองค์ประกอบสำคัญของสมรรถภาพทางปัญญา เช่น ความสามารถในการแบ่งความสนใจ ความรวดเร็วในการตัดสินใจ และการควบคุมการตอบสนองที่ไม่เหมาะสม โดยโปรแกรมห่วงการเน้นการทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อผ่านกิจกรรมที่ผสมระหว่างการเคลื่อนไหวและการคิดในเวลาเดียวกัน ส่งผลให้เกิดการประสานงานระหว่างสมองและร่างกายได้ดียิ่งขึ้นในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ Lochhead et al. (2024, pp. 1-24) ยังได้เสนอแนวทางการฝึกแบบ Sports vision training (SVT) ซึ่งมุ่งพัฒนาและเสริมสร้างทักษะทางสายตา เช่น การมองเห็นวัตถุที่เคลื่อนไหว การติดตามเป้าหมาย และการประสานมือ-ตาอย่างแม่นยำ ผลการศึกษา

พบว่า Sports vision training มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความรวดเร็วและความแม่นยำของการตอบสนองของนักกีฬา ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการตัดสินใจและการเคลื่อนไหวในสนามแข่งขัน ในบริบทของกีฬาเฉพาะด้าน เช่น เซปักตะกร้อ งานวิจัยของ พัชรี ทองคำพานิช และ กาญจนา กาญจนประดิษฐ์ (2564, น. 303-307) ได้พัฒนาอุปกรณ์และโปรแกรมฝึกที่ออกแบบอย่างเฉพาะเจาะจงเพื่อพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว ซึ่งถือเป็นทักษะสำคัญของกีฬาประเภทนี้ โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมฝึกสามารถพัฒนาทักษะดังกล่าวได้อย่างมีนัยสำคัญภายในระยะเวลาเพียง 4 สัปดาห์ ในทำนองเดียวกัน ภัทรภร บุญทวีมิตร (2565, น. 80-93) ได้ออกแบบโปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (Dual training) สำหรับนักกีฬาสเกตบอลระดับมัธยมศึกษา โดยเน้นการฝึกที่ผสมผสานทักษะทางกายภาพและทางปัญญา ผลการศึกษาเผยว่า โปรแกรมดังกล่าวสามารถเสริมสร้างทั้งความคล่องแคล่วว่องไวและสมรรถภาพทางกายด้านอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการฝึกที่ออกแบบอย่างเฉพาะเจาะจงต่อบริบทของกีฬานั้น ๆ นอกจากนี้ ในแง่ของการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม งานวิจัยของ รัตนพร กองพลพรหม และ ชัยรัตน์ ชูสกุล (2563, น. 275-300) ได้นำเสนอโปรแกรมการฝึกที่มุ่งเน้นการกำกับตนเอง (Self-regulated training) โดยให้ผู้เข้าร่วมมีบทบาทในการกำหนดเป้าหมายและวางแผนการฝึกของตนเอง ซึ่งนอกจากจะช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายแล้ว ยังส่งเสริมคุณภาพชีวิตและความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของผู้ฝึกได้อย่างยั่งยืน

โดยสรุป ทั้งในระดับสากลและบริบทของประเทศไทย โปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาและทางกายที่ออกแบบอย่างเฉพาะเจาะจงสำหรับกีฬาแต่ละประเภทยังมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะและสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการแข่งขันอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การพัฒนาโปรแกรมเหล่านี้ควรคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของกีฬาและกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้การฝึกฝนเกิดประสิทธิภาพสูงสุดและสอดคล้องกับความต้องการของนักกีฬาในแต่ละประเภทกีฬาอย่างเหมาะสม

องค์ประกอบของโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง

องค์ประกอบของโปรแกรมการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง คือแนวทางการฝึกที่ผสมผสานการทำงานของระบบการเคลื่อนไหวและกระบวนการทางปัญญาเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายและการทำงานของสมองในลักษณะที่บูรณาการ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้า การคิดวิเคราะห์ และการตัดสินใจอย่างเหมาะสม ภายใต้สถานการณ์ที่ซับซ้อน การฝึกประเภทนี้ส่งผลต่อการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของสมอง ทั้งในระดับโครงสร้างและหน้าที่ อันนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการรับรู้และการประมวลผลข้อมูลที่ดีขึ้น โดยองค์ประกอบหลักมีดังต่อไปนี้

1. การฝึกสมรรถภาพทางปัญญา (Cognitive training)

การฝึกสมรรถภาพทางปัญญา (Cognitive training) เป็นกระบวนการฝึกหรือจัดกิจกรรมที่ออกแบบอย่างมีระบบเพื่อกระตุ้นและพัฒนา การทำงานของสมองในด้านต่าง ๆ เช่น ความจำ ความสนใจ การคิดวิเคราะห์ การใช้เหตุผล การแก้ปัญหา และการควบคุมการตัดสินใจ โดยอาศัยแบบฝึกเฉพาะทาง เกม กิจกรรมคอมพิวเตอร์ หรือสถานการณ์ที่จำลองขึ้นมา เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกระบวนการทางปัญญา การฝึกสมรรถภาพทางปัญญามีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสมอง ปรับปรุงความสามารถในการเรียนรู้ และส่งเสริมการปรับตัวของบุคคลในชีวิตประจำวัน ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษา การทำงาน การกีฬา และการฟื้นฟูสมรรถภาพทางสมอง กิจกรรมหรือแบบฝึกหัดที่ต้องอาศัยความคิด การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาความสามารถทางปัญญาโดยรวม (General cognitive abilities) ไม่จำกัดเฉพาะทักษะใดทักษะหนึ่ง แต่รวมถึงความสามารถในการเรียนรู้ การตัดสินใจ และการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อม ทำให้บุคคลมีความยืดหยุ่นทางความคิดและสามารถรับมือกับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ดีขึ้น (Gobet, 2022, pp. 727–742) และ Hampstead (2023, pp. 1–10) เสริมว่า การฝึกสมรรถภาพทางปัญญายังมีบทบาทสำคัญในการฟื้นฟูสมรรถภาพสมอง โดยเฉพาะผู้ที่มีความบกพร่องทางปัญญาจากการบาดเจ็บของระบบประสาท เช่น โรคหลอดเลือดสมองหรือการบาดเจ็บที่สมอง การฝึกเชิงเทคนิคสามารถปรับปรุงการทำงานของสมองด้านการประมวลผลข้อมูล การวางแผน การจัดลำดับความสำคัญ และการแก้ปัญหา ทำให้ผู้ป่วยกลับมาปฏิบัติภารกิจประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ Zhu (2024, pp. 427–439) ให้มุมมองว่า การฝึกสมรรถภาพทางปัญญาสามารถพัฒนาความสามารถทางปัญญาหลายด้านพร้อมกัน เช่น ความจำ การคิดเชิงบริหาร และความจำในการทำงาน โดยเฉพาะในวัยกลางคน ซึ่งเป็นช่วงที่สมรรถภาพทางปัญญาเริ่มเสื่อมถอย การฝึกสมองในวัยนี้ช่วยชะลอการเสื่อมถอย ปรับปรุงสมรรถภาพการคิด และเสริมสร้างความสามารถในการทำงานหรือเรียนรู้ต่อเนื่อง Montero-Odasso et al. (2023, pp. 1–15) ยังได้อธิบายเพิ่มเติมว่า การฝึกสมรรถภาพทางปัญญาร่วมกับการออกกำลังกายแบบบูรณาการสามารถกระตุ้นสมองหลายส่วน เพิ่มความยืดหยุ่นของสมอง (Neuroplasticity) และลดอัตราการเสื่อมสมรรถภาพทางปัญญาในผู้สูงอายุ การผสมผสานระหว่างการฝึกสมองและการออกกำลังกายช่วยเสริมสร้างความจำ การวางแผน การรับรู้ และการตัดสินใจ ทำให้ผู้สูงอายุสามารถรักษาคุณภาพชีวิตและความสามารถในการทำกิจกรรมประจำวันได้ดียิ่งขึ้น Ben Izhak et al. (2023, pp. 1–13) สรุปว่า การฝึกสมรรถภาพทางปัญญาเป็นกระบวนการที่มีความเป็นระบบ ประกอบด้วยแบบฝึกหัดที่ออกแบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของความสามารถทางปัญญาเฉพาะด้านหรือหลายด้านพร้อมกัน โดยสามารถปรับระดับความยากง่ายให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้ฝึก และตอบสนองต่อเป้าหมายเฉพาะ เช่น การเพิ่มความจำ การคิดเชิงบริหาร หรือการตัดสินใจภายใต้ความกดดัน

สรุปได้ว่า การฝึกสมรรถภาพทางปัญญา (Cognitive training) เป็นกระบวนการฝึกฝนสมองเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ไม่จำกัดเพียงความจำหรือความสามารถเฉพาะด้านเท่านั้น แต่ยังช่วยปรับปรุงการทำงานของสมองโดยรวม ทำให้สมองมีความยืดหยุ่นมากขึ้นและสามารถปรับตัวต่อสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ดียิ่งขึ้น การฝึกสมรรถภาพทางปัญญาเป็นเครื่องมือสำคัญที่ไม่เพียงพัฒนาความสามารถทางปัญญาเฉพาะด้าน แต่ยังส่งเสริมการทำงานของสมองโดยรวม ช่วยให้ผู้บุคคลมีสมาธิ ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการปรับตัวต่อชีวิตประจำวันได้ดีขึ้นในระยะยาว

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการฝึกสมรรถภาพทางปัญญามีนักวิชาการหลายท่านที่ได้ศึกษาและเผยแพร่ผลงานเกี่ยวกับการฝึกสมรรถภาพทางปัญญา ในบริบทของกีฬาได้เสนอผลลัพธ์และข้อสังเกตที่หลากหลาย Fransen (2024, pp. 2717–2724) วิจารณ์ว่าหลักฐานในการถ่ายทอดผลจากการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาทั่วไปไปสู่การปรับปรุงสมรรถนะในกีฬาที่เฉพาะเจาะจงยังมีจำกัด โดยเน้นถึงข้อจำกัดของปรากฏการณ์ “far transfer” ซึ่งหมายถึงความสามารถในการนำทักษะหรือความรู้ที่ฝึกในบริบทหนึ่งไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นที่ต่างกันอย่างชัดเจน ในทางตรงกันข้าม การศึกษาของ Heilmann et al. (2024, pp. 1-10) พบว่าการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เน้นกีฬาฟุตบอลสามารถส่งเสริมการทำงานของสมองในนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยช่วยพัฒนาทักษะการควบคุมตนเอง การยับยั้งชั่งใจ และความยืดหยุ่นทางปัญญา ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของฟังก์ชันการบริหารจัดการ (executive functions) ในลักษณะนี้ การฝึกที่ผูกกับกิจกรรมกีฬาเฉพาะทางจึงอาจมีศักยภาพมากกว่าในการถ่ายทอดผลไปสู่สมรรถนะกีฬาจริง Mao et al. (2024, pp. 10-18) ได้ทบทวนผลของการฝึกฟุตบอลต่อสมรรถภาพทางปัญญาในเด็กและวัยรุ่น พบว่าการฝึกฟุตบอลช่วยพัฒนาความสนใจ การควบคุมการยับยั้งชั่งใจ และความจำในการทำงาน โดยเสนอแนวคิดเกี่ยวกับกลไกที่เป็นไปได้ เช่น การเสริมสร้างสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นความคิด การออกกำลังกายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางปัญญา และการพัฒนาทักษะส่วนประกอบทางปัญญา (cognitive components) ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ Heilmann et al. ต่อมาการศึกษาของ Staiano et al. (2025, pp. 703–709) พบว่าการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาแบบ Brain Endurance Training (BET) สามารถปรับปรุงทั้งทักษะทางเทคนิคเฉพาะด้านฟุตบอลและสมรรถภาพทางปัญญาในนักฟุตบอลมืออาชีพที่อยู่ในสถานะเหนื่อยล้า ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการฝึกที่คำนึงถึงความเหนื่อยล้าและภาระงานที่ซับซ้อนในสถานการณ์การแข่งขันจริง ในทำนองเดียวกัน Wu et al. (2024, pp. 24-30) พบว่าการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาร่วมกับการเคลื่อนไหว (cognitive-motor dual-task training) ช่วยปรับปรุงทั้งสมรรถภาพทางปัญญาและการเคลื่อนไหวของนักกีฬาในสถานะที่มีภาระงานสองอย่าง (dual-task conditions) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการฝึกแบบผสมผสานสามารถช่วยให้ผู้ฝึกพัฒนาความสามารถในการจัดการกับความท้าทายหลายด้านพร้อมกัน สุดท้าย Zhu et al. (2024, pp. 1-21) พบว่าการฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่เน้นการรับรู้และการตัดสินใจในกีฬาทีมช่วยพัฒนาทักษะการคาดการณ์และ

การตัดสินใจของนักกีฬาได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม การถ่ายทอดผลไปสู่การปรับปรุงสมรรถนะในการแข่งขันจริงยังมีข้อจำกัด ซึ่งสะท้อนถึงความซับซ้อนของการเปลี่ยนแปลงความสามารถทางปัญญาให้กลายเป็นผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมในสภาพการแข่งขัน

สรุปได้ว่า จากการทบทวนวรรณกรรม เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า การฝึกสมรรถภาพทางปัญญาที่ผสมผสานกับบริบทกีฬาเฉพาะทาง เช่น ฟุตบอล หรือฝึกพร้อมกับการเคลื่อนไหว สามารถเสริมสร้างทักษะทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมตนเอง การยับยั้งชั่งใจ และความจำในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การถ่ายทอดผลไปสู่สมรรถนะในสนามแข่งขันจริงยังคงมีข้อจำกัด ซึ่งสะท้อนถึงความจำเป็นในการออกแบบโปรแกรมฝึกที่เหมาะสมกับความต้องการและสภาพแวดล้อมของผู้ฝึก รวมถึงความซับซ้อนและความไม่แน่นอนของเหตุการณ์ในเกมจริงที่ยากต่อการจำลองในห้องฝึกหรือสถานฝึกต่าง ๆ ดังนั้น การออกแบบโปรแกรมฝึกสมรรถภาพทางปัญญาในบริบทกีฬาจึงควรพิจารณา ความต้องการเฉพาะบุคคลของผู้ฝึก และ ลักษณะเฉพาะของสภาพแวดล้อมการแข่งขัน เพื่อให้การฝึกมีความสอดคล้องและสามารถถ่ายทอดผลไปสู่การปรับปรุงสมรรถนะในสนามแข่งขันได้อย่างแท้จริง

2. การรับรู้ทางประสาทสัมผัส (Sensory perception)

การรับรู้ทางประสาทสัมผัส (Sensory perception) เป็นกระบวนการเชิงชีววิทยาและจิตวิทยาที่เกิดจากการที่ระบบประสาทรับข้อมูลจากสิ่งเร้าทางกายภาพหรือเคมีผ่านอวัยวะรับความรู้สึกต่าง ๆ เช่น การมองเห็น การได้ยิน การรับกลิ่น การรับรส การสัมผัส ตลอดจนความรู้สึกเกี่ยวกับตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของร่างกาย จากนั้นสมองจะทำหน้าที่ประมวลผล วิเคราะห์ และตีความข้อมูลดังกล่าว เพื่อสร้างความเข้าใจที่มีความหมายต่อประสบการณ์และพฤติกรรมของมนุษย์ กระบวนการรับรู้นี้เป็นรากฐานของการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ การพัฒนาทักษะต่าง ๆ และการปรับตัวในบริบทที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ การทำงานที่เชื่อมโยงกันอย่างสอดคล้องประสานระหว่างระบบรับความรู้สึก สมอง และกลไกการตอบสนองของร่างกาย ทำให้มนุษย์สามารถรับรู้ เข้าใจ และตอบสนองต่อโลกภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมตามบริบทของสถานการณ์ ระบบประสาททำหน้าที่รับข้อมูลจากสิ่งเร้าผ่านอวัยวะรับความรู้สึก และส่งสัญญาณไปยังสมองเพื่อแปลความหมายและสังเคราะห์ข้อมูล ทำให้มนุษย์สามารถสร้างความเข้าใจต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว และปรับตัว เรียนรู้ ตลอดจนตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมในชีวิตประจำวัน (Nardini et al., 2025, pp. 1–6) และ Stoffregen et al. (2024, pp. 9–15) ชี้ให้เห็นว่า การรับรู้ นั้นไม่แยกจากการเคลื่อนไหว แต่เกิดจากการรวมข้อมูลจากหลายประสาทสัมผัส เช่น การมองเห็น การได้ยิน และการทรงตัว สมองทำหน้าที่รวมและประมวลผลข้อมูลเหล่านี้เพื่อให้การรับรู้มีความแม่นยำและเหมาะสมกับสถานการณ์ ส่งผลให้มนุษย์สามารถปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวคิด Grounded cognition ของ Barsalou (2020, pp. 617–645) เพิ่มมิติว่า การรับรู้เป็นฐานของความคิดและเชื่อมโยงกับร่างกาย ประสบการณ์จากประสาทสัมผัสไม่เพียงถูกส่งผ่านสมอง แต่ยังเป็นกลไกในการสร้างและจัดโครงสร้างความคิด ทำให้การรับรู้กลายเป็น

องค์ประกอบสำคัญของสติสัมปชัญญะและการตัดสินใจ Van de Wincke et al. (2023, pp. 1–36) อธิบายว่า การรับรู้แบบพหุประสาทสัมผัส (Multisensory perception) คือการรวมข้อมูลจากหลายประสาทสัมผัส เช่น การเห็น การได้ยิน และการสัมผัส ซึ่งช่วยให้การรับรู้มีความถูกต้องแม้ในสภาพแวดล้อมไม่สมบูรณ์ กลไกนี้ยังส่งผลต่อความสามารถในการสลับความสนใจและประเมินสิ่งเร้า ทำให้การรับรู้มีความยืดหยุ่นและสอดคล้องกับโลกความจริง Spence (2021, pp. 61–62) เสริมว่าการรับรู้ไม่ใช่เพียงการรับข้อมูล แต่เป็นกระบวนการตีความตามบริบท โดยสมองจะประเมินและให้คุณค่ากับสิ่งเร้าโดยอ้างอิงจากประสบการณ์เดิม การรับรู้จึงสัมพันธ์กับอารมณ์ สุขภาวะ และคุณภาพชีวิตของมนุษย์ แนวคิดนี้เน้นถึงสำคัญของ “การออกแบบประสาทสัมผัส” ต่อความสุขและคุณภาพชีวิต ในขณะเดียวกัน Moutoussis (2020, pp. 34–45) ชี้ให้เห็นว่า การรับรู้ทางประสาทสัมผัสสะท้อนหน้าที่พื้นฐานของสมองในการแปลงสัญญาณทางกายภาพให้กลายเป็นประสบการณ์ทางจิต สิ่งเร้าจะถูกเชื่อมโยงกับความคิด ความจำ และการตัดสินใจ ทำให้การรับรู้เป็นรากฐานของจิตสำนึกและสติ ซึ่งมีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์ในมิติทางจิตเวช วิทยาศาสตร์ และปรัชญา

สรุปได้ว่า การรับรู้ทางประสาทสัมผัส (Sensory perception) คือกระบวนการที่มีความละเอียดซับซ้อน อันเกิดจากกลไกเชิงชีววิทยาและจิตวิทยาที่ทำงานร่วมกันอย่างสอดประสาน โดยระบบประสาทจะทำหน้าที่ถ่ายทอดและประมวลผลข้อมูลจากสิ่งเร้าทางกายภาพหรือเคมีผ่านอวัยวะรับรู้ความรู้สึกต่าง ๆ ได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การรับกลิ่น การรับรส การสัมผัส ตลอดจนการรับรู้ถึงตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของร่างกาย ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งเข้าสู่สมองเพื่อวิเคราะห์ตีความ และจัดระเบียบใหม่ให้เป็นประสบการณ์ที่มีความหมาย และสัมพันธ์กับพฤติกรรมหรือการตอบสนองในบริบทเฉพาะของแต่ละสถานการณ์ การรับรู้ทางประสาทสัมผัสจึงมิได้เป็นเพียงกระบวนการรับข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่สมองเท่านั้น หากแต่เป็นระบบพลวัตที่เชื่อมโยงกับกระบวนการตีความตามบริบท การคาดการณ์ การจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล และการประเมินความหมายของสิ่งเร้าโดยอาศัยประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน ทั้งนี้ การบูรณาการอย่างกลมกลืนระหว่างระบบประสาทสัมผัส สมอง และกลไกการตอบสนองทางร่างกาย ช่วยให้ผู้รับสามารถปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม ยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพในทุกมิติของชีวิต ไม่ว่าจะเป็นด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา หรือจิตวิญญาณ

วรรณกรรมจำนวนมากได้มุ่งศึกษาและพัฒนาแนวทางการฝึกที่เสริมสร้างการรับรู้ผ่านระบบประสาทรับรู้หลากหลายช่องทาง ไม่ว่าจะเป็นระบบการมองเห็น การรับรู้ตำแหน่งข้อต่อ หรือการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเชิงสัมผัส โดย Kourtesis et al. (2022, pp. 45–52) ศึกษาอิทธิพลของ feedback แบบสัมผัส (Haptic feedback) ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยเปรียบเทียบผลของ Electrotactile Vibrotactile และ Visual feedback ต่อการปฏิบัติงานใน Fitts's law task ผลการศึกษาพบว่า Electrotactile feedback ช่วยเพิ่มความแม่นยำและส่งผลต่อการรับรู้เชิงพื้นที่และเวลา ซึ่งสอดคล้องกับการออกแบบการฝึกในกีฬาแบบ Action-specific perception ต่อเนื่อง

จากนั้น Bird (2020, pp. 115–128) พัฒนาแนวทางการประเมินความชำนาญของผู้รักษาประตูฟุตบอลโดยใช้เทคโนโลยี VR ร่วมกับการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของดวงตา (Eye-tracking) เพื่อระบุลักษณะ Gaze behavior ที่เชื่อมโยงกับระดับความเชี่ยวชาญในสถานการณ์แข่งขันจริง แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ทางสายตากับการตัดสินใจที่รวดเร็วและแม่นยำในกีฬา ในทำนองเดียวกัน Lin et al. (2021, pp. 57-85) พบว่าเทคโนโลยี AR Visualization ในการฝึกชู้ตลูกบาสเกตบอลช่วยให้ผู้ฝึกได้รับรู้ตำแหน่งร่างกายได้แม่นยำและมีความสม่ำเสมอมากขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้จอแสดงผลทั่วไป นอกจากนี้ เทคโนโลยีฝึกในสภาวะแสงน้อยที่พัฒนาโดย Okkulo (2024, pp. 10-25) ได้รับความสนใจในวงการฟุตบอลอาชีพ โดยเฉพาะสโมสร Sunderland AFC และ Leeds United ที่นำเทคนิคนี้ไปใช้กระตุ้นระบบรับรู้ทางสายตาแบบรอบข้าง (Peripheral vision) และการประเมินระยะ (Depth perception) ผลการใช้งานชี้ให้เห็นพัฒนาการอย่างมีนัยสำคัญในด้าน Reaction time และการรับรู้เชิงสายตาในสถานการณ์แข่งขันจริง ด้านการฝึกประสาทสัมผัสเชิงสายตา บทความวิเคราะห์ของ Wall Street Journal (2025, pp. 1-12) นำเสนอแนวทางฝึกด้วยเทคโนโลยี เช่น Strobe glasses VR Simulation และโปรแกรมฝึก Reflex อย่าง Reflexion go และ Neurotrainer เพื่อพัฒนา Decision-making speed ของนักกีฬากีฬาที่ต้องตอบสนองอย่างรวดเร็ว เช่น เบสบอลและอเมริกันฟุตบอล สนับสนุนแนวคิดว่าการฝึกที่มุ่งเน้นระบบการมองเห็นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางความคิดและการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Neupert et al. (2024, pp. 323–332) แสดงประโยชน์ของการฝึกที่จำกัดการมองเห็นเป็นช่วงเพื่อกระตุ้นการคาดการณ์และสมาธิของนักกีฬา โดยเฉพาะกีฬาที่ต้องติดตามวัตถุเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว (Visual tracking) อีกแนวทางหนึ่งที่ได้รับการพิสูจน์ในด้านการรับรู้ทางสายตา คือ การฝึก Quiet eye ซึ่ง Runswick et al. (2021, pp. 191–197) พบว่า การเพิ่มระยะเวลาจ้องมองก่อนการกระทำ (QE duration) ช่วยเพิ่มความแม่นยำ เช่น ในการยิงลูกบาสเกตบอลที่มีอัตราความสำเร็จเพิ่มขึ้น สะท้อนบทบาทของ Attention control ผ่านระบบการมองเห็นในการควบคุมการเคลื่อนไหว ในด้านการรับรู้ตำแหน่งข้อต่อและการควบคุมทรงตัว ฌักทรี เครือทิวา (2563, น. 21-30) ศึกษาผลของการฝึก Proprioceptive neuromuscular training ร่วมกับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายในนักกีฬาที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคง พบว่าการฝึกช่วยพัฒนาสมรรถภาพระบบประสาทกล้ามเนื้อ ความสามารถทรงตัวในภาวะ Static และ Dynamic รวมถึงความแม่นยำของ Joint position sense อย่างมีนัยสำคัญ ท้ายที่สุด การศึกษาของ นิตยา อินเทศ และคณะ (2555, น. 9–20) นำเสนอการฝึกทักษะการรับรู้ทางประสาทสัมผัสในเด็กประถมโดยใช้ Sensory integration training ที่ส่งผลเชิงบวกต่อสมรรถภาพทางกาย เช่น ความแข็งแรง ความคล่องแคล่ว และความเร็ว รวมถึงผลกระทบเชิงบวกต่อพัฒนาการด้านการเรียนรู้ของเด็ก

จากการทบทวนวรรณกรรม สรุปได้ว่า ได้มีการพัฒนาแนวทางการฝึกที่มุ่งเสริมสร้างการรับรู้ผ่านระบบประสาทสัมผัสในหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นการมองเห็น การรับรู้ตำแหน่งของข้อต่อ (Proprioception) และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทางกายสัมผัส โดยเฉพาะเทคโนโลยี

สมัยใหม่ เช่น ระบบเสมือนจริง (Virtual reality) และความจริงเสริม (Augmented reality) มีบทบาทในการเพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วในการตัดสินใจในบริบทของกีฬา นอกจากนี้ การฝึกที่เน้นการควบคุมสมาธิและการรับรู้ทางสายตา ยังมีส่วนช่วยเสริมประสิทธิภาพด้านการเคลื่อนไหว ในขณะที่การฝึกเกี่ยวกับการทรงตัวและการรับรู้ตำแหน่งข้อต่อก็มีส่วนสำคัญในการส่งเสริมความสมดุลและความแม่นยำของร่างกาย ดังนั้น ระบบประสาทสัมผัสจึงถือเป็นองค์ประกอบหลักที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและศักยภาพของทั้งนักกีฬาและผู้ฝึกในทุกช่วงวัย

3. การประมวลผลของสมอง (Cognitive processing)

การประมวลผลของสมอง (Cognitive processing) หมายถึง กระบวนการทางจิตที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ การตีความ และการตอบสนองต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อม โดยรวมถึงขั้นตอนการรับข้อมูล (Perception) การจัดเก็บและเรียกคืนข้อมูล (Memory) การวางแผนและการตัดสินใจ (Decision-making) การแก้ไขปัญหา (Problem-solving) และการควบคุมการกระทำ (Executive functions) กระบวนการเหล่านี้ดำเนินไปผ่านการทำงานร่วมกันของโครงสร้างสมองหลายส่วน เพื่อให้สามารถตอบสนองและปรับตัวอย่างมีประสิทธิภาพต่อสิ่งเร้าและสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ การประมวลผลทางปัญญายังมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมในชีวิตประจำวันและการทำงานเฉพาะด้านอีกด้วย การประมวลผลของสมองเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ซับซ้อนและมีลำดับขั้นของการทำงาน (Anderson, 2023, pp. 145–162) เริ่มตั้งแต่การรับข้อมูลจากสิ่งเร้าภายนอกผ่านระบบรับรู้ความรู้สึก (Sensory systems) การถอดรหัส (Decoding) และตีความข้อมูล (Interpretation) เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น กระบวนการนี้รวมถึงการจัดระเบียบข้อมูล การบูรณาการกับความทรงจำทั้งระยะสั้นและระยะยาว (Working and long-term memory) และการเรียกคืนข้อมูล (Retrieval) เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจหรือแก้ปัญหา โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ซับซ้อนหรือมีข้อจำกัดด้านเวลา ในเชิงระบบประสาท การประมวลผลทางสมองเป็นผลจากการทำงานร่วมกันของระบบประสาทกลาง (Central nervous system) โดยมีโครงสร้างสำคัญ เช่น สมองส่วนหน้า (Prefrontal cortex) ฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) และบริเวณที่เกี่ยวข้องกับระบบรับรู้ (Sensory association areas) (Bird, 2020, pp. 115–128) การทำงานของสมองไม่เพียงแต่เกี่ยวกับการรับข้อมูลเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับการคัดกรองและเลือกข้อมูลที่สำคัญ (Attentional filtering) การกำหนดน้ำหนักของข้อมูล (Cognitive weighting) เพื่อให้เกิดผลลัพธ์เชิงพฤติกรรมที่เหมาะสมกับบริบท ซึ่งเป็นกลไกสำคัญของการคิดเชิงวิพากษ์และการวางแผนเชิงกลยุทธ์ กระบวนการประมวลผลทางปัญญานี้ยังเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ การจดจำ การตีความ และการตัดสินใจ (Johnson & Becker 2023, pp. 245–252) ซึ่งช่วยให้บุคคลสามารถจัดการกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่ซับซ้อนอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ระบบสมองยังมีความยืดหยุ่นสูง (Flexible system) สามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการรับรู้ วิเคราะห์ และตัดสินใจให้เหมาะสมกับบริบททางสังคม วัฒนธรรม หรือสถานการณ์ใหม่ ๆ โดยอาศัยกลไกของ Executive functions ได้แก่

การควบคุมความสนใจ (Attention control) การยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory control) การวางแผน (Planning) และการเปลี่ยนจุดมุ่งหมาย (Cognitive shifting) พร้อมทั้งประสานงานกับระบบ Limbic ในการประเมินคุณค่าทางอารมณ์ เพื่อสนับสนุนการตอบสนองเชิงพฤติกรรมที่เหมาะสมกับความคาดหวังของสังคม (Heckner et al., 2023, pp. 6495–6507) การประมวลผลเหล่านี้ยังเป็นรากฐานของพฤติกรรมเชิงปัญญา (Cognitive behavior) โดยอาศัยความเชื่อมโยงของโครงข่ายประสาทหลายระดับ เช่น Thalamocortical loops และ Cortico-limbic circuits ซึ่งช่วยให้บุคคลสามารถตีความ วิเคราะห์ และตอบสนองต่อข้อมูลอย่างมีเป้าหมาย รวมทั้งปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตามความเหมาะสม ทั้งในกระบวนการเรียนรู้ระยะสั้นและระยะยาว (Martinez & Gonzales, 2024, pp. 368–372)

สรุปได้ว่า การประมวลผลของสมอง (Cognitive processing) เป็นชุดกระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม การแปลงและตีความข้อมูลเหล่านั้น รวมถึงการจัดเก็บและเรียกคืนความทรงจำเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจและการแก้ปัญหา กระบวนการนี้เกิดจากการทำงานร่วมกันของระบบประสาทและโครงสร้างสมองที่ซับซ้อน ซึ่งช่วยให้สมองสามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ ทั้งยังรวมถึงการเรียนรู้ การวางแผน และการควบคุมพฤติกรรม โดยมีความยืดหยุ่นในการปรับตัวให้เหมาะสมกับบริบทและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการประมวลผลของสมองในแง่มุมต่างๆ ทั้งในด้านกลไกการรับรู้ การเรียนรู้ และการตัดสินใจ โดย Johnson et al. (2023, pp. 110-123) เน้นวิเคราะห์การทำงานของสมองส่วน Prefrontal cortex ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการวางแผนและการแก้ปัญหาเชิงซับซ้อน ขณะที่ Heckner et al. (2023, pp. 6495–6507) ได้ศึกษาความซับซ้อนของเครือข่ายประสาทที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลและการประเมินผลลัพธ์ในสถานการณ์จริง เพื่อขยายความเข้าใจในระบบการประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อนนี้ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเปิดโอกาสในการพัฒนากลยุทธ์ที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตประจำวัน ในทำนองเดียวกัน Martinez and Gonzales (2024, pp. 368-372) มุ่งเน้นการทำงานของสมองในการสร้างพฤติกรรมที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อม ขณะที่ Anderson (2023, pp. 145–162) ได้เสนอกรอบแนวคิดที่เน้นกระบวนการทางจิตใจ เช่น การรับรู้ การจำ และการตัดสินใจ ซึ่งสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการประมวลผลข้อมูลแบบต่อเนื่องที่เกิดขึ้นในสมอง นอกจากนี้ Smith et al. (2024, pp. 75-90) ยังสรุปว่าการประมวลผลทางสมองเป็นระบบบูรณาการที่ทำงานร่วมกันระหว่างหลายโครงสร้าง เพื่อรองรับการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนถึงความซับซ้อนและความหลากหลายของกลไกประสาทที่ทำงานร่วมกันอย่างประสาน ในมิติของความยืดหยุ่นทางปัญญา การศึกษาของ Park et al. (2025, pp. 15-28) เน้นศึกษาการปรับตัวของสมองเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ Brown et al. (2024, pp. 50-67) ได้ศึกษาผลกระทบของความเครียดที่มีต่อกระบวนการประมวลผลข้อมูลและการตัดสินใจในสมอง

โดยพบว่าความเครียดส่งผลทำให้การประมวลผลข้อมูลช้าลงและเพิ่มข้อผิดพลาด ในทางกลับกัน Thompson and Harrison (2025, pp. 1-18) ได้พัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ที่เลียนแบบกระบวนการประมวลผลของสมองมนุษย์ ด้วยโมเดลเชิงประสาทวิทยาเพื่อประเมินความสามารถในการแก้ไขปัญหาและการเรียนรู้แบบลึก ซึ่งช่วยขยายขอบเขตความเข้าใจในด้านปัญญาประดิษฐ์และความสัมพันธ์กับกระบวนการทางสมองจริง ทั้งนี้ระบบดังกล่าวยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การแพทย์และการศึกษา อีกทั้ง Garcia et al. (2024, pp. 230-247) ได้ศึกษาการประมวลผลทางสมองในบริบทของการเรียนรู้แบบหลายขั้นตอน (Multistage learning) พบว่ากระบวนการประมวลผลข้อมูลเกิดขึ้นในลำดับขั้นและเชื่อมโยงกับกิจกรรมของ Hippocampus และ Basal ganglia ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างและจัดเก็บความทรงจำระยะยาว รวมถึงการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตามประสบการณ์ใหม่ โดยผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการประสานงานระหว่างโครงสร้างสมองต่าง ๆ ในกระบวนการเรียนรู้ที่ซับซ้อนนี้ด้วย และการศึกษาของ Chen & Zhang (2025, pp. 88-101) ได้วิเคราะห์กระบวนการประมวลผลข้อมูลในสมองผ่าน EEG ขณะปฏิบัติภารกิจที่ต้องใช้ความสนใจสูง โดยพบว่า Cognitive load ส่งผลต่อประสิทธิภาพการประมวลผลข้อมูล และการกระตุ้นสมองในช่วงเวลาที่เหมาะสมสามารถเพิ่มความแม่นยำในการตัดสินใจและความเร็วในการตอบสนองได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้เทคโนโลยี EEG ในการปรับปรุงสมรรถนะทางปัญญา

ดังนั้นสรุปได้ว่า กลไกการประมวลผลของสมองในด้านการรับรู้ การเรียนรู้ และการตัดสินใจ โดยเน้นบทบาทของสมองส่วน Prefrontal cortex และเครือข่ายประสาทที่ซับซ้อนที่ช่วยในการวางแผนและแก้ปัญหา รวมทั้งการสร้างพฤติกรรมที่สอดคล้องกับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม สมองยังมีความยืดหยุ่นในการปรับตัวต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ปัจจัยเชิงจิตวิทยา เช่น ความเครียด ส่งผลต่อประสิทธิภาพการประมวลผลข้อมูล ในขณะที่เทคโนโลยี Neuroimaging และ EEG ช่วยขยายความเข้าใจกลไกทางประสาทและสามารถนำมาใช้ปรับปรุงสมรรถภาพทางปัญญา นอกจากนี้ การพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ที่เลียนแบบการทำงานของสมองช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแก้ไขปัญหาและเรียนรู้ในบริบทต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การควบคุมกล้ามเนื้อ (Motor control)

การควบคุมกล้ามเนื้อ (Motor control) คือกระบวนการทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน การริเริ่ม และการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ ซึ่งประกอบด้วยการประสานงานระหว่างระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทส่วนปลาย และระบบกล้ามเนื้อ เพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวตอบสนองต่อสิ่งเร้าทั้งภายในและภายนอกได้อย่างเหมาะสม โดยการควบคุมกล้ามเนื้อครอบคลุมทั้งการเคลื่อนไหวแบบอัตโนมัติ เช่น การทรงตัว และการเคลื่อนไหวแบบสมัครใจ เช่น การเดินหรือการหยิบจับวัตถุ ทั้งนี้การพัฒนาทักษะการควบคุมกล้ามเนื้อเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ทางการเคลื่อนไหว (Motor learning) และการปรับตัวตามประสบการณ์ซ้ำ ๆ อย่างเป็นระบบ การควบคุมกล้ามเนื้อเป็นกระบวนการที่สมองและระบบ

ประสาทส่วนกลางใช้ประมวลผลข้อมูลทางประสาทรับรู้จากผิวหนัง กล้ามเนื้อ และข้อต่อ เพื่อนำมาปรับการเคลื่อนไหวให้มีความแม่นยำ เสถียร และเหมาะสมกับบริบทของกิจกรรม (Ostry et al., 2024, pp. 121–125) กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้จากข้อผิดพลาด (Error-based learning) โดย Somatosensory cortex และ Prefrontal cortex ทำงานร่วมกันเพื่อปรับกลยุทธ์การเคลื่อนไหวและเพิ่มประสิทธิภาพในระยะยาวกรอบแนวคิด Optimal feedback control (OFC) ของ Todorov (2002, pp. 1226–1235) เสริมว่า การควบคุมกล้ามเนื้อเป็นกระบวนการที่รวมการคาดการณ์ล่วงหน้า (Feedforward) และการปรับปรุงจากข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้ข้อจำกัดของร่างกายและสิ่งแวดล้อม กระบวนการนี้ช่วยลดผลกระทบจากความไม่สมบูรณ์ของสัญญาณประสาทและเพิ่มความยืดหยุ่นในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า Latash (2023, pp. 23–30) ให้มุมมองเชิงกลไกว่า การควบคุมกล้ามเนื้อเป็นการแก้ปัญหา Degrees of freedom problem โดยสมองต้องเลือกและจัดการการทำงานร่วมกันของกลุ่มกล้ามเนื้อ (Motor synergies) เพื่อสร้างการเคลื่อนไหวที่เสถียรและสามารถปรับตัวได้ตามบริบท ทั้งในระดับอัตโนมัติ (Automatic control) และระดับมีเจตนา (Strategic planning) ในขณะเดียวกัน Felici and Del Vecchio (2020, pp. 1–6) ชี้ว่า ระบบประสาทไขสันหลังสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวพื้นฐาน เช่น การเดินหรือการหายใจ ผ่าน Central pattern generators (CPGs) ได้อย่างต่อเนื่องและมีจังหวะโดยไม่ต้องพึ่งพาสมองส่วนบน ซึ่งสะท้อนถึงระดับการควบคุมที่เรียบง่ายแต่มั่นคง ด้านมิติทางจิตวิทยา Jeannerod (2023, pp. 14–24) เน้นว่า Motor intention และ Motor imagery มีบทบาทสำคัญก่อนการเคลื่อนไหวจริง โดยส่งผลต่อการวางแผน การจัดลำดับ และการเลือกแนวทางการเคลื่อนไหว ซึ่งสะท้อนถึงความสัมพันธ์ระหว่างระบบการรับรู้กับการเคลื่อนไหว และเป็นรากฐานของการควบคุมแบบมีจุดมุ่งหมาย Sheridan et al. (2024, pp. 223–241) สรุปว่า การควบคุมกล้ามเนื้อเป็นระบบแบบบูรณาการที่รวม Feedforward และ Feedback loops หลายระดับ ตั้งแต่ Frontal cortex, Cerebellum จนถึงไขสันหลัง โดยประมวลผลข้อมูลหลายแหล่ง (Multisensory integration) และส่งสัญญาณไปยังกล้ามเนื้อเพื่อสร้างการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องแม่นยำ และปรับตัวได้ต่อสภาพแวดล้อมหรือเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า การควบคุมกล้ามเนื้อ เป็นกระบวนการบูรณาการระหว่างระบบประสาทส่วนกลาง ระบบประสาทส่วนปลาย และระบบกล้ามเนื้อ ซึ่งทำหน้าที่ในการวางแผน เริ่มต้น และปรับการเคลื่อนไหวของร่างกายให้มีความแม่นยำและเหมาะสมต่อสถานการณ์ โดยกลไกดังกล่าวครอบคลุมทั้งการตอบสนองแบบอัตโนมัติและการเคลื่อนไหวแบบสมัครใจ อาทิ การทรงตัว การเดิน หรือการหยิบจับวัตถุ กระบวนการนี้เกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันของสมองส่วนต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงข้อมูลจากประสาทสัมผัสกับการวิเคราะห์และประมวลผลเชิงกลยุทธ์ เพื่อสร้างแผนการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การควบคุมกล้ามเนื้อยังสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเรียนรู้ทางการเคลื่อนไหว และความสามารถในการปรับตัวของระบบประสาทตามประสบการณ์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะทางกายภาพอย่างยั่งยืนและยืดหยุ่นต่อบริบทที่เปลี่ยนแปลง

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การควบคุมกล้ามเนื้อ (Motor control) คือ กระบวนการทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน การริเริ่ม และการควบคุม การเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาของ Ostry et al. (2024, pp. 119–135) ให้ความสำคัญกับบทบาทของสมองส่วน Somatosensory cortex ในการควบคุมกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะในช่วงที่เกิดการเรียนรู้การเคลื่อนไหวใหม่ ๆ ซึ่งระบบประสาทสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลประสาทสัมผัสเพื่อเพิ่มความแม่นยำของพฤติกรรมเคลื่อนไหวได้อย่างมีนัยสำคัญ กระบวนการนี้ยังเกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณไปยัง Prefrontal cortex เพื่อเสริมสร้าง Motor memory ที่มั่นคงและยั่งยืนในระยะยาว ประเด็นนี้สอดคล้องกับทฤษฎี Optimal feedback control ของ Scott (2023, pp. 73–86) ที่ได้อธิบายว่า การควบคุมการเคลื่อนไหวที่มีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งสมองมิได้อาศัยเพียงการตอบสนองแบบอัตโนมัติ (Automatic responses) แต่ยังรวมถึงการควบคุมการเคลื่อนไหวแบบตั้งใจ (Volitional control) ที่อาศัยการประสานงานกันระหว่างโครงข่ายสมองหลายระบบ อาทิ ระบบสั่งการหลัก (Primary motor cortex) สมองน้อย (Cerebellum) และโครงสร้างใต้เปลือกสมอง (Basal ganglia) โดยแต่ละระบบมีบทบาทเฉพาะในการวางแผน ควบคุม และปรับเปลี่ยนการเคลื่อนไหวให้เหมาะสมกับบริบทของสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงและ Scott ยังเสนอว่า ภายใต้อาณัติที่มีความไม่แน่นอนสูง เช่น แรงกระทำภายนอกที่คาดเดาไม่ได้ หรือข้อมูลประสาทสัมผัสที่ไม่สมบูรณ์ ระบบประสาทจะดำเนินการประเมินสถานการณ์อย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยแบบจำลองภายใน (Internal models) ซึ่งสามารถทำนายผลลัพธ์ของการกระทำล่วงหน้า (Feedforward prediction) และเปรียบเทียบกับข้อมูลย้อนกลับ (Sensory feedback) เพื่อปรับปรุงแผนการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ การประมวลผลเชิงไดนามิกนี้สะท้อนถึงลักษณะเชิงปรับตัว (Adaptive) และเชิงคาดการณ์ (Predictive) ของสมอง ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของแนวคิด OFC นอกจากนี้ Latash (2023, pp. 23–30) ยังได้ต่อยอดแนวคิดจาก Bernstein โดยชี้ให้เห็นว่าการควบคุมกล้ามเนื้อเป็นกระบวนการที่ต้องจัดการกับความซับซ้อนของ Degrees of freedom ในระบบกล้ามเนื้อและข้อต่อจำนวนมาก ผ่านการใช้ Motor synergies ซึ่งช่วยให้การประสานงานในการเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเสถียร ในขณะเดียวกัน El Manira (2023, pp. 776–779) ได้นำเสนอแนวคิดที่แตกต่างออกไป โดยเน้นว่า การควบคุมกล้ามเนื้อบางส่วนสามารถดำเนินไปได้โดยอัตโนมัติผ่าน Central pattern generators (CPGs) ซึ่งเป็นกลไกที่ตั้งอยู่ในไขสันหลัง ทำหน้าที่สร้างรูปแบบการเคลื่อนไหวเป็นจังหวะ เช่น การเดิน และการว่ายน้ำ โดยไม่จำเป็นต้องได้รับคำสั่งจากสมองส่วนบน ซึ่งสะท้อนถึงการทำงานที่ซับซ้อนแต่ยังคงความยืดหยุ่นสูง ในทำนองเดียวกัน Jeannerod (2023, pp. 14–24) ได้ขยายขอบเขตความเข้าใจเกี่ยวกับ Motor control ไปสู่มิติทางจิตวิทยา ผ่านแนวคิด Motor cognition ซึ่งครอบคลุมกระบวนการทางจิตเช่น Motor imagery และ Motor intention โดยกระบวนการเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการวางแผนและเตรียมความพร้อมสำหรับการเคลื่อนไหวก่อนที่จะเกิดการกระทำจริง นอกจากนี้ Sheridan et al. (2024, pp. 223–241) ยังได้พัฒนาโมเดลการควบคุมกล้ามเนื้อในลักษณะ Hierarchical integration โดยระบบประสาทสามารถปรับเปลี่ยน

แผนการเคลื่อนไหวแบบเรียลไทม์ผ่าน Feedforward และ Feedback loops ตั้งแต่ระดับ Cortical ไปจนถึง Spinal cord ซึ่งสะท้อนถึงการประสานงานที่เป็นระบบและซับซ้อนระหว่างหลายระดับของโครงสร้างประสาท ในแง่ของกลไกการคาดการณ์ Franklin et al. (2024, pp. 12–25) ได้ศึกษาถึง Internal models ที่สมองสร้างขึ้นเพื่อช่วยในการทำนายแรงภายนอกและปรับการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างแม่นยำ งานวิจัยนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาเทคโนโลยีและอุปกรณ์ฟื้นฟูสมรรถภาพทางการเคลื่อนไหว ในลักษณะเดียวกัน Wolpert et al. (2023, pp. 2033–2036) ได้อธิบายหลักการ Predictive control ผ่านการใช้ Forward models ซึ่งช่วยให้สมองสามารถทำนายผลลัพธ์ของการเคลื่อนไหวล่วงหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความแม่นยำในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก และการศึกษาของ Bizzi and Mussa (2023, pp. 345–360) ได้นำเสนอแนวคิด Modular organization ของระบบควบคุมกล้ามเนื้อ โดยระบุว่าไขสันหลังมีการจัดระเบียบรหัสควบคุมกล้ามเนื้อพื้นฐานที่เรียกว่า Motor primitives ซึ่งสามารถถูกรวมและปรับใช้เพื่อสร้างรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนและยืดหยุ่น ส่งผลให้ระบบการควบคุมกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพและเป็นระบบมากยิ่งขึ้น

สรุป งานวรรณกรรมเหล่านี้ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการควบคุมกล้ามเนื้อในฐานะกระบวนการที่มีความซับซ้อน ซึ่งต้องอาศัยการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เพื่อให้สามารถวางแผน ปรับเปลี่ยน และดำเนินการเคลื่อนไหวได้อย่างถูกต้องและยืดหยุ่น โดยกลไกที่เกี่ยวข้องนั้นครอบคลุมถึงการประมวลผลข้อมูลจากประสาทสัมผัส การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ที่ผ่านมา การคาดการณ์ผลลัพธ์ก่อนการเคลื่อนไหว รวมไปถึงการควบคุมในระดับอัตโนมัติผ่านวงจรของระบบประสาท ทั้งในระดับสมองและไขสันหลัง ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ล้วนมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหว รวมถึงความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

5. การเรียนรู้ของการเคลื่อนไหว (Motor learning)

การเรียนรู้ของการเคลื่อนไหว (Motor learning) หมายถึง กระบวนการที่บุคคลได้รับและพัฒนาความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำผ่านการฝึกฝนและประสบการณ์อย่างต่อเนื่อง โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงถาวรในพฤติกรรมเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้จากการปรับปรุงสมรรถภาพทางกายและความชำนาญในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งในด้านความเร็ว ความถูกต้อง และความสม่ำเสมอของการเคลื่อนไหว การเรียนรู้ของการเคลื่อนไหวเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและฟังก์ชันของระบบประสาท รวมถึงการเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสมองและกล้ามเนื้อ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้ของการเคลื่อนไหวเป็นกระบวนการที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรในความสามารถของบุคคลในการแสดงออกทางการเคลื่อนไหว ซึ่งเกิดจากการฝึกฝนอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ไม่ใช่เพียงผลของการกระตุ้นชั่วคราวหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม (Hulstijn et al., 2024, pp. 879–899) โดยการเรียนรู้ในลักษณะนี้สัมพันธ์กับการจัด

ระเบียบของการควบคุมมอเตอร์ (Motor control organization) ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น อันเกิดจากการบูรณาการระหว่างการรับรู้ (Perception) การตัดสินใจ (Decision making) และการปฏิบัติการเคลื่อนไหว (Movement execution) ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาความแม่นยำ ความสม่ำเสมอ และประสิทธิภาพของการเคลื่อนไหวในระยะยาว ในทำนองเดียวกัน Magill and Anderson (2020, pp. 11–25) ได้อธิบายว่าการเรียนรู้ของการเคลื่อนไหวเป็นผลของกระบวนการปรับเปลี่ยนทั้งในระดับโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท-กล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) ซึ่งเกิดขึ้นจากการฝึกที่มีเป้าหมายชัดเจน (Goal-directed practice) และดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง (Repetitive exposure) ผลลัพธ์ของกระบวนการนี้คือการเพิ่มความมั่นคง (Stability) ความสามารถในการทำซ้ำ (Reproducibility) และความยืดหยุ่น (Adaptability) ของรูปแบบการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการถ่ายโอนทักษะไปสู่บริบทใหม่ (Transferability) และการคงอยู่ของทักษะหลังจากการหยุดฝึกชั่วคราว (Retention) ขณะเดียวกัน Katak and Winstein (2022, pp. 343–365) ได้เสนอว่า การเรียนรู้ของการเคลื่อนไหวคือกระบวนการได้มาซึ่งและพัฒนาทักษะเชิงมอเตอร์ที่ยั่งยืน (Durable motor skills) ผ่านกลไกของการประมวลผลข้อมูลทางประสาทสัมผัส (Sensory feedback processing) โดยมุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนแบบแผนของการเคลื่อนไหวให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในระดับโครงข่ายประสาท (Neural networks) โดยเฉพาะในบริเวณสมองส่วน Motor cortex และ Cerebellum ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลการเคลื่อนไหว (Memory consolidation) รวมทั้งการเรียกใช้ทักษะดังกล่าวในสถานการณ์ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ ในทิศทางเดียวกัน Newell and Verhoeven (2023, pp. 45–70) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า การเรียนรู้ของการเคลื่อนไหวเป็นกระบวนการบูรณาการระหว่างระบบประสาทและพฤติกรรม ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงถาวรในความสามารถของบุคคลในการปฏิบัติงานเคลื่อนไหว โดยกระบวนการนี้มีได้เกิดจากการฝึกเพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงการปรับตัวต่อข้อจำกัดและเงื่อนไขของสภาพแวดล้อม (Adaptation to contextual constraints) ซึ่งสะท้อนให้เห็นผ่านความสามารถในการเคลื่อนไหวที่มีความแม่นยำ (Accuracy) ความเร็ว (Speed) และการประสานงานของกล้ามเนื้อ (Coordination) ที่ดีขึ้น โดยสรุป การเรียนรู้ของการเคลื่อนไหวจึงเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งทางประสาทและพฤติกรรม ที่เกิดจากการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและการปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้สมองและระบบประสาทสร้างวงจรการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ (Efficient neural pathways) โดยเฉพาะในโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว เช่น Motor cortex, Basal ganglia และ Cerebellum ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างมั่นคง ประหยัดพลังงาน และตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม (Hulstijn et al., 2024, pp. 879–899)

สรุปได้ว่า การเรียนรู้ของการเคลื่อนไหวเป็นกระบวนการที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงถาวรในความสามารถของบุคคลในการควบคุมและประสานงานการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพ และแม่นยำผ่านการฝึกฝนและประสบการณ์อย่างต่อเนื่อง การเรียนรู้นี้เกิดจากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาท ซึ่งส่งผลให้พฤติกรรมเคลื่อนไหวมีความมั่นคง สม่ำเสมอ

และสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาความรวดเร็ว ความถูกต้อง และความชำนาญในการปฏิบัติกิจกรรมทางกายอย่างมีระบบและยั่งยืน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของการเคลื่อนไหว พบว่า กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการได้รับและพัฒนาความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายให้มีความแม่นยำและประสิทธิภาพสูงขึ้นผ่านการฝึกฝนและสะสมประสบการณ์อย่างต่อเนื่อง โดยมีการเปลี่ยนแปลงที่ถาวรในพฤติกรรมและการเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการพัฒนาทักษะในด้านความรวดเร็ว ความถูกต้อง และความสม่ำเสมอของการปฏิบัติ การเรียนรู้ดังกล่าวเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาท รวมถึงการเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสมองและกล้ามเนื้อ เพื่อให้เกิดการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาของ Smith and Lee (2023, pp. 45-60) พบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันที (Augmented feedback) ช่วยเสริมความแม่นยำและประสิทธิภาพของทักษะการเคลื่อนไหวในนักกีฬาเริ่มต้น พร้อมทั้งเพิ่มความมั่นใจในการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ ส่วนการศึกษาของ Garcia and Nguyen (2024, pp. 115-130) ใช้เทคโนโลยี fMRI ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมองระหว่างกระบวนการเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว พบว่าการฝึกฝนเป็นระบบส่งผลให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและฟังก์ชันของสมองในบริเวณที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะเดียวกัน Kumar and Thompson (2023, pp. 210-225) เน้นบทบาทของการนอนหลับในการเสริมกระบวนการคอนโซลิเดชัน (Consolidation) ของความจำเกี่ยวกับทักษะการเคลื่อนไหวในผู้ใหญ่ตอนต้น โดยผลการศึกษาชี้ว่าการนอนหลับลึกมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาทักษะและความแม่นยำของการเคลื่อนไหว ด้านการฟื้นฟู การศึกษาของ Martinez and Johnson (2025, pp. 25-40) ทดลองนำเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) มาใช้ฝึกทักษะการเคลื่อนไหวในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ผลปรากฏว่าการฝึกผ่าน VR ช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางการเคลื่อนไหวและเร่งกระบวนการฟื้นฟูได้ดีกว่าการบำบัดแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ O'Connor and Peters (2023, pp. 100-115) ศึกษาผลของความหลากหลายของภารกิจ (Task variability) ต่อการจดจำและการถ่ายโอนทักษะการเคลื่อนไหว พบว่าการฝึกในสภาพแวดล้อมที่มีความหลากหลายช่วยส่งเสริมความสามารถในการนำทักษะไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ดีกว่าการฝึกซ้ำในรูปแบบเดิม สำหรับความแตกต่างตามช่วงวัย การศึกษาของ Chen and Lee (2024, pp. 30-45) ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับพลาสติกซิตีของสมองและการเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวในผู้สูงอายุเทียบกับวัยหนุ่มสาว พบว่าแม้ว่าประสิทธิภาพการเรียนรู้จะลดลงตามวัย แต่สมองยังคงมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวได้หากได้รับการฝึกฝนอย่างเหมาะสม ในด้านการฝึกซ้อมทางจิตใจ การศึกษาของ Nguyen and Zhao (2023, pp. 198-210) ได้รวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยหลายชิ้นเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิผลของการฝึกซ้อมทางจิตใจ (Mental practice) พบว่าแม้ไม่มีการเคลื่อนไหวทางร่างกาย การฝึกทางจิตใจก็ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ Patel and Singh (2025, pp. 70-85) ศึกษาการใช้เซนเซอร์สวมใส่ (Wearable sensors) ในการ

ติดตามและวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้และฟื้นฟูทักษะการเคลื่อนไหว โดยเทคโนโลยีดังกล่าวช่วยเพิ่มความแม่นยำในการประเมินความก้าวหน้าและสนับสนุนการปรับแผนการฝึกซ้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาของ Wang and Smith (2023, pp. 80-95) พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีผลบวกต่อการเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวและส่งเสริมพลาสติกซิติของสมอง โดยกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอมีความสามารถในการเรียนรู้ทักษะใหม่ ๆ ดีกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนการศึกษาของ Lopez and Kim (2024, pp. 50-65) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว พบว่าแรงจูงใจที่สูงส่งผลให้ผู้เรียนมีความพยายามฝึกฝนมากขึ้นและสามารถรักษาทักษะได้อย่างยาวนาน

สรุป วรรณกรรมเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้ของการเคลื่อนไหวเป็นกระบวนการที่ส่งผลให้เกิดการปรับปรุงทักษะและความแม่นยำในการเคลื่อนไหวผ่านการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง โดยเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาทที่สนับสนุนการประสานงานระหว่างสมองและกล้ามเนื้อ การฝึกฝนที่มีข้อมูลย้อนกลับทันทีและความหลากหลายของภารกิจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ รวมทั้งเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น ความจริงเสมือนและเซนเซอร์สวมใส่ช่วยสนับสนุนการฟื้นฟูและการติดตามพัฒนาการ นอกจากนี้ ปัจจัยด้านสุขภาพ เช่น การนอนหลับและการออกกำลังกาย ยังมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความสามารถในการเรียนรู้และการรักษาทักษะในระยะยาว

6. การประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัด (Intermuscular coordination)

การประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัด (Intermuscular coordination) หมายถึง ความสามารถของระบบประสาทและกล้ามเนื้อในการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อหลายมัดอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ราบรื่น มีความแม่นยำ และสอดคล้องกันตามลักษณะของกิจกรรมหรือภารกิจที่กระทำ โดยกล้ามเนื้อแต่ละมัดมีบทบาทแตกต่างกันทั้งในฐานะผู้ก่อให้เกิดการเคลื่อนไหว (Agonist) ผู้ต้านการเคลื่อนไหว (Antagonist) และผู้ช่วยในการทรงตัวหรือควบคุมทิศทาง (Synergist/stabilizer) ซึ่งการประสานงานระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยการควบคุมอย่างแม่นยำจากระบบประสาทส่วนกลาง เพื่อให้การเคลื่อนไหวมีความคล่องตัวและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในสถานการณ์ต่างๆ เป็นกระบวนการควบคุมทางระบบประสาทที่มีความซับซ้อน ซึ่งระบบประสาทกลางมีบทบาทสำคัญในการจัดการให้กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องทำงานร่วมกันอย่างมีลำดับขั้นตอนและแบบแผนที่เหมาะสม เพื่อสร้างแรงและทิศทางของการเคลื่อนไหวให้สอดคล้องกับภารกิจเฉพาะ (Munoz-Martel et al., 2021, pp. 1-16) กลไกดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการปรับระดับของการสรรหาหน่วยมอเตอร์ (Motor unit recruitment) และอัตราการกระตุ้นของเซลล์ประสาทมอเตอร์ (Rate coding) ให้สัมพันธ์กันในแต่ละมัดกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยความแม่นยำ ความเร็ว และความเสถียร โดยเฉพาะในกิจกรรมกีฬาและการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้การประสานกล้ามเนื้อหลายส่วนอย่างซับซ้อน Heckner et al. (2023, pp. 6495-6507) ได้ขยายความว่า การประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัดเป็นกระบวนการควบคุมใน

ลักษณะของ Redundant system ซึ่งระบบประสาทส่วนกลางจะจัดระเบียบการทำงานของกล้ามเนื้อผ่าน “Motor synergies” เพื่อให้กล้ามเนื้อที่มีบทบาทแตกต่างกัน เช่น กล้ามเนื้อผู้ร่วม (Agonist) กล้ามเนื้อผู้ต้าน (Antagonist) และกล้ามเนื้อผู้ช่วย (Synergist) สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างสอดคล้องภายใต้ข้อจำกัดทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanical constraints) แนวคิดนี้ชี้ให้เห็นว่า ความหลากหลายของกล้ามเนื้อไม่ใช่อุปสรรคต่อการควบคุมการเคลื่อนไหว แต่กลับเป็นทรัพยากรที่ระบบประสาทสามารถจัดสรรและประสานได้อย่างยืดหยุ่น เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนและหลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในทำนองเดียวกัน Hulstijn et al. (2024, pp. 879–899) ได้อธิบายว่า การประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัดหมายถึงความสามารถของร่างกายในการควบคุมให้กล้ามเนื้อหลายมัดทำงานร่วมกันในทิศทางต่าง ๆ ของการเคลื่อนไหว โดยอาศัยการปรับจังหวะเวลา (Timing) และแรง (Force) ที่แต่ละกล้ามเนื้อสร้างขึ้นอย่างแม่นยำ กลไกนี้พัฒนาได้จากการฝึกฝนซ้ำ ๆ ที่เน้นทั้งกระบวนการควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback mechanisms) และการคาดการณ์ล่วงหน้า (Feedforward mechanisms) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวที่ต้องการจังหวะ สมดุล และความต่อเนื่อง เช่น การเดิน การวิ่ง หรือการเล่นเครื่องดนตรี ในขณะเดียวกัน Gupta et al. (2021, pp. 1315–1360) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า การประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัดเกิดจากการสื่อสารแบบไดนามิกระหว่างศูนย์กลางการควบคุมการเคลื่อนไหวในสมอง เช่น Primary motor cortex, Cerebellum และ Basal ganglia กับวงจรประสาทในไขสันหลัง (Spinal motor circuits) กลไกการสื่อสารนี้เอื้อต่อการสั่งงานพร้อมกันของกล้ามเนื้อหลายมัด โดยเฉพาะผ่านกลไกของ Central pattern generators (CPGs) และ Descending motor pathways ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการสร้างการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน เช่น การปีน การขว้างปา หรือการเต้น ในทิศทางเดียวกัน Magill and Anderson (2020, pp. 11–25) ได้อธิบายว่า การประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัดเป็นผลจากกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง โดยเป้าหมายของการฝึกคือการรวมกลุ่มของกล้ามเนื้อที่ทำงานร่วมกันให้กลายเป็นหน่วยควบคุมที่มีประสิทธิภาพ (Coordinated unit) ส่งผลให้รูปแบบการเคลื่อนไหวมีความมั่นคงและประสิทธิภาพสูงขึ้น พร้อมทั้งลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น (Energy minimization) และลดการทำงานซ้ำซ้อนของกล้ามเนื้อ (Co-contraction) แนวคิดนี้ชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาการประสานงานของกล้ามเนื้อไม่ได้ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นกับการพัฒนารูปแบบการสั่งการทางประสาทที่เหมาะสมและยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้

สรุปได้ว่า การประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัดเป็นกระบวนการควบคุมที่ซับซ้อนซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อหลายกลุ่ม เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่แม่นยำมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับเป้าหมายทางการเคลื่อนไหวในแต่ละบริบท โดยระบบประสาทกลางจะมีบทบาทสำคัญในการจัดลำดับเวลา ความแรง และรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อแต่ละมัดอย่างเหมาะสม ภายใต้ข้อจำกัดด้านชีวกลศาสตร์ของร่างกาย ความสามารถดังกล่าวถือเป็นพื้นฐาน

ของการควบคุมการเคลื่อนไหวที่มีเสถียรภาพ และเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวในระดับสูง

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัด (Intermuscular coordination) พบว่า Park et al. (2021, pp. 523–533) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการประสานงานกล้ามเนื้อในผู้ป่วยหลังอัมพาตผ่านการฝึกออกกำลังกายแบบ Isokinetic โดยผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การฝึกดังกล่าวสามารถส่งเสริมการปรับปรุงการประสานงานของกล้ามเนื้อ และส่งผลให้ฟังก์ชันการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยดีขึ้น ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางระบบประสาท ในทำนองเดียวกัน Seo et al. (2023, pp. 10–22) ได้พัฒนาโปรแกรมฝึกที่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) เป็นตัวชี้้นำเพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการประสานงานของกล้ามเนื้อในแขนส่วนบน โดยผลการวิจัยระบุว่า โปรแกรมฝึกนี้สามารถช่วยพัฒนารูปแบบการประสานงานกล้ามเนื้อใหม่ ๆ ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ต่อเนื่องจากแนวทางดังกล่าว Lim et al. (2023, pp. 183–194) ได้ดำเนินการศึกษาการฝึกโดยอาศัยสัญญาณ EMG เพื่อเพิ่มความหลากหลายของรูปแบบการประสานงานกล้ามเนื้อและปรับความสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อต่าง ๆ ในผู้ป่วยหลังอัมพาต โดยผลการศึกษาพบว่า การฝึกดังกล่าวมีส่วนช่วยเสริมสร้างความสามารถในการประสานงานกล้ามเนื้อ และส่งผลดีต่อการฟื้นฟูสมรรถภาพของแขน ในอีกแนวทางหนึ่ง จากการศึกษาของ Neupert et al. (2024, pp. 323–332) รายงานว่าความบกพร่องด้านการประสานงานของกล้ามเนื้อในผู้ป่วยหลังอัมพาตสามารถฟื้นฟูได้ผ่านการฝึกที่ใช้เทคโนโลยีระบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร (Human-machine interaction) ซึ่งได้รับการออกแบบโดยอิงกับรูปแบบ Synergy ของกล้ามเนื้อ ขณะเดียวกัน Murphy et al. (2023, pp. 621–632) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Muscle synergies กับความสอดคล้องของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Intermuscular coherence) และสัญญาณจากสมอง โดยพบว่า การประสานงานของกล้ามเนื้อในงานที่คงที่ที่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการประสานงานของสมอง ซึ่งสะท้อนกลไกการควบคุมการเคลื่อนไหวจากสมองสู่กล้ามเนื้ออย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Tian et al. (2024, pp. 1120–1131) ได้วิเคราะห์ผลกระทบของการใช้ชุดเครื่องช่วยยกไหล่แบบ Passive shoulder exoskeleton ต่อรูปแบบ Muscle synergy ในงานยกแขนเหนือศีรษะ โดยพบว่า Exoskeleton ช่วยลดภาระของกล้ามเนื้อบางมัด และสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการประสานงานกล้ามเนื้อให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น ในบริบทของการจำลองสภาพแวดล้อม การศึกษาของ Saito et al. (2023, pp. 1–13) ได้ศึกษารูปแบบ Muscle synergy ในการปฏิบัติงานท่าทางที่ซับซ้อนภายในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual reality) โดยพบว่า การสนับสนุนแรง (Force assist) ช่วยลดจำนวน Synergy ที่จำเป็น แต่เพิ่มระดับความซับซ้อนภายในแต่ละ Synergy ทางด้านการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาของ Ebied et al. (2021, pp. 2016–2025) ได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์ Muscle synergy โดยใช้แบบจำลอง Tensor higher-order ซึ่งสามารถจับรายละเอียดของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่มีความซับซ้อนสูงได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความละเอียดในการจำแนกรูปแบบการประสานงาน

กล้ามเนื้อในกิจกรรมที่หลากหลาย นอกจากนี้ Abou Nader et al. (2022, pp. 1–37) ได้เปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล EMG เพื่อสกัดรูปแบบ Muscle synergy และพบว่าแบบจำลอง Tensor ให้ข้อมูลที่ละเอียดและสมบูรณ์ยิ่งกว่าการวิเคราะห์แบบดั้งเดิม ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์รูปแบบการประสานงานของกล้ามเนื้ออย่างชัดเจน ท้ายที่สุดการศึกษาของ Kerkman et al. (2020, pp. 1–13) ได้ศึกษาการประสานงานของกล้ามเนื้อระหว่างการเดิน โดยพบว่า รูปแบบ Muscle synergy และ Coherence network สะท้อนถึงโหมดการประสานงานที่แตกต่างกันระหว่างแขนและขา อีกทั้งยังมีการปรับเปลี่ยนตามความเร็วของการเดิน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการประสานงานในหลายระดับของระบบกล้ามเนื้อที่มีความซับซ้อน

สรุป วรรณกรรมเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการฝึกฝนด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น การใช้สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) การออกกำลังกายแบบ Isokinetic หรือการใช้เทคโนโลยีระบบปฏิสัมพันธ์มนุษย์-เครื่องจักร สามารถช่วยปรับปรุงรูปแบบการประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การใช้อุปกรณ์ช่วยเช่น Exoskeleton ยังช่วยลดภาระกล้ามเนื้อและปรับเปลี่ยนรูปแบบการประสานงานให้เหมาะสมกับงานที่ทำ การวิเคราะห์สัญญาณกล้ามเนื้อด้วยวิธีการขั้นสูงยังช่วยให้เข้าใจการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อในกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

7. ความเร็วในการตอบสนอง (Response time)

ความเร็วในการตอบสนอง (Response time) หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่ได้รับสิ่งเร้าหรือกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมจนถึงการตอบสนองที่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางพฤติกรรมหรือการเคลื่อนไหว เป็นตัวชี้วัดความเร็วและประสิทธิภาพของระบบประสาทในการรับรู้ วิเคราะห์ และดำเนินการตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น ๆ โดยรวมถึงกระบวนการทางประสาทรับรู้ การประมวลผลข้อมูล และการส่งคำสั่งไปยังกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหว ซึ่งความเร็วในการตอบสนองมีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานและสมรรถภาพทางร่างกายในหลายบริบท เช่น กีฬา การทำงาน และการเรียนรู้ทางประสาทวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการพื้นฐานของการทำงานทางประสาทที่สะท้อนถึงความสามารถของระบบประสาท-กล้ามเนื้อในการประมวลผลสิ่งเร้าและสร้างการตอบสนองที่เหมาะสมต่อสถานการณ์เฉพาะ โดย West et al. (2024, pp. 481–484) อธิบายว่า กระบวนการนี้เริ่มต้นจากการรับรู้สิ่งเร้าผ่านระบบประสาทรับรู้ความรู้สึก (Sensory system) ซึ่งอาศัยอวัยวะรับสัมผัส เช่น ตา หรือหู ในการตรวจจับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งเข้าสู่สมองเพื่อทำการตีความ วิเคราะห์ และตัดสินใจ ก่อนส่งสัญญาณคำสั่งไปยังระบบประสาทส่วนปลายเพื่อกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมตอบสนอง เช่น การเคลื่อนไหว การหลบหลีก หรือการตัดสินใจในรูปแบบต่าง ๆ ดังนั้น ความเร็วในการตอบสนองจึงเป็นตัวสะท้อนถึงความพร้อมและความเชื่อมโยงของระบบประสาทและกล้ามเนื้อทั้งหมดในฐานะระบบที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นองค์รวม ในมุมมองของ Johnson and Lee (2022, pp. 567–575) ความเร็วในการตอบสนองถือเป็นดัชนีสำคัญที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการประมวลผลข้อมูลในสมองส่วนกลาง (Central processing efficiency) โดยประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การรับรู้สิ่งเร้า

(Stimulus identification) 2) การตัดสินใจเลือกการตอบสนองที่เหมาะสม (Response selection) และ 3) การส่งคำสั่งให้เกิดการเคลื่อนไหว (Response execution) ทั้งนี้ การตอบสนองที่รวดเร็วไม่ได้หมายถึงความถูกต้องเสมอไป เนื่องจากปัจจัยภายใน เช่น ความเหนื่อยล้า ความเครียด หรือระดับความตั้งใจ สามารถส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการตอบสนอง (Reaction time) ได้อย่างมีนัยสำคัญ ในทำนองเดียวกัน Martinez et al. (2023, pp. 567–580) ได้เสนอว่า ความเร็วในการตอบสนองไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการวัดระยะเวลาในการตอบสนองเท่านั้น แต่ยังสะท้อนถึงระดับความร่วมมือของระบบประสาทรับรู้ (Perceptual system) และระบบการเคลื่อนไหว (Motor system) ที่ทำงานประสานกันเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ซับซ้อน โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่มีสิ่งเร้าหลายชนิดเกิดขึ้นพร้อมกัน พวกเขายังเสนอเพิ่มเติมว่า Reaction time สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดสมรรถภาพการทำงานของสมอง โดยเฉพาะในผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีภาวะบกพร่องทางระบบประสาท เพื่อประเมินความสามารถในการประมวลผลและการตอบสนองของสมองได้อย่างแม่นยำ ขณะเดียวกัน Nguyen et al. (2023, pp. 61–70) ได้อธิบายว่า ความเร็วในการตอบสนองเป็นกลไกสำคัญของการเปลี่ยนผ่านจากกระบวนการรับรู้ไปสู่พฤติกรรม (Perception–action transition) ซึ่งเกิดขึ้นภายในวงจรประสาทที่ประกอบด้วยสมองส่วนรับรู้ความรู้สึก สมองส่วนหน้าที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ และระบบประสาทส่วนปลายที่ควบคุมกล้ามเนื้อ กลไกดังกล่าวไม่เพียงสะท้อนความสามารถของบุคคลในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเท่านั้น แต่ยังสะท้อนถึงระดับของการบูรณาการข้อมูลทางประสาทที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ความจำ และประสบการณ์ที่ผ่านมา ซึ่งล้วนมีผลต่อประสิทธิภาพของการตอบสนองในสถานการณ์จริง ในทิศทางเดียวกัน Bird (2020, pp. 115–128) ได้อธิบายว่า ความเร็วในการตอบสนองเป็นตัวแปรทางระบบประสาทที่สำคัญซึ่งใช้ประเมินความเร็วของกระบวนการประมวลผลข้อมูลในมนุษย์ โดยเฉพาะในกิจกรรมที่ต้องการการตอบสนองแบบฉับพลัน เช่น กีฬา การขับรถ หรือการควบคุมเครื่องจักร พวกเขายังได้จำแนก Reaction time ออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ (1) การตอบสนองต่อสิ่งเร้าเดียว (2) การเลือกตอบสนองจากสิ่งเร้าหลายทางเลือก และ (3) การตอบสนองเฉพาะต่อสิ่งเร้าบางประเภทเท่านั้น

สรุปได้ว่า ความเร็วในการตอบสนอง ความเร็วในการตอบสนอง คือระยะเวลาตั้งแต่การรับสิ่งเร้าไปจนถึงการตอบสนองทางร่างกาย โดยเกิดจากกระบวนการของระบบประสาทที่ซับซ้อนทั้งส่วนรับรู้ การประมวลผล การตัดสินใจ และการสั่งการไปยังกล้ามเนื้อ นักวิชาการหลายท่านชี้ว่า ความเร็วในการตอบสนอง เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของประสิทธิภาพสมอง ความพร้อมทางระบบประสาท-กล้ามเนื้อ และสามารถใช้อธิบายสมรรถภาพในด้านต่าง ๆ เช่น กีฬา การควบคุมเครื่องจักร หรือภาวะทางระบบประสาท ทั้งนี้ Reaction time ยังสามารถจำแนกได้เป็นหลายประเภทตามลักษณะของสิ่งเร้าและการตอบสนอง

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา วรรณกรรมทางวิชาการได้ให้ความสนใจอย่างต่อเนื่องต่อการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยและแนวทางการฝึกที่ส่งผลต่อการพัฒนาความเร็วในการตอบสนอง ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เชื่อมโยงระหว่างกระบวนการรับรู้และการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน

บริบทของการกีฬา เทคโนโลยีจำลองสถานการณ์ และการส่งเสริมสุขภาพระบบประสาทในผู้สูงอายุ ในด้านของกีฬา โดยการศึกษาของ Steff et al. (2024, pp. 15-25) ได้เสนอหลักฐานเชิงประจักษ์ว่า การฝึกโดยใช้อุปกรณ์ Fitlight ซึ่งเน้นการกระตุ้นผ่านสิ่งเร้าทางแสงและภาพ สามารถเสริมสร้าง RT ของนักกีฬาบาสเกตบอลในกลุ่มเยาวชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของสิ่งเร้าอย่างคาดไม่ถึงนั้น ช่วยกระตุ้นให้เกิดการประสานงานระหว่างระบบรับรู้และกล้ามเนื้ออย่างเหมาะสม ซึ่งสะท้อนถึงการปรับตัวในระดับระบบประสาทส่วนกลางอย่างเด่นชัด นอกจากนี้ ผลการวิจัยดังกล่าวยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Bohannon et al. (2024, pp. 102-111) ซึ่งพบว่า Neurofeedback training ช่วยให้สมองสามารถควบคุมการทำงานของคลื่นสมองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลข้อมูลและการตอบสนองในนักกีฬา ต่อมา แนวทางการฝึกที่ใช้หลักการ Biofeedback ยังได้รับการยืนยันจาก Felici and Del Vecchio (2010, pp. 1-6) โดยพบว่าการใช้ EEG Biofeedback ในกลุ่มนักกีฬาอายุโตมีผลอย่างมีนัยสำคัญในการลดระยะเวลาในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทางสายตา (Visual RT) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสมองสามารถพัฒนาและปรับปรุงความสามารถในการรับรู้เมื่อผ่านการฝึกเฉพาะทางอย่างต่อเนื่อง ขยับเข้าสู่บริบทของเทคโนโลยีจำลองสถานการณ์ การศึกษาของ Lachowicz et al. (2024, pp. 23-33) ชี้ให้เห็นว่าการฝึกฝนในสภาพแวดล้อมแบบ Virtual reality (VR) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของ RT และการประสานงานระหว่างมือและตาในกลุ่มนักกีฬา E-sports ได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยการประมวลผลข้อมูลหลากหลายพร้อมกัน ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับ Chandio et al. (2024, pp. 45-57) ซึ่งค้นพบว่าในการใช้งาน Mixed reality หากมีสิ่งรบกวนที่ไม่สอดคล้องกับสิ่งเร้าหลัก (Incongruent distractors) RT ของผู้ใช้งานจะเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันระดับของภาระทางปัญญา (Cognitive load) ก็สูงขึ้นตามไปด้วย แสดงถึงข้อจำกัดของระบบการตอบสนองเมื่อเผชิญกับสิ่งเร้าที่ไม่แน่นอนหรือขัดแย้งกัน ในด้านความปลอดภัยของแรงงาน การศึกษาของ Lamichhane et al. (2023, pp. 4026-4032) ได้เปรียบเทียบผลของสภาพแวดล้อมการฝึกแบบ AR และ VR ต่อ RT ของพนักงานในพื้นที่อันตราย โดยพบว่าผู้ใช้งาน AR มีการตอบสนองที่รวดเร็วกว่ามีความสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ข้อมูลแจ้งเตือนถูกนำเสนอซ้อนอยู่บนภาพของโลกรจริง ซึ่งช่วยให้สมองสามารถประมวลผลข้อมูลได้ตรงจุดและรวดเร็วกว่า VR ที่จำลองภาพขึ้นใหม่ทั้งหมด ในบริบทของการจับคู่และการตัดสินใจทางระบบประสาท ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wu et al. (2023, pp. 563-575) พบว่าแสงไฟถนนที่มีอุณหภูมิสีในระดับกลางสามารถส่งผลให้ RT ลดลง โดยวัดจากคลื่นสมองที่สะท้อนระดับสมาธิและความตื่นตัวของผู้ขับขี่ ขณะเดียวกัน Singh and Reddy (2023, pp. 190-201) ได้พัฒนาโมเดล Deep learning ที่สามารถใช้ข้อมูลจาก EEG ในการทำนาย RT ของผู้ขับขี่ที่อยู่ในภาวะง่วงนอนได้อย่างแม่นยำ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับระบบเตือนภัยอัตโนมัติในยานยนต์ สำหรับกลุ่มผู้สูงอายุ การศึกษาของ Hulstijn et al. (2024, pp. 879-899) ระบุว่า ความล่าช้าในการตอบสนองในผู้สูงวัยมิได้เกิดจากความช้าของการเคลื่อนไหวโดยตรง แต่เป็นผลจากการใช้เวลานานขึ้นในการเตรียมตัวก่อนการตอบสนอง (Movement preparation latency) ซึ่งเกี่ยวข้อง

กับการเสื่อมถอยของหน้าที่บริหารของสมอง (Executive functions) ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนและตัดสินใจเชิงลำดับขั้น ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Neupert et al. (2024, pp. 323–332) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผู้สูงอายุที่เข้าร่วมฝึกโยคะมีความสามารถในการตอบสนองต่อเสียง (Auditory RT) ได้รวดเร็วกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม บ่งชี้ถึงผลเชิงบวกของการฝึกที่เน้นทั้งมิติทางร่างกายและจิตใจต่อสมรรถภาพทางประสาทรับรู้

จากการศึกษาวรรณกรรม สรุปได้ว่า การพัฒนาความเร็วในการตอบสนอง Reaction time ผ่านการฝึกที่หลากหลาย เช่น การใช้เทคโนโลยีกระตุ้นด้วยแสงและภาพ การฝึกควบคุมคลื่นสมอง และการฝึกตอบสนองด้วยการฝึกแบ็กทางประสาท ที่ช่วยเสริมการทำงานของระบบประสาทในนักกีฬา นอกจากนี้ การฝึกผ่านเทคโนโลยีจำลองสถานการณ์ยังส่งเสริมการประสานงานและเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนองในสถานการณ์ซับซ้อน ขณะที่เทคโนโลยีเสริมภาพช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการตอบสนองในงานด้านความปลอดภัย ส่วนในผู้สูงอายุ ความล่าช้าในการตอบสนองเกิดจากการเตรียมตัวก่อนตอบสนองที่ช้าลง ซึ่งสามารถปรับปรุงได้ด้วยการฝึกโยคะที่ส่งผลดีต่อสมรรถภาพทางระบบประสาท

8. การรับรู้เชิงสถานการณ์ (Situational awareness; SA)

การรับรู้เชิงสถานการณ์ (Situational awareness) คือ ความสามารถทางปัญญาในการรับรู้ เข้าใจ และคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อม ณ ขณะใดขณะหนึ่ง เพื่อประกอบการตัดสินใจและการตอบสนองอย่างเหมาะสมในบริบทการรับรู้เชิงสถานการณ์มีความสำคัญในบริบทที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว เช่น การบิน การทหาร การแพทย์ กีฬา และการขับขี่ เนื่องจากมีผลต่อความแม่นยำในการตัดสินใจและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน Wang et al. (2022, pp. 119–129) อธิบายว่า การรับรู้เชิงสถานการณ์ (Situational awareness) เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ประกอบด้วย 3 ระดับหลัก ได้แก่ (1) การรับรู้สิ่งเร้าในสิ่งแวดล้อม (Perception of elements) เช่น วัตถุ บุคคล หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (2) การทำความเข้าใจสถานการณ์ (Comprehension of current situation) ซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ และ (3) การคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต (Projection of future status) เพื่อใช้ในการวางแผนและการตัดสินใจอย่างแม่นยำ กระบวนการดังกล่าวถือเป็นแกนกลางของการตัดสินใจในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น การบิน การแพทย์ฉุกเฉิน และกีฬา ซึ่งต้องอาศัยการประมวลผลข้อมูลอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลาและแรงกดดัน ในทำนองเดียวกัน Hærem et al. (2022, pp. 1–13) ได้ขยายความว่า การรับรู้เชิงสถานการณ์เป็น กระบวนการเชิงระบบ (Systemic process) ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการ ตรวจจับ (Detect) ประเมิน (Assess) และ ตีความ (Interpret) ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะในระบบที่มีความซับซ้อนสูง เช่น การควบคุมการจราจรทางอากาศ การแพทย์ฉุกเฉิน หรือการปฏิบัติการทางทหาร ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องสร้างภาพรวมของสถานการณ์ที่ถูกต้องและทันเวลา ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของระบบโดยรวม ในอีกมุมหนึ่ง

Salmon and Plant (2022, pp. 110–115) เน้นว่า การรับรู้เชิงสถานการณ์เกิดจากการ บูรณาการ ระหว่างข้อมูลจากประสาทสัมผัส (Sensory input) กับ ความรู้และประสบการณ์เดิม (Prior knowledge) เพื่อสร้าง ภาพทางจิต (Mental model) ที่ถูกต้องของสถานการณ์ปัจจุบัน ภาพทางจิต นี้ช่วยให้บุคคลสามารถคาดการณ์และตอบสนองต่อเหตุการณ์ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในบริบทของงานที่ต้องอาศัยความแม่นยำและการตัดสินใจภายใต้เวลาจำกัด เช่น การ ควบคุมเครื่องจักรหรือการเดินเรือ นอกจากนี้ Neupert et al. (2024, pp. 323–332) ชี้ให้เห็นว่า การรับรู้เชิงสถานการณ์มิใช่กระบวนการที่หยุดนิ่ง แต่เป็น กระบวนการประเมินอย่างต่อเนื่อง (Ongoing assessment) ที่เชื่อมโยงข้อมูลใหม่เข้ากับแบบแผนเดิมที่มีอยู่ในหน่วยความจำ บุคคลต้อง มีความสามารถในการ ปรับตัวต่อความไม่แน่นอน (Adaptation to uncertainty) เช่น การประเมิน ความเสี่ยง การจัดลำดับความสำคัญ และการคัดกรองข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การตัดสินใจมีความ ยืดหยุ่นและแม่นยำในสถานการณ์ที่แปรผันอยู่ตลอดเวลา West et al. (2024, pp. 481–484) ได้ เน้นย้ำถึงบทบาทของการรับรู้เชิงสถานการณ์ว่า เป็น ทักษะหลักในสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงสูง (High-risk environments) โดยเฉพาะในงานด้านการบิน ระบบความปลอดภัย และอุตสาหกรรมที่ ซับซ้อน ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องสามารถ ตรวจจับสัญญาณสำคัญ (Critical cues) วิเคราะห์ ผลกระทบอย่างรอบด้าน และเตรียมการตอบสนองล่วงหน้า (Preparation for action) ได้อย่าง ทันท่วงที ทั้งนี้ การบกพร่องในการรับรู้เชิงสถานการณ์มักเป็นสาเหตุของข้อผิดพลาดร้ายแรงที่เกิด จากการตีความข้อมูลผิดหรือการละเลยสิ่งเร้าที่สำคัญ ในทำนองเดียวกัน Lipsitch and Santillana (2019, pp. 59–74) ได้สรุปว่า การรับรู้เชิงสถานการณ์เป็นกระบวนการของ การสังเคราะห์ข้อมูล แบบไดนามิก (Dynamic synthesis of information) เพื่อสร้างความเข้าใจเชิงบริบทอย่างแม่นยำ (Contextualized understanding) โดยอาศัยการ กลั่นกรองสิ่งเร้าที่เกี่ยวข้อง (Relevant cue extraction) และการละเว้นสิ่งรบกวนที่ไม่จำเป็น (Irrelevant stimuli) กระบวนการนี้มีความสำคัญ อย่างยิ่งในสถานะที่มีสิ่งเร้าหลากหลายมิติ เช่น ห้องควบคุมการบิน หรือสถานการณ์ฉุกเฉิน ที่ต้อง อาศัยการตัดสินใจภายใต้ความเครียดและข้อจำกัดของเวลา

สรุปได้ว่า การรับรู้เชิงสถานการณ์คือ ความสามารถทางปัญญาที่ประกอบด้วยการ รับรู้ การเข้าใจ และการคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยมี เป้าหมายเพื่อให้สามารถตัดสินใจและตอบสนองได้อย่างเหมาะสมและแม่นยำ โดยเฉพาะในบริบทที่มี ความซับซ้อน เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว และมีความเสี่ยง เช่น การบิน การทหาร การแพทย์ กีฬา และการ ขับขี่ การรับรู้นี้เกิดจากการผสมผสานข้อมูลจากประสาทสัมผัส ความรู้ ประสบการณ์ และการวิเคราะห์ เชิงบริบท เพื่อสร้างภาพรวมของสถานการณ์อย่างเป็นระบบ ทั้งยังต้องอาศัยการกรองข้อมูล ที่เกี่ยวข้อง และการปรับตัวต่อความไม่แน่นอนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพในการ ปฏิบัติงานและการลดความผิดพลาดในการตัดสินใจ

จากการศึกษาวรรณกรรมเกี่ยวกับ การรับรู้เชิงสถานการณ์ในกีฬาฟุตบอล พบว่า มีนักวิจัยหลากหลายกลุ่มที่ให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจกลไกและปัจจัยที่ส่งผลต่อการ พัฒนาการรับรู้เชิงสถานการณ์ในบริบทการแข่งขันจริง โดย Stanton et al. (2023, pp. 567–581) ได้กล่าวถึงการรับรู้เชิงสถานการณ์ ในฐานะกระบวนการที่มีพลวัตและต้องอาศัยความร่วมมือระหว่าง ผู้เล่นในทีม ซึ่งเป็นผลรวมของการรับรู้ การทำความเข้าใจ และการคาดการณ์สถานการณ์ที่ เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในสนามแข่งขัน ทั้งนี้ แนวคิดดังกล่าวได้ปูพื้นฐานเชิงทฤษฎีให้กับ การวิเคราะห์การรับรู้เชิงสถานการณ์ในกีฬาฟุตบอลอย่างเป็นระบบ ต่อเนื่องจากแนวคิดของ Murray et al. (2019, pp. 295–304) ได้ขยายความโดยศึกษาความแตกต่างของการรับรู้เชิงสถานการณ์ ระหว่างนักกีฬาระดับสูงกับคู่แข่ง ผ่านการวิเคราะห์เชิงประสิทธิภาพในมิติของการคาดการณ์ การวาง ตำแหน่ง และการตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ในเกม โดยเน้นย้ำว่าการมี การรับรู้เชิงสถานการณ์ ในระดับสูงส่งผลต่อความสามารถในการตัดสินใจเชิงยุทธวิธีอย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ Bekkers (2024, pp. 134–149) ได้นำเสนอแนวทางใหม่ในการประเมินระดับการรับรู้เชิงสถานการณ์ผ่าน ตัวชี้วัดเชิงเวลา เช่น Pressing intensity และ Time to regain possession ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึง ความสามารถของนักเตะและทีมในการรับรู้และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในเกม รับได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ด้านการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาการรับรู้เชิงสถานการณ์นั้น การศึกษาของ Datta and Kutzewski (2023, pp. 25–39) ได้เน้นบทบาทของการฝึกจินตภาพ (Imagery training) ในการเสริมสร้างความสามารถในการจำลองสถานการณ์และการตัดสินใจในสภาวะที่ใกล้เคียงกับเกม จริง โดยการฝึกในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เล่นสามารถวางแผนและคาดการณ์ผลลัพธ์ของการกระทำใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ Abou Nader et al. (2022, pp. 1–37) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Immersive analytics โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบ XR (Extended reality) ที่ช่วยให้ นักฟุตบอลสามารถฝึกฝนการรับรู้เชิงสถานการณ์ผ่านสภาพแวดล้อม เสมือนจริงที่มีความสมจริงสูงและสามารถจำลองสถานการณ์การแข่งขันที่หลากหลายได้อย่างแม่นยำ เสริมจากมุมมองด้านเทคโนโลยี การศึกษาของ Wu et al. (2022, pp. 119–132) ได้เสนอว่า ระบบ Video action recognition เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเล่นของนักฟุตบอล โดยการจำแนกและวิเคราะห์รูปแบบการกระทำจากวิดีโอช่วยให้โค้ชและนักวิเคราะห์สามารถประเมิน ระดับการรับรู้เชิงสถานการณ์ของผู้เล่นได้อย่างเป็นระบบและแม่นยำ นอกจากนี้เทคโนโลยีการ วิเคราะห์ข้อมูลแล้ว นอกจากนั้น Felici and Del Vecchio (2010, pp. 1–6) ยังได้นำเสนอการศึกษา เกี่ยวกับระบบ Multi-agent simulation โดยใช้หุ่นยนต์จำลอง (Simulated humanoid football) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมการเคลื่อนไหวและการพัฒนาความสามารถด้านการรับรู้ เชิงสถานการณ์ในระดับทีม โดยเน้นว่าการทำงานร่วมกันของตัวแทนแต่ละหน่วยในทีมจำลองเป็น ต้นแบบที่ดีในการศึกษาการรับรู้เชิงสถานการณ์ในกีฬาจริง ในด้านของการฝึกที่เน้นการกระตุ้นระบบ การรับรู้ทางสายตา รวมทั้งการศึกษาของ Okkulo (2024, pp. 45–58) ได้เสนอว่าการฝึกภายใต้ สภาพแสงจำกัด (Low-light training) ช่วยกระตุ้นการปรับตัวของระบบการรับรู้และเพิ่มความเร็วใน

การประมวลผลข้อมูลเชิงภาพของนักฟุตบอล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการพัฒนาการรับรู้เชิงสถานการณ์ ในสถานการณ์ที่มีเวลาจำกัด เมื่อพิจารณาในมิติของการวิเคราะห์เชิงยุทธวิธีเพิ่มเติม และการศึกษาของ Jaen et al. (2024, pp. 67-70) ได้กล่าวถึงความเชื่อมโยงระหว่าง การรับรู้เชิงสถานการณ์ กับ Executive function และ Attentional focus โดยเน้นว่านักฟุตบอลที่มีการควบคุมความสนใจและสมองส่วนบริหารอย่างมีประสิทธิภาพจะสามารถรับรู้และจัดการกับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมการแข่งขันได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงสุดในสถานการณ์ที่กดดัน

สรุป วรรณกรรมเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการรับรู้เชิงสถานการณ์เป็นกระบวนการทางปัญญาที่มีบทบาทสำคัญในการช่วยตัดสินใจภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว โดยมีการพัฒนาแนวคิดใหม่ๆ และนำเทคโนโลยีล้ำสมัย เช่น หุ่นยนต์ ระบบ AR และเซนเซอร์ เข้ามาช่วยเพิ่มความถูกต้องและประสิทธิภาพในการรับรู้และตัดสินใจ นอกจากนี้ การรับรู้เชิงสถานการณ์ในกีฬาฟุตบอลเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและมีพลวัต โดยครอบคลุมการรับรู้ การเข้าใจ และการคาดการณ์สถานการณ์ในเกม ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาประกอบด้วย ระดับความสามารถของนักกีฬา การฝึกจินตภาพ การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง การวิเคราะห์ข้อมูลจากวิดีโอ และการฝึกกระตุ้นระบบการรับรู้ทางสายตา รวมถึงบทบาทของสมองส่วนบริหารและความสามารถในการควบคุมความสนใจ ที่ช่วยเสริมประสิทธิภาพในการตัดสินใจและการตอบสนองต่อสถานการณ์ในสนามแข่งขัน

ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system)

ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) หมายถึง ระบบทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการประสานงานระหว่างระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในการควบคุมและดำเนินการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยอาศัยกระบวนการส่งสัญญาณประสาทจากสมองและไขสันหลังไปยังกล้ามเนื้อผ่านทางมอเตอร์นิวรอน ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพ ระบบนี้ยังรวมถึงกลไกการรับรู้ตำแหน่งของร่างกาย การตอบสนองต่อสิ่งเร้า และการเรียนรู้หรือดัดแปลงการเคลื่อนไหวตามบริบทของกิจกรรม ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเคลื่อนไหวอย่างแม่นยำ สมดุล และการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อหลายมัดอย่างเป็นระบบ Gupta et al. (2021, pp. 1315–1360) อธิบายว่า ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) เป็นโครงสร้างการทำงานร่วมกันระหว่าง เซลล์ประสาทสั่งการ (Motor neurons) และกล้ามเนื้อโครงร่าง (Skeletal muscles) ซึ่งมีความสามารถในการปรับตัวเชิงหน้าที่ได้อย่างยืดหยุ่นตามบริบทของการทำงาน เช่น ภาวะทางสรีรวิทยา หรือสภาพแวดล้อมภายนอก การปรับตัวเหล่านี้เกิดขึ้นผ่านกลไกของ มอเตอร์ยูนิต (Motor unit) ที่สามารถควบคุมระดับแรงกล้ามเนื้อได้ตามลำดับของการสรรหาเซลล์ประสาทสั่งการ (Recruitment) และอัตราการปล่อยสัญญาณ (Rate coding) อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับการประสานการทำงานระหว่างกล้ามเนื้อหลายมัด เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีเสถียรภาพและแม่นยำในสภาวะต่าง ๆ เช่น การยืนบนพื้นเอียง หรือการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและซับซ้อน ในทำนองเดียวกัน Hulstijn et al. (2024, pp. 879–899) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ระบบ

ประสาทกล้ามเนื้อเป็น ระบบพลวัตที่มีความยืดหยุ่นสูง (Highly adaptable dynamic system) ซึ่งไม่ยึดติดกับโครงสร้างการควบคุมแบบตายตัว แต่ทำงานผ่านการบูรณาการข้อมูลจาก ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System; CNS) เพื่อควบคุมมอเตอร์ยูนิตและกล้ามเนื้อโครงร่างอย่างต่อเนื่อง กลไกนี้แสดงออกในรูปของ Synergies หรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของการเคลื่อนไหว เช่น การหยิบจับสิ่งของ หรือการทรงตัวในสภาวะไม่มั่นคง ซึ่งสะท้อนหลักการของ motor redundancy และ dimensionality reduction ที่ช่วยให้ระบบสามารถเลือกใช้การเคลื่อนไหวที่เหมาะสมที่สุดจากทางเลือกที่หลากหลาย ขณะที่ Cai et al. (2022, pp. 428–429) ได้ให้มุมมองที่ชัดเจนเกี่ยวกับบทบาทของระบบประสาทกล้ามเนื้อในการ ควบคุมการทรงตัวและท่าทาง (Postural and balance control) โดยระบุว่า การเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการข้อมูลจากระบบประสาทรับความรู้สึกหลายระบบ ได้แก่ ระบบการมองเห็น (Visual) ระบบขนถ่ายและการทรงตัว (Vestibular) และ ระบบรับรู้ตำแหน่งร่างกาย (Proprioceptive inputs) ข้อมูลเหล่านี้ถูกส่งเข้าสู่ระบบประสาทกลางเพื่อประมวลผลและแปลเป็นคำสั่งมอเตอร์ ก่อนส่งต่อไปยังกระบวนการควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพื่อให้ร่างกายสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม กลไกดังกล่าวถือเป็นพื้นฐานสำคัญของการเคลื่อนไหวที่มั่นคง มีประสิทธิภาพ และปลอดภัย โดยเฉพาะในผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีภาวะบกพร่องทางระบบประสาท นอกจากนี้ Gupta et al. (2021, pp. 1315–1360) ยังได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ระบบประสาทกล้ามเนื้อทำงานผ่านวงจรประสาทที่มี Motor neurons เป็นองค์ประกอบหลัก โดยเชื่อมต่อกับกล้ามเนื้อผ่าน Neuromuscular junction (NMJ) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกิดการส่งผ่านสัญญาณไฟฟ้าประสาทไปยังกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อ กลไกนี้ครอบคลุมทั้งการเคลื่อนไหวแบบสมัครใจ (Voluntary movements) และแบบอัตโนมัติหรือรีเฟล็กซ์ (Involuntary reflexes) ที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) และระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral Nervous System; PNS) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการรับรู้ แปลสัญญาณ และตอบสนองต่อสิ่งเร้าแบบเรียลไทม์ ทั้งภายในและภายนอกร่างกายผ่านกระบวนการส่งสัญญาณประสาทแบบ Synaptic transmission ที่มีความแม่นยำสูง Hulstijn et al. (2024, pp. 879–899) ยังได้เน้นว่า ระบบประสาทกล้ามเนื้อเป็นระบบแบบองค์รวมที่ครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนของ การรับรู้ (Perception) การวางแผนการเคลื่อนไหว (Motor planning) ไปจนถึงการควบคุมแรงกล้ามเนื้อ (Motor execution) โดยเฉพาะในกระบวนการเรียนรู้ทักษะ (Motor learning) ระบบนี้มีความสามารถในการปรับตัวสูงผ่านกลไกของ Neuroplasticity ซึ่งเกิดจากการฝึกฝนซ้ำ ๆ อย่างมีจุดมุ่งหมาย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในระดับโครงสร้างของ Synapse และรูปแบบการควบคุมการเคลื่อนไหว เช่น การเรียนรู้ทักษะกีฬาใหม่ หรือการฟื้นฟูสมรรถภาพหลังการบาดเจ็บ กลไกของ Feedback และ Feedforward ยังมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงความแม่นยำและประสิทธิภาพของการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง

สรุปได้ว่า ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) เป็นกลไกการประสานงานระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ซึ่งมีหน้าที่หลักในการควบคุมการเคลื่อนไหว ทำทาง และการตอบสนองของร่างกายต่อสิ่งเร้า ทั้งในเชิงโครงสร้างและการทำงาน โดยระบบนี้สามารถเรียนรู้และปรับตัวได้ตามประสบการณ์หรือการฝึกฝน ทั้งนี้ ระบบประสาทกล้ามเนื้อยังทำหน้าที่เชื่อมโยงกระบวนการรับรู้และการสั่งการของสมองไปสู่การแสดงออกเชิงกลไกของกล้ามเนื้ออย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) เป็นกลไกที่ซับซ้อนซึ่งประกอบด้วยการทำงานประสานกันระหว่างสมอง ไขสันหลัง และกล้ามเนื้อ เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพ (Enoka & Duchateau 2025, pp. 89–124) โดยในระดับเซลล์ กลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดจากการเปิด-ปิดช่องทางไอออนที่เซลล์กล้ามเนื้อ และการปล่อยสารสื่อประสาทที่แอกซอนเทอร์มินัล ซึ่งส่งผลต่อการปรับแรงหดตัวให้เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย นอกจากนี้ Motor units หรือหน่วยมอเตอร์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ยังทำหน้าที่ควบคุมแรงและความแม่นยำของการเคลื่อนไหว (Li et al., 2023, pp. 1-14) ในแง่นี้ บทบาทของ Motor cortex ถือเป็นสิ่งสำคัญในการส่งสัญญาณควบคุมกล้ามเนื้อโดยตรงไปยัง Motor neurons ในไขสันหลัง เพื่อเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพของการหดตัวกล้ามเนื้อ ซึ่งกระบวนการนี้ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนและมีความชำนาญสูงขึ้น (Petersen et al., 2025, pp. 234–246) ทั้งนี้ การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวใหม่ ๆ ยังส่งผลให้เกิดการปรับเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่าง Motor cortex กับ Motor neurons รวมถึงการปรับโครงสร้างและการกระตุ้นของ Motor units ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำและความชำนาญในการเคลื่อนไหว (Rosenbaum & Korman, 2025, pp. 93–104) นอกจากนี้ ระบบประสาทกล้ามเนื้อยังทำหน้าที่ควบคุมสมดุลและความมั่นคงของกล้ามเนื้อผ่านกลไกรีเฟล็กซ์ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกและภายในร่างกาย ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการกระตุ้น Motor units เพื่อรักษาประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวในสถานะต่าง ๆ (Heckner et al., 2023, pp. 6495–6507) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การควบคุมนี้ได้รับการควบคุมจาก Cortical control ที่สามารถปรับเปลี่ยนการตอบสนองรีเฟล็กซ์ในไขสันหลังให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว (Abou Nader et al., 2022, pp. 1–37) อย่างไรก็ตาม การเสื่อมสภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นตามวัย เช่น การลดจำนวนของ Motor neurons และการด้อยประสิทธิภาพของการส่งสัญญาณประสาท มีผลกระทบอย่างมากต่อความแข็งแรงและความคล่องตัวของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ (Clark et al., 2025, pp. 345–356) อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายและการฝึกฝนกล้ามเนื้อสามารถช่วยชะลอและบางส่วนย้อนกลับการเสื่อมสภาพนี้ได้ ผ่านการเพิ่มจำนวน Motor units ที่ถูกกระตุ้น และการปรับปรุงประสิทธิภาพการส่งสัญญาณประสาท (Griffin & Cafarelli, 2025, pp. 45–53) อีกหนึ่งประเด็นที่สำคัญไม่แพ้กัน คือความเหนื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งไม่ได้เกิดขึ้นจากกล้ามเนื้อโดยตรง

เพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากการลดประสิทธิภาพของระบบประสาทส่วนกลาง (Central fatigue) ที่ส่งผลต่อการส่งสัญญาณจากสมองและไขสันหลังมายังกล้ามเนื้อ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของ Motor units ที่ทำให้แรงกล้ามเนื้อลดลงระหว่างการออกกำลังกายต่อเนื่อง (Coletti, et al. 2022, pp. 1-11)

ดังนั้นสรุปได้ว่า ในกลไกต่าง ๆ ของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ทั้งในด้านการควบคุม การปรับตัว การเสื่อมสภาพ และความเหนื่อยล้า จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาวิธีการฟื้นฟู และฝึกฝนกล้ามเนื้อ เพื่อรักษาประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายในทุกช่วงวัย นอกจากนี้ ระบบประสาทกล้ามเนื้อยังมีหน้าที่ควบคุมสมดุลผ่านกลไกรีเฟล็กซ์ ซึ่งสามารถปรับตัวต่อสภาวะแวดล้อมได้ ระบบนี้มีแนวโน้มเสื่อมสภาพตามอายุ แต่สามารถฟื้นฟูได้บางส่วนผ่านการออกกำลังกาย

การฝึกการรับรู้ (Perceptual training)

การฝึกการรับรู้ (Perceptual training) หมายถึง กระบวนการฝึกฝนอย่างมีโครงสร้าง และต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาและปรับปรุงสมรรถภาพของระบบประสาทในการรับรู้ แยกแยะ และตีความ ข้อมูลจากสิ่งเร้าทางประสาทสัมผัส เช่น การมองเห็น การได้ยิน และการรับรู้ตำแหน่งเชิงพื้นที่ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มความแม่นยำ ความรวดเร็ว และประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน ไม่ว่าจะเป็นบริบทของการกีฬา การฟื้นฟูสมรรถภาพทางประสาท หรือการเรียนรู้ทักษะเฉพาะทาง เป็นกระบวนการฝึกที่มีโครงสร้าง มีเป้าหมายเฉพาะ และอาศัยการกระตุ้นระบบประสาทรับรู้ให้เกิดการเรียนรู้และปรับตัวอย่างมีประสิทธิภาพ โดย Abernethy et al. (2024, pp. 345–360) อธิบายว่า การฝึกการรับรู้คือกระบวนการที่มุ่งพัฒนาให้ระบบประสาทรับรู้ (Sensory systems) สามารถตรวจจับ (Detection) แยกแยะ (Discrimination) และตีความ (Interpretation) ข้อมูลจากสิ่งเร้าภายนอกได้อย่างแม่นยำ การฝึกมักออกแบบให้มี ความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง (Ecological validity) เพื่อให้ผู้ฝึกสามารถนำทักษะ การรับรู้ไปใช้ได้จริงในบริบทที่ซับซ้อน เช่น การอ่านพฤติกรรมของคู่ต่อสู้ในกีฬา หรือการตีความสัญญาณ ภาพในงานทางการแพทย์ ซึ่งต้องอาศัยการฝึกซ้ำและการตอบสนองที่แม่นยำต่อเบาะแสเฉพาะใน บริบทนั้น ในทำนองเดียวกัน Wright and Jackson (2023, pp. 99–115) ชี้ให้เห็นว่า การฝึกการรับรู้เป็นรูปแบบหนึ่งของ การฝึกฝนอย่างตั้งใจ (Deliberate practice) ซึ่งเน้นการพัฒนาความแม่นยำของการรับรู้และการตัดสินใจผ่านการฝึกที่มีระดับความยากเหมาะสม (Optimal difficulty) ร่วมกับการได้รับข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) อย่างต่อเนื่อง การฝึกลักษณะนี้ช่วยให้ผู้ฝึกสามารถดึง ข้อมูลจากระบบประสาทสัมผัสได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การใช้การมองเห็นเพื่อคาดการณ์ ทิศทางการเคลื่อนไหวของวัตถุ ส่งผลให้ระยะเวลาในการตัดสินใจลดลง และคุณภาพของการ ตอบสนองเพิ่มขึ้น ในมิติของกลไกทางประสาท Gupta et al. (2021, pp. 1315–1360) ได้อธิบายว่า การฝึกการรับรู้มีพื้นฐานมาจาก Neuroplasticity หรือความสามารถของสมองในการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างและการทำงานของวงจรประสาท โดยเฉพาะในบริเวณ Primary sensory cortex และ Associative areas ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลจากสิ่งเร้าหลากหลายประเภท การฝึก

ดังกล่าวจึงเปรียบได้กับการ ฝึกสมอง เพื่อสร้างแบบแผนการประมวลผลข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้สมองสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสมต่อสถานการณ์ ในมุมมองของการเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหว Hulstijn et al. (2024, pp. 879–899) กล่าวเพิ่มเติมว่า การฝึกการรับรู้มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความสามารถในการ เลือกเบาะแสสำคัญ (Cue utilization) และลดการประมวลผลข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพในสถานการณ์จริง ตัวอย่างเช่น การเลือกทิศทางตอบโต้ในกีฬาป้องกันตัว หรือการประเมินสถานการณ์ในสนามแข่งขันที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงกล่าวได้ว่าการฝึกการรับรู้ไม่ได้เป็นเพียงการพัฒนาประสิทธิภาพของระบบประสาทสัมผัสเท่านั้น แต่ยังช่วยเสริมสร้างกระบวนการคิดเชิงกลยุทธ์และการตัดสินใจอย่างแม่นยำอีกด้วย สุดท้าย Purves et al. (2023, pp. 5–30) ได้อธิบายถึงกลไกพื้นฐานทางชีววิทยาของการฝึกการรับรู้ว่าเป็นผลลัพธ์ของกระบวนการ Experience-dependent plasticity ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นซ้ำของวงจรประสาทในบริบทเฉพาะ จนเกิดการปรับเปลี่ยนความไวของไซแนปส์ (Synaptic sensitivity) ในเส้นทางประสาทที่เกี่ยวข้องกับการแยกแยะและตีความสิ่งเร้า การเปลี่ยนแปลงนี้นำไปสู่การเพิ่มความสามารถในการจำแนกข้อมูล เช่น การรับรู้ความเร็วทิศทาง หรือสีของวัตถุ และยังสะท้อนออกมาในระดับพฤติกรรม เช่น การตอบสนองที่รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า การฝึกการรับรู้เป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้และพัฒนาทักษะในหลากหลายบริบท โดยเฉพาะในด้านกีฬา การแพทย์ และการฟื้นฟูระบบประสาท การฝึกดังกล่าวไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการรับรู้ แต่ยังเสริมสร้างการทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาทสัมผัสและระบบการเคลื่อนไหว ซึ่งนำไปสู่การตัดสินใจที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการฝึกการรับรู้ (Perceptual training) พบว่าการฝึกดังกล่าวเป็นกระบวนการฝึกฝนที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถของระบบประสาทในการรับรู้และประมวลผลข้อมูลจากสิ่งเร้าทางประสาทสัมผัส โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วในการตัดสินใจ รวมถึงการตอบสนองต่อสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน (Abernethy et al., 2024, pp. 123-139) ทั้งนี้ การศึกษาจำนวนมากยังสนับสนุนแนวคิดดังกล่าว โดย Martinez and Gomez (2023, pp. 567–580) รายงานว่า การฝึกการรับรู้มิได้ส่งผลเฉพาะต่อทักษะการรับรู้เพียงเท่านั้น หากแต่ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการประมวลผลข้อมูลที่จำเป็นต่อการตัดสินใจให้แม่นยำและรวดเร็วมากยิ่งขึ้นอีกด้วย ในแง่มุมของประสาทวิทยาศาสตร์ การศึกษาของ Gallina (2024, pp. 45–60) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า การฝึกการรับรู้สามารถส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงโครงสร้างและหน้าที่ของสมอง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงกลไก Neuroplasticity ที่มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้และการปรับตัวของระบบประสาทในระยะยาว นอกจากนี้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกการรับรู้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง นอกจากนั้น Chen et al. (2023, pp. 115-127) ได้เสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual reality) ในการจำลองสถานการณ์ที่หลากหลายและซับซ้อน อันเป็นการส่งเสริมทักษะเชิงพื้นที่และการตัดสินใจของผู้ฝึกอย่างมีประสิทธิภาพ ในบริบท

ของเวชศาสตร์ฟื้นฟู ขณะเดียวกัน งานวิจัยที่ศึกษากลุ่มนักกีฬาระดับสูง โดย Martinez and Gomez (2023, pp. 567–580) ยังพบว่า การฝึกการรับรู้มีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างสมรรถนะในการแข่งขัน โดยเฉพาะการเพิ่มขีดความสามารถในการรับรู้สถานการณ์ในสนามและการตัดสินใจภายใต้แรงกดดัน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของความสำเร็จในกีฬา

สรุปงานวรรณกรรมในปัจจุบันชี้ให้เห็นว่า การฝึกการรับรู้จึงถือเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาศักยภาพทั้งทางสมองและร่างกายในหลายบริบท ไม่ว่าจะเป็นด้านกีฬา การฟื้นฟูสมรรถภาพ หรือการพัฒนาทักษะทางปัญญา อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้สามารถออกแบบโปรแกรมฝึกฝนที่ตอบสนองความต้องการเฉพาะของผู้ฝึกได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทที่หลากหลายในอนาคต

กลไกการทำงานของระบบประสาทขณะออกกำลังกาย

กลไกการทำงานของระบบประสาทขณะออกกำลังกาย หมายถึง การทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อเพื่อควบคุมและประสานการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในขณะออกกำลังกาย เมื่อสมองส่งคำสั่งผ่านเส้นประสาทสั่งการไปยังกล้ามเนื้อเพื่อกระตุ้นให้เกิดการหดตัว กระบวนการนี้เกิดขึ้นที่จุดเชื่อมต่อระหว่างปลายประสาทและเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นที่ที่สารสื่อประสาทถูกปล่อยออกมาเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อ ระบบประสาทยังควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อโดยการปรับจำนวนและความถี่ของการกระตุ้นเส้นประสาท เพื่อให้กล้ามเนื้อสามารถตอบสนองต่อความต้องการที่แตกต่างกันของกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ระบบประสาทรับความรู้สึกจากกล้ามเนื้อและข้อต่อ เพื่อประเมินและปรับการเคลื่อนไหวให้เหมาะสม ป้องกันการบาดเจ็บ และรักษาสมดุลของร่างกายในระหว่างการออกกำลังกาย ระบบประสาททำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญที่เชื่อมโยงและประสานงานระหว่างสมอง ไขสันหลัง และกล้ามเนื้อ เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในขณะออกกำลังกาย มีบทบาทสำคัญในการควบคุมและประสานการทำงานของกล้ามเนื้อให้สอดคล้องกับความต้องการของร่างกาย โดย Enoka (2024, pp. 812–825) อธิบายว่า ระบบประสาททำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการควบคุมการเคลื่อนไหวผ่านหน่วยการทำงานพื้นฐานที่เรียกว่า Motor unit ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาทสั่งการ (Motor neuron) และเส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ภายใต้การควบคุมของมัน การควบคุมแรงหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดจากสองกลไกหลัก คือ การสรรหา Motor units ตามลำดับขนาด (Henneman's size principle) และ การปรับความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท (Rate coding) ซึ่งทั้งสองกลไกนี้ทำงานประสานกันเพื่อให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพตามลักษณะของงานที่ร่างกายต้องการ ในแนวทางเดียวกัน Siddique et al. (2023, pp. 85–88) ได้อธิบายว่า การฝึกความแข็งแรง (Resistance training) ไม่ได้ส่งผลเพียงต่อการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อเท่านั้น แต่ยังมีผลโดยตรงต่อการปรับตัวของระบบประสาท โดยเฉพาะในระดับ Cortical และ Spinal การฝึกซ้ำอย่างเป็นระบบสามารถเพิ่มอัตราการยิงสัญญาณของ Motor units (Firing rate) และเพิ่มความสอดคล้องในการทำงานร่วมกันของ Motor units ต่าง ๆ (Synchronization) ซึ่งช่วยเพิ่มแรง

กล้ามเนื้อได้โดยไม่ต้องเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อในการเรียนรู้และปรับตัวเพื่อตอบสนองต่อการกระตุ้นจากการฝึก นอกจากนี้ Van Niekerk et al. (2024, pp. 1–14) ได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของ ระบบรับรู้ความรู้สึกตอบสนอง (Sensory feedback systems) เช่น Muscle spindle และ Golgi tendon organ ซึ่งมีหน้าที่ส่งข้อมูลย้อนกลับไปยังระบบประสาทส่วนกลาง เพื่อรับรู้การเปลี่ยนแปลงของแรง ความยาว และความตึงของกล้ามเนื้อ กลไกเหล่านี้เป็นองค์ประกอบหลักของ การรับรู้ตำแหน่งของร่างกาย (Proprioception) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการทรงตัว ความแม่นยำของการเคลื่อนไหว และการป้องกันการบาดเจ็บ การฝึกที่เน้นการกระตุ้นระบบนี้ เช่น Balance training หรือ Plyometric training จึงช่วยเพิ่มความไวและประสิทธิภาพของระบบรับรู้ความรู้สึก ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวที่แม่นยำและเสถียรยิ่งขึ้น ในอีกด้านหนึ่ง Hureau et al. (2025, pp. 123–137) ได้อธิบายถึงภาวะ ความล้าของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular fatigue) ว่าเป็นภาวะที่ความสามารถในการสร้างแรงกล้ามเนื้อลดลงชั่วคราวจากการออกแรงหรือความเครียดทางกายภาพ โดยสามารถแบ่งได้เป็นสองระดับ คือ ความล้าระดับศูนย์กลาง (Central fatigue) ซึ่งเกิดจากการลดลงของแรงขับประสาท (Neural drive) จากสมองหรือไขสันหลัง ทำให้การส่งสัญญาณไปยังกระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง และ ความล้าระดับรอบนอก (Peripheral fatigue) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของกระบวนการในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อ เช่น การส่งผ่านสัญญาณระหว่างเซลล์ประสาทกับกล้ามเนื้อ (Neuromuscular transmission failure) หรือความไม่สมดุลของพลังงานภายในเซลล์กล้ามเนื้อ (Metabolic disturbances) การทำความเข้าใจกลไกทั้งสองระดับนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการออกแบบโปรแกรมการฝึกและการฟื้นฟู เพื่อป้องกันภาวะความล้าเกิน (Overtraining) และลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บของนักกีฬา สุดท้าย West et al. (2024, pp. 481–484) ได้ขยายความเกี่ยวกับผลของการฝึกแอโรบิกระยะยาวที่มีต่อ จุดเชื่อมประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular junction) ซึ่งเป็นตำแหน่งสำคัญในการถ่ายทอดสัญญาณระหว่างปลายประสาทกับเยื่อกล้ามเนื้อ โดยพบว่าการฝึกแอโรบิกสามารถเพิ่มจำนวน Acetylcholine receptors และกระตุ้นการแสดงออกของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณประสาท เช่น Synaptophysin และ Agrin ทำให้การถ่ายทอดสัญญาณประสาทมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้การควบคุมกล้ามเนื้อมีความแม่นยำสูงและช่วยส่งเสริมสมรรถภาพการเคลื่อนไหวในระยะยาว

สรุปได้ว่า กลไกการทำงานของระบบประสาทในระหว่างการออกกำลังกาย เป็นผลจากกระบวนการที่ซับซ้อนและมีพลวัตสูง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสั่งการ การตอบสนอง และการปรับตัวของระบบประสาทอย่างต่อเนื่อง ทั้งในเชิงโครงสร้างและหน้าที่ เพื่อให้ร่างกายสามารถปฏิบัติกิจกรรมทางกายได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ กลไกการทำงานของระบบประสาทในระหว่างการออกกำลังกาย พบว่า การปรับตัวของระบบดังกล่าวมีความซับซ้อนและครอบคลุมหลายระดับ ตั้งแต่ระดับโมเลกุลจนถึงระบบประสาทส่วนกลาง โดยเริ่มจากการตรวจจับแรงกลของโปรตีน

ไททินในกล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์ Mechanosensor กระตุ้นเส้นทางสัญญาณชีวภาพที่นำไปสู่การเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ (Ibata & Terentjev, 2025, pp. 1245-1260) นอกจากนี้ ยังพบว่าระบบ Neuromuscular มีการปรับตัวเพื่อลดความเครียดและเพิ่มประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อในกิจกรรมที่ทำซ้ำ เช่น การเดินลงเขาแบบมีน้ำหนัก ที่ส่งผลให้ elastic modulus ของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและการทำงานของกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Chalchat et al., 2025, pp. 77-89) ในแง่ของลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ โหมดการหดตัวที่แตกต่างกัน ได้แก่ Eccentric Concentric และ Isometric ส่งผลต่อความทนทานและความเหนื่อยล้าของระบบ Neuromuscular อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหดตัวแบบ Eccentric ที่สามารถผลิตแรงได้สูงขึ้นและลดความเหนื่อยล้าได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับรูปแบบอื่นๆ (Ducrocq et al., 2025, pp. 789-800) ในด้านเทคโนโลยีการศึกษา การจำลองระบบ Neuromuscular ด้วยแพลตฟอร์ม Opendihu ได้เพิ่มพูนความเข้าใจในกลไกระดับโมเลกุลและการทำงานร่วมกันของ Motor units ในกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Maier, 2025, pp. 1-16) ขณะเดียวกัน งานวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าการออกกำลังกายก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง Epigenetic โดยเฉพาะในรูปแบบของ Histone acetylation ที่ Enhancer regions ซึ่งมีบทบาทในการส่งเสริมการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมและเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อ (Williams et al., 2025, pp. 1-12) ในขณะเดียวกันการออกกำลังกายยังมีบทบาทสำคัญในการชะลอการเสื่อมสภาพของ Neuromuscular Junctions (NMJs) โดยเฉพาะในผู้สูงอายุ ซึ่งพบว่าช่วยเพิ่มคุณสมบัติของ Nerve terminals และการแสดงออกของ Acetylcholine receptor ส่งผลให้การถ่ายทอดสัญญาณประสาทไปยังกล้ามเนื้อยังคงประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง (Deschenes et al., 2022, pp. 1-19) นอกจากนี้ ความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลาง (Central fatigue) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อประสาทในสมอง เช่น Serotonin Dopamine และ Noradrenaline นับเป็นข้อจำกัดสำคัญที่ส่งผลให้การส่งสัญญาณประสาทไปยัง Motor neurons ลดลง และจำกัดสมรรถภาพทางกาย (Davis and Bailey, 2025, pp. 201-209) ในระดับ Motor units การฝึกความแข็งแรงในช่วงเริ่มต้นก่อให้เกิดการเพิ่ม Firing frequency ของ Motor neurons การซิงโครไนซ์ที่ดีขึ้น และการลด Inhibition ก่อน Synaptic ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้แรงกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นก่อนที่จะเกิดการเพิ่มขนาดกล้ามเนื้ออย่าง Hypertrophy (Aagaard, 2025, pp. 56-68) อย่างไรก็ตาม ปัญหาตะคริวที่เกิดจากการออกกำลังกายนั้น ส่วนหนึ่งเกิดจากความไม่สมดุลของ input ทางประสาทระหว่าง Excitatory และ Inhibitory signals ต่อ Motor neurons มากกว่าการขาดน้ำหรืออิเล็กโทรไลต์เพียงอย่างเดียว (Schwellnus, 2025, pp. 37-50)

สรุปงานวรรณกรรมเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความซับซ้อนและความสัมพันธ์ของกลไกการทำงานของระบบประสาทในระหว่างการออกกำลังกายอย่างชัดเจน โดยเริ่มตั้งแต่การตรวจจับแรงกระตุ้นระดับโมเลกุลที่เป็นปัจจัยกระตุ้นการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ ไปจนถึงการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดความเครียดในกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ ลักษณะการ

หดตัวของกล้ามเนื้อยังมีอิทธิพลต่อระดับความเหนื่อยล้าและแรงผลิต การออกกำลังกายยังส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนทางพันธุกรรมที่ช่วยส่งเสริมการซ่อมแซมและการทำงานของกล้ามเนื้อ รวมทั้งชะลอการเสื่อมสภาพของจุดเชื่อมต่อระหว่างเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ ขณะเดียวกัน ความเหนื่อยล้าของระบบประสาทส่วนกลางถือเป็นข้อจำกัดสำคัญของสมรรถภาพทางกาย ส่วนการฝึกความแข็งแรงในระยะแรกมีบทบาทในการเพิ่มการทำงานของหน่วยประสาทกล้ามเนื้อก่อนที่จะเกิดการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้ออย่างแท้จริง ทั้งนี้ ปัญหาตะคริวส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากความไม่สมดุลของสัญญาณประสาทมากกว่าปัจจัยทางสรีรวิทยา เช่น การขาดน้ำหรือสารอิเล็กโทรไลต์โดยตรง

1. ความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ (Executive function)

ความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ (Executive function) หมายถึง กระบวนการทางปัญญาที่ครอบคลุมความสามารถในการรับรู้ ประมวลผล จัดเก็บ และนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผน ตัดสินใจ ควบคุมพฤติกรรม และแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำงานร่วมกันของระบบประสาทหลายส่วน โดยเฉพาะบริเวณ Cerebral cortex และ Prefrontal cortex ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมการทำงานของสมองในระดับสูง เช่น ความจำ การควบคุมตนเอง ความยืดหยุ่นทางความคิด และการประเมินผลของการกระทำ องค์ประกอบหลักของความสามารถทางปัญญา ได้แก่ ความสนใจ (Attention) – การจดจ่อและเลือกสิ่งเร้าที่เกี่ยวข้อง ความจำ (Memory) – การจัดเก็บและเรียกคืนข้อมูล การรับรู้ (Perception) – การตีความข้อมูลจากประสาทสัมผัส ภาษา (Language) – การเข้าใจและใช้ภาษาในการคิดและสื่อสาร การใช้เหตุผลและการตัดสินใจ (Reasoning and Decision making) – การวิเคราะห์ข้อมูลและเลือกแนวทางที่เหมาะสม การบริหารจัดการระดับสูง (Executive function) – การวางแผน ยับยั้งพฤติกรรม ควบคุมอารมณ์ และปรับเปลี่ยนการกระทำตามสถานการณ์ ความสามารถเหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ การทำงาน การเข้าสังคม และการดำเนินชีวิตประจำวันในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน โดยระบบประสาททำงานผ่านการสื่อสารของเซลล์ประสาทด้วยสารสื่อประสาท และมีการประสานงานกันระหว่างส่วนต่างๆ ของสมองอย่างเป็นระบบ ที่ซับซ้อนซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับรู้ การคิด การจดจำ การวางแผน และการตัดสินใจ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้มนุษย์สามารถดำเนินพฤติกรรมได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ Diamond (2023, pp. 1–29) อธิบายว่าความสามารถทางปัญญา โดยเฉพาะกลุ่มกระบวนการบริหารจัดการ (Executive functions) เป็นชุดของกระบวนการทางจิตที่ทำหน้าที่กำกับ ควบคุม และจัดการพฤติกรรม ความคิด และอารมณ์ เพื่อให้บุคคลสามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการหลักได้แก่ ความจำขณะทำงาน (Working memory) การยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory control) และความยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) ซึ่งช่วยให้บุคคลสามารถควบคุมแรงกระตุ้น ปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ และวางแผนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ Diamond เน้นว่ากระบวนการเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อพัฒนาการทางการเรียนรู้ ความสำเร็จในชีวิตประจำวัน สุขภาพจิต และพฤติกรรมทางสังคมของบุคคล ในทำนองเดียวกัน Purves et al. (2023, pp. 5–30)

ให้คำจำกัดความของความสามารถทางปัญญาว่าเป็นผลจากการทำงานร่วมกันของ วงจรประสาท (Neural circuits) ภายในสมอง โดยเฉพาะในสมองส่วน Cerebral cortex ซึ่งมีหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลด้านการรับรู้ ความสนใจ ความจำ การวางแผน และการตัดสินใจ Cognitive function จึงเป็นผลรวมของการเชื่อมโยงของเครือข่ายประสาทหลายส่วน และสะท้อนออกมาในรูปแบบของพฤติกรรมที่สามารถวัดและสังเกตได้ทั้งในระดับพื้นฐาน เช่น การจดจำสิ่งเร้า และในระดับสูง เช่น การคิดเชิงวิเคราะห์และการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ ในขณะเดียวกัน Diamond (2020, pp. 225–240) ได้ขยายความเพิ่มเติมว่า Cognitive function คือระบบของความสามารถทางจิตที่เกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูล การวางแผน การแก้ไขปัญหา และการตัดสินใจ ซึ่งช่วยให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในบริบทที่ต้องใช้การคิดเชิงวิเคราะห์และการปรับตัวอย่างยืดหยุ่น ความสามารถเหล่านี้ทำงานอย่างบูรณาการและมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมพฤติกรรมและการเรียนรู้ตลอดช่วงวัยตั้งแต่เด็กจนถึงผู้สูงอายุ ทั้งยังสะท้อนให้เห็นว่าความบกพร่องในกระบวนการทางปัญญาอาจส่งผลให้เกิดความผิดปกติด้านพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ที่จำเป็นต้องได้รับการดูแลเฉพาะทาง West et al. (2024, pp. 481–484) ได้อธิบายเพิ่มเติมในเชิงประสาทวิทยาว่า ความสามารถทางปัญญาเป็นผลจากการทำงานร่วมกันของระบบประสาทที่สนับสนุนการรับรู้ การใช้ภาษา ความจำ และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของพฤติกรรมที่ซับซ้อน กระบวนการเหล่านี้พัฒนาขึ้นผ่านการเชื่อมโยงของเซลล์ประสาท โดยเฉพาะในสมองส่วน Prefrontal cortex ซึ่งมีบทบาทในการควบคุมการตัดสินใจ การวางแผน และการยับยั้งพฤติกรรม Cognitive function ยังเป็นรากฐานของการพัฒนาเชิงจิตสังคม การควบคุมอารมณ์ และการเรียนรู้ที่มีเป้าหมาย ทั้งนี้ ความบกพร่องในสมองส่วนดังกล่าวมักสัมพันธ์กับปัญหาทางพฤติกรรมและการทำงานของบุคคลในชีวิตประจำวัน สุดท้าย Heckner et al. (2023, pp. 6495–6507) ได้อธิบายว่า Cognitive function คือกลไกการทำงานของสมองในการประมวลผลและตีความสิ่งเร้าทั้งจากภายในและภายนอกร่างกาย เพื่อสร้างพฤติกรรมที่เหมาะสม โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของหลายโครงสร้างสมอง โดยเฉพาะสมองส่วน Frontal lobe และ Parietal lobe ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการคิด การใช้ภาษา การเรียนรู้ การวางแผนล่วงหน้า และการคาดการณ์ผลลัพธ์ของการกระทำ Heckner et al. (2023, pp. 6495–6507) เน้นว่าความสามารถทางปัญญาเหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้มนุษย์แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่น เนื่องจากเกี่ยวข้องกับ จิตสำนึก การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และการควบคุมตนเอง

สรุปได้ว่า ความหมายของความสามารถของสมองในการบริหารจัดการ (Cognitive function) ความสามารถของสมองในการบริหารจัดการหมายถึงกระบวนการทางปัญญา ระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน การควบคุมตนเอง การใช้เหตุผล การแก้ไขปัญหา และการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการเหล่านี้เป็นผลมาจากการทำงานร่วมกันของโครงสร้างสมองหลายส่วน โดยเฉพาะบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกำกับพฤติกรรมและปรับตัวต่อสถานการณ์ที่ซับซ้อน องค์ประกอบหลักของความสามารถนี้รวมถึงความจำขณะทำงาน การยับยั้งพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม ความยืดหยุ่นทางความคิด ความสนใจ การรับรู้ และ

ความสามารถในการใช้ภาษา การทำงานของระบบประสาทในกระบวนการเหล่านี้แสดงถึงศักยภาพในการจัดการกับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม การตีความความหมายของสิ่งเร้า และการตอบสนองอย่างเหมาะสมต่อบริบทต่าง ๆ กระบวนการทางปัญญาดังกล่าวยังมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาการด้านการเรียนรู้ พฤติกรรมทางสังคม การควบคุมอารมณ์ และการดำเนินชีวิตอย่างมีเป้าหมาย ความบกพร่องในระบบนี้อาจส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันและประสิทธิภาพในการทำงาน ทั้งในระดับบุคคลและระดับสังคม โดยแสดงออกผ่านพฤติกรรม การตัดสินใจ และความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสามารถของสมองในการบริหารจัดการ (Cognitive function) ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่มีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมพฤติกรรม การวางแผน การแก้ไขปัญหา การตัดสินใจ และการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง พบว่างานวิจัยจำนวนมากได้ให้ข้อมูลที่สนับสนุนถึงความสำคัญของการพัฒนาและส่งเสริมฟังก์ชันดังกล่าวในหลากหลายบริบท ดังนี้ เริ่มต้นด้วยการศึกษาของ Singh et al. (2025, pp. 140-142) ซึ่งได้ดำเนินการวิเคราะห์แบบ Umbrella meta-analysis โดยครอบคลุมงานวิจัยกว่า 2,700 ชิ้น เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายต่อความสามารถทางปัญญาในหลายมิติ ได้แก่ ความจำทั่วไป ความจำเฉพาะ และ Executive function (EF) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า กิจกรรมทางกายส่งผลบวกอย่างชัดเจนต่อการพัฒนา EF โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเด็ก วัยรุ่น และผู้สูงอายุซึ่งมีความเปราะบางทางระบบประสาท นอกจากนี้ กิจกรรมประเภท Exergames ซึ่งเป็นเกมที่ผสมผสานการเคลื่อนไหวของร่างกายเข้ากับการมีส่วนร่วมทางปัญญา สามารถเสริมสร้าง EF ได้ดีกว่ากิจกรรมทางกายประเภทอื่น ๆ ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของการออกกำลังกายที่หลากหลายและท้าทายทางปัญญาในการกระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของสมองส่วนหน้าที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการพฤติกรรมและความคิด ต่อมา Vazou et al. (2021, pp. 1-13) ได้ทำการศึกษาผลของกิจกรรมทางกายที่มีองค์ประกอบทางปัญญาสูง (Cognitively engaging physical activities) ในกลุ่มเด็กและวัยรุ่น ซึ่งผลการวิเคราะห์จากงานวิจัยหลายชิ้นบ่งชี้ว่า กิจกรรมที่ต้องใช้ความคิดควบคู่กับการประสานงานร่างกายส่งเสริมการพัฒนา Working memory อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ Cognitive flexibility และ Inhibitory control ได้รับผลกระทบน้อยกว่า ทั้งนี้ ประสิทธิภาพของกิจกรรมดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับประเภท ความถี่ และความเข้มข้นของการฝึกฝน ส่งผลให้การออกแบบโปรแกรมฝึกฝนเพื่อพัฒนา EF จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้เพื่อเพิ่มประสิทธิผลของการฝึกอย่างเหมาะสม ในทำนองเดียวกัน Kou et al. (2024, pp. 112-127) ได้ศึกษาผลของ Exergaming หรือเกมที่เน้นการเคลื่อนไหวร่างกายร่วมกับการเล่นเกมต่อความสามารถทางปัญญาในเด็ก ผลการศึกษาพบว่า Exergaming ช่วยส่งเสริมความยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) และการควบคุมการตอบสนอง (Inhibitory control) อย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลกระทบต่อ Working memory ยังไม่ชัดเจน งานวิจัยเน้นว่าเกมที่ต้องใช้การตัดสินใจและปรับเปลี่ยนกลยุทธ์อย่างรวดเร็วช่วยกระตุ้นสมองส่วน Prefrontal cortex ซึ่งเป็นศูนย์กลางของ Executive functions ส่งผลให้เด็ก

มีพัฒนาการในการวางแผนและการยับยั้งพฤติกรรมที่เหมาะสมต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ในขณะที่เดียวกัน Abou Nader et al. (2022, pp. 1–37) ศึกษาผลของกิจกรรมทางกายในเด็กที่มีภาวะ Neurodevelopmental disorders เช่น ADHD หรือ Autism spectrum disorder ผลการวิจัยระบุว่า การออกกำลังกายที่ผนวกองค์ประกอบทางปัญญาร่วมด้วยมีผลดีต่อ Executive functions โดยเฉพาะ Cognitive flexibility และ Inhibitory control ซึ่งช่วยให้เด็กกลุ่มนี้สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและจัดการกับสิ่งเร้าที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การฝึกยังส่งเสริมความสามารถในการวางแผนและแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน งานวิจัยชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการออกแบบโปรแกรมฝึกเฉพาะทางที่เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละบุคคลเพื่อผลลัพธ์สูงสุด ในส่วนของการศึกษาของ Schmidt et al. (2020, pp. 1-11) ได้ให้ความสนใจต่อผลของโปรแกรมฝึกซึ่งผสมผสานระหว่างกิจกรรมทางกายและความท้าทายทางปัญญาในเด็กก่อนวัยเรียนและวัยเรียน ผลการวิจัยเผยว่า โปรแกรมที่ออกแบบให้เด็กฝึกความจำขณะทำงานและความยืดหยุ่นทางความคิดควบคู่กับกิจกรรมเคลื่อนไหวร่างกายมีผลดีต่อพัฒนาการ Executive function แม้ผลลัพธ์จะมีความแตกต่างกันตามลักษณะและความถี่ของกิจกรรมก็ตาม การศึกษายังเน้นย้ำว่าการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่มีความหมายและหลากหลายสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกฝน EF ได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Kofler et al. (2024, pp. 701–719) ได้ศึกษาภาวะ Executive function ในเด็กที่มีปัญหาพัฒนาการ ผลการศึกษาพบว่าเด็กกลุ่มดังกล่าวมีความบกพร่องในหลายด้านของ EF เช่น Working memory Cognitive flexibility และ Inhibitory control โดยลักษณะและความรุนแรงของความบกพร่องแตกต่างกันไปตามประเภทของภาวะพัฒนาการ ความถี่ของอาการ และเพศของเด็ก งานวิจัยนี้เน้นถึงความจำเป็นในการประเมินและพัฒนาวิธีการบำบัดและฝึกฝนที่เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลเพื่อส่งเสริมศักยภาพการทำงานของสมองส่วนบริหารจัดการ นอกจากนี้ ในแง่มุมของเทคโนโลยีสมัยใหม่ การศึกษาของ Heckner et al. (2023, pp. 6495–6507) ได้ใช้เทคนิค Transcranial direct current stimulation (TDCS) ร่วมกับการบันทึกคลื่นสมอง (EEG) และการวิเคราะห์ด้วย Machine learning เพื่อทำนายประสิทธิภาพของ Executive function ในผู้เข้าร่วมการทดลอง ผลการวิจัยเผยว่าโมเดล Machine learning สามารถทำนายผลการทำงานของ EF ได้อย่างแม่นยำถึง 95% อีกทั้งยังชี้ให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของความเชื่อมโยงระหว่าง Visual cortex และ Anterior cingulate cortex ในการควบคุมการทำงานของ Executive function เทคโนโลยีเหล่านี้จึงมีศักยภาพสูงในการประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาวิธีการฝึกสมองและบำบัดผู้ที่มีความบกพร่องทาง EF ในอนาคต ต่อมา การศึกษาของ Peng et al. (2025, pp. 60-62) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระยะสั้นต่อ Executive function และสุขภาพจิตของผู้เข้าร่วม พบว่า การออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นระดับปานกลางช่วยเพิ่มสมรรถภาพด้านการตัดสินใจและการมีสมาธิ พร้อมกับลดความเครียดและปรับปรุงอารมณ์ให้ดีขึ้น สิ่งเหล่านี้มีผลโดยตรงต่อการทำงานของสมองส่วนบริหารจัดการและช่วยเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวต่อความท้าทายต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และการศึกษาของ Lin et al. (2025, pp.

45–59) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมออกกำลังกายที่มีการกำกับและติดตามด้วยเทคโนโลยีอัจฉริยะในเด็กที่มีภาวะสมาธิสั้น (ADHD) พบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกเน้น Executive function มีพัฒนาการด้าน Working memory และการควบคุมตนเองที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมออกกำลังกายทั่วไปหรือกลุ่มควบคุม งานวิจัยชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของการผสมผสานเทคโนโลยีกับการฝึกฝนเฉพาะทางเพื่อสนับสนุนพัฒนาการทางปัญญาในเด็กกลุ่มเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า จากการวิเคราะห์วรรณกรรมเกี่ยวกับความสามารถของสมองในการบริหารจัดการ พบว่า Cognitive function หรือกระบวนการทางปัญญาระดับสูงมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมพฤติกรรม การตัดสินใจ การวางแผน และการปรับตัวต่อสถานการณ์ต่าง ๆ งานวิจัยจำนวนมากยืนยันว่ากิจกรรมทางกายที่มีองค์ประกอบทางปัญญา เช่น เกมที่ต้องคิดและเคลื่อนไหวพร้อมกัน หรือการออกกำลังกายที่มีการกระตุ้นสมอง มีส่วนช่วยอย่างมากในการพัฒนา Cognitive function โดยเฉพาะในกลุ่มเด็ก วัยรุ่น ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีความบกพร่องทางพัฒนาการ กิจกรรมเหล่านี้ส่งผลดีต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ของ Cognitive function ได้แก่ ความจำขณะทำงาน ความยืดหยุ่นทางความคิด และการควบคุมพฤติกรรม โดยพบว่าการใช้การตัดสินใจอย่างรวดเร็วและการเปลี่ยนแปลงกลยุทธ์สามารถกระตุ้นการทำงานของสมองส่วนหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การกระตุ้นสมองด้วยไฟฟ้า และการวิเคราะห์คลื่นสมองร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ สามารถช่วยคาดการณ์และส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานของ Cognitive function ได้อย่างแม่นยำ ในกลุ่มเด็กที่มีภาวะบกพร่องทางพัฒนาการ เช่น ADHD หรือภาวะพูดติดอ่าง การฝึกที่เน้นการกระตุ้น Cognitive function อย่างเฉพาะเจาะจงสามารถช่วยให้เด็กเหล่านี้มีความสามารถในการปรับตัวและควบคุมพฤติกรรมได้ดีขึ้น ทั้งนี้ ประสิทธิภาพของการฝึกขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น ความถี่ ความเข้มข้น และความเหมาะสมของกิจกรรมกับแต่ละบุคคล

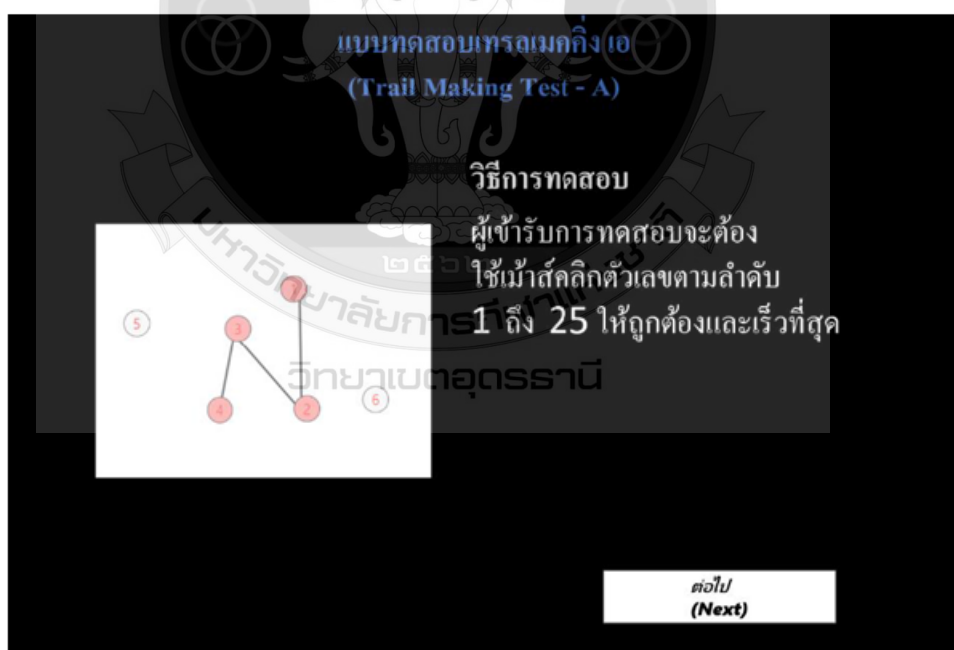
การประเมินความสามารถของสมอง

วิธีการวัดความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการคือ ชุดทดสอบความสามารถทางสมองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (The computerized test battery CNS Vital Signs) (อัครรัฐ ยงทวี และคณะ, 2563, น. 60-71) ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบเทรลเมคคิง หรือ Trail making test (TMT) ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินความสามารถของสมองหลายลักษณะ ได้แก่ ความสนใจ (Attention) ความสามารถในการจัดการ (Executive functions) ความยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) ความจำใช้งาน (Working memory) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ แบบ A และ B ซึ่งจะทำการทดสอบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการทดสอบที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ เวลาที่ใช้ (Time to complete) จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (Error response) ความต่างของเวลาที่ใช้ในการทดสอบระหว่าง เอ และ บี ($B - A$) และอัตราส่วนของเวลาที่ใช้ในการทดสอบระหว่าง เอ และ บี (B/A) วิธีการทดสอบ มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 การทดสอบ Trail making test แบบ A ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องหาตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 25 และใช้เมาส์คลิกตัวเลขตามลำดับให้ถูกต้องและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ดังภาพ 2.1)



ภาพ 2.1 กระบวนการทดสอบเทรลเมคคิง เอ. บทบาทของความสามารถทางสมอง ที่มีต่อความสำเร็จทางการกีฬาในนักกีฬาเยาวชนไทย (น. 64-65), โดย อัครรัฐ ยงทวี และคณะ, 2563, กรุงเทพมหานคร: บริษัท ฟูลฟิล แมนเนจเม้นท์ จำกัด.

1.2 การทดสอบ Trail making test แบบ B ประกอบด้วยตัวเลข 13 ตัว คือ 1 ถึง 13 และตัวอักษรภาษาอังกฤษ 12 ตัว คือ A ถึง L โดยผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องใช้เมาส์คลิกที่ตัวเลข

สลับกับตัวอักษรภาษาอังกฤษตามลำดับให้ถูกต้องและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ตัวอย่างเช่น (๑) A (๒) B (๓) C, ... L (๑๓) (ดังภาพ 2.2)



ภาพ 2.2 กระบวนการทดสอบเทรลเมคคิง บี. บทบาทของความสามารถทางสมอง ที่มีต่อความสำเร็จทางการกีฬาในนักกีฬาเยาวชนไทย (น. 64-65), โดย อัครรัฐ ยงทวี และคณะ, 2563, กรุงเทพมหานคร: บริษัท ฟูลฟิล แมนเนจเม้นท์ จำกัด.

2. แบบทดสอบแฟลนเคอร์ หรือ Flanker test (FKT) ถูกนำมาใช้เพื่อทดสอบความสามารถของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการจัดการ (Executive function) คือความสามารถในการควบคุมและยับยั้ง (Inhibition) และด้านสมาธิและความสนใจเฉพาะอย่าง (Selective attention) และการทดสอบแฟลนเคอร์ ประกอบด้วย 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ 1) รูปแบบที่สอดคล้องกัน (Congruent trials) ซึ่งวัตถุเป้าหมาย คือ ลูกศรที่อยู่ตรงกลาง 1 อัน ที่ชี้ไปในทิศทางเดียวกันกับลูกศร 4 อันที่เหลือ (< < < < หรือ > > > >) 2) รูปแบบที่ไม่สอดคล้องกัน (Incongruent trials) ซึ่งวัตถุเป้าหมาย คือ ลูกศรที่อยู่ตรงกลาง 1 อัน ที่ชี้ไปในทิศทางตรงข้ามกับลูกศร 4 อันที่เหลือ (< > < < หรือ > > < >)

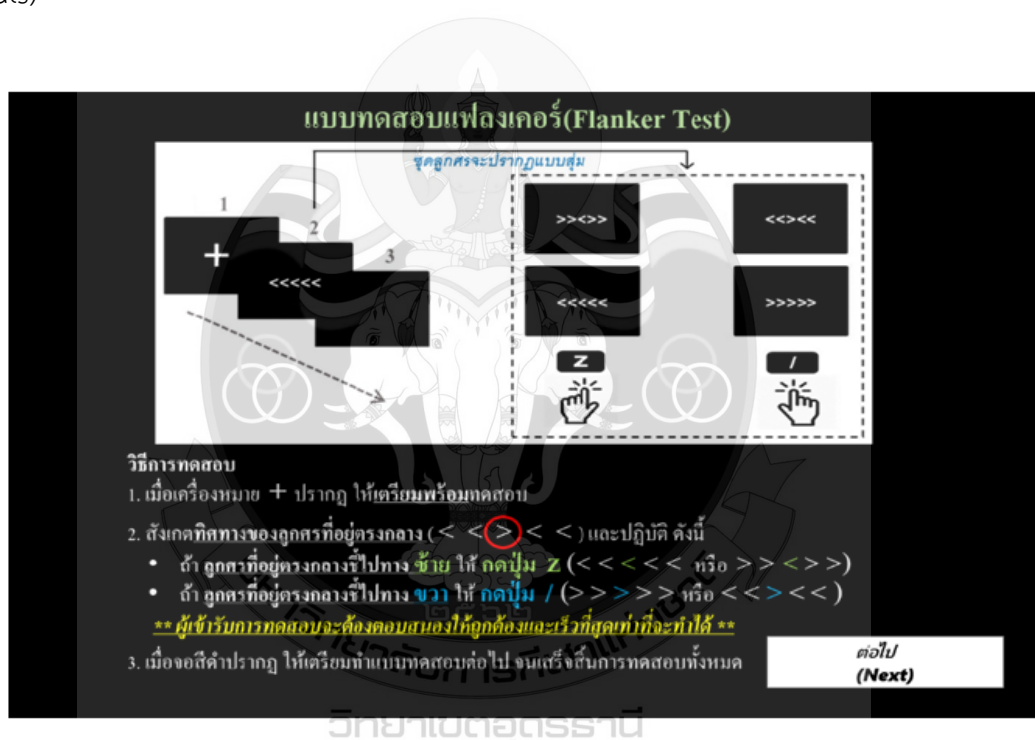
วิธีการทดสอบ มีรายละเอียด ดังนี้

อันดับแรกผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องมองที่จอคอมพิวเตอร์ และจะต้องทำการตอบสนองต่อวัตถุเป้าหมายหรือสิ่งเร้า (Stimuli) ที่มีเงื่อนไขการทดสอบแตกต่างกัน และจะสุ่มปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. ถ้า “ลูกศรตรงกลาง ชี้ไปทางซ้าย” จะต้องปฏิบัติการทดสอบโดยใช้นิ้วชี้ของมือซ้าย กดที่ ปุ่ม “Z” ที่อยู่บนแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ให้ถูกต้องและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

2. ถ้า “ลูกศรตรงกลาง ชี้ไปทางขวา” จะต้องปฏิบัติการทดสอบโดยใช้นิ้วชี้ของมือขวา กดที่ ปุ่ม “/” ที่อยู่บนแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ให้ถูกต้องและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ดังภาพ 2.3)

โดยจะต้องทำการทดสอบรวมทั้งหมด 40 ครั้ง (40 Trials) อย่างต่อเนื่อง ซึ่งแต่ละรูปแบบจะปรากฏ 20 ครั้ง ผลการทดสอบที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการตอบสนองที่ถูกต้อง (Average response time of correct response) และอัตราความถูกต้องหรือแม่นยำ (Accuracy rate : percentage (%)) ของแต่ละรูปแบบ (Congruent and incongruent trials)



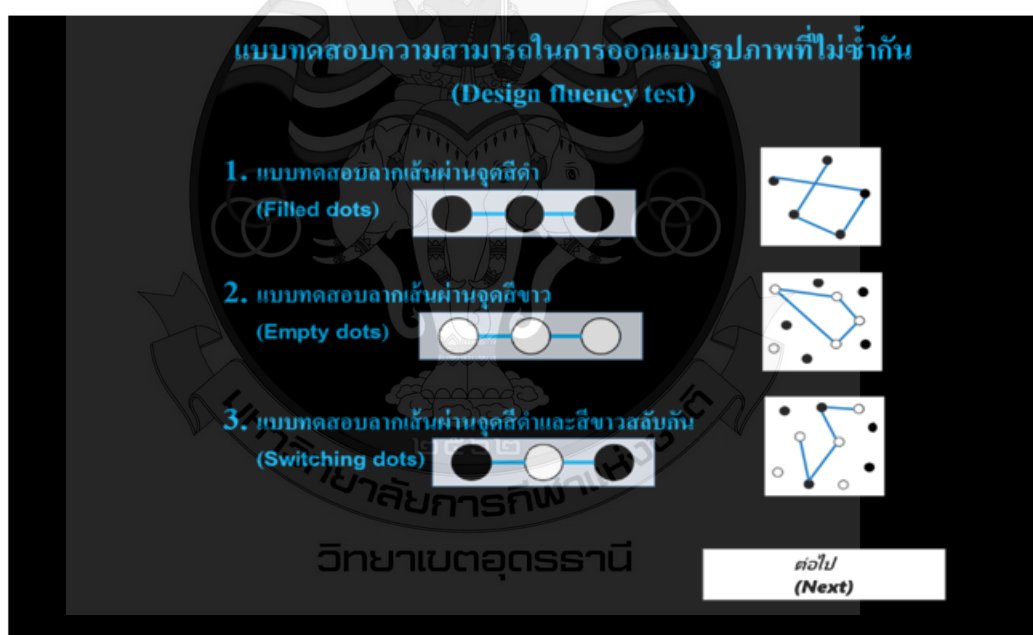
ภาพ 2.3 กระบวนการทดสอบแฟลนเคอร์. บทบาทของความสามารถทางสมอง ที่มีต่อความสำเร็จทางการกีฬาในนักกีฬาเยาวชนชาวไทย (น. 66-67), โดย อัครรัฐ ยงทวี และคณะ, 2563, กรุงเทพมหานคร: บริษัท ฟูลฟิล แมนเนจเม้นท์ จำกัด.

3. แบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน หรือ Design fluency test (DFT) มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความสามารถของสมองเกี่ยวกับความสามารถในการจัดการ (Executive function) ด้านความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) ซึ่งมีค่าความเที่ยงแบบทดสอบซ้ำตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.58 วิธีการทดสอบมีรายละเอียด ดังนี้ ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องวาดรูปภาพโดยใช้การลากเส้นตรง 4 เส้น เชื่อมต่อกันโดยที่ภาพที่วาดจะต้องไม่ซ้ำกันให้ได้จำนวนภาพมากที่สุด ภายใน 1 นาที ในแต่ละแบบทดสอบย่อยที่ประกอบด้วย

1) แบบทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีดำ (Filled dots)

2) แบบทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีขาว (Empty dots)

3) แบบทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีดำและจุดสีขาวสลับกัน (Switching dots) สำหรับการคิดคะแนนนั้น จะนับคะแนนรูปที่วาดได้อย่างถูกต้องตามข้อกำหนดของแต่ละแบบทดสอบย่อยและจำนวนรูปที่วาดถูกต้องของ 3 แบบทดสอบย่อยรวมกัน (ดังภาพ 2.4)



ภาพ 2.4 กระบวนการทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน. บทบาทของความสามารถทางสมอง ที่มีต่อความสำเร็จทางการศึกษาในนักกีฬาเยาวชนไทย (น. 68-69), โดย อัครรัฐ ยงทวี และคณะ, 2563, กรุงเทพมหานคร: บริษัท ฟูลฟิล แมนเนจเม้นท์ จำกัด.

4. การแปลผลการทดสอบความสามารถทางสมอง (อัษฎรัฐ ยงทวี และคณะ, 2563, น. 71) ดังนี้

1) แบบทดสอบเทรลเมคคิง หรือ Trail making test ผลการทดสอบที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ Trail making test A และ B โดยแต่ละรูปแบบจะแสดงผลดังนี้ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (Time to complete: seconds) จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (Number of Error) ความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการทดสอบระหว่าง เอ และ บี ($B - A$) และอัตราส่วนของเวลาที่ใช้ในการทดสอบระหว่าง เอ และ บี (B/A)

2) แบบทดสอบแฟลนเกอร์ หรือ Flanker test ผลการทดสอบที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ Congruent and incongruent trials โดยแต่ละรูปแบบจะแสดงผล ดังนี้ ค่าเฉลี่ยของเวลาการตอบสนองที่ถูกต้อง (Average response time of correct response: milliseconds) และอัตราความถูกต้องหรือแม่นยำ (Accuracy rate: percentage (%))

3) แบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน หรือ Design fluency test ผลการทดสอบที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ จำนวนรูปที่วาดได้อย่างถูกต้องและไม่ซ้ำกัน จากการทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีดำ (Filled dots) การทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีขาว (Empty dots) การทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีดำและขาวสลับกัน (Switching dots) และจำนวนรูปที่วาดถูกต้องและไม่ซ้ำกันทั้งหมด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อิศคุณ บุญเสริม (2566, น.67-79) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการประสานงานของตาและเท้าที่มีต่อความสามารถในการยิงประตูฟุตบอลของนักฟุตบอลระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การดำเนินการฝึกในกลุ่มทดลองใช้กิจกรรมการประสานงานของตาและเท้าจำนวน 29 แบบฝึกดำเนินการฝึกต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ก่อนการฝึกซ้อมปกติของทีม เพื่อเสริมสร้างทักษะพื้นฐานด้านการรับรู้และการตอบสนองร่วมกันระหว่างระบบการมองเห็นและการเคลื่อนไหวของเท้า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะการยิงประตูในกีฬาฟุตบอล ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยในการยิงประตูตามแบบทดสอบ Loughborough soccer shooting test (LSST) หลังการทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนการฝึกนอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการฝึก พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย t-test แบบจับคู่ (Paired t-test) และ t-test แบบอิสระ (Independent t-test) แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการฝึกประสานงานของตาและเท้ามีผลโดยตรงต่อการพัฒนาความสามารถในการยิงประตูของนักฟุตบอล

อัครัฐ ยงทวี และคณะ (2563, น. 98-105) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถทางสมองของนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชน ที่ประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จในการแข่งขัน กีฬา ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักฟุตบอลวัยรุ่นจำนวน 100 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ประสบความสำเร็จทางการกีฬาจำนวน 50 คน และกลุ่มที่ไม่ประสบความสำเร็จทางการกีฬาจำนวน 50 คน ผลการศึกษาพบว่า นักกีฬาฟุตบอลที่ประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬา มีความสามารถทางสมองที่ดีกว่านักกีฬาฟุตบอลที่ไม่ประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬา ผลที่ได้จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของความสามารถทางสมองที่มีต่อความสำเร็จทางการกีฬาสำหรับนักฟุตบอลเยาวชนไทยประกอบด้วยความสามารถในการประมวลผลข้อมูล (Information processing) ความสามารถระดับสูงในการบริหารจัดการของสมอง (Executive functions) ด้านความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) และด้านความสามารถในการควบคุมและยับยั้ง (Inhibitory control)

ณัฐฐาพร อะวิลัย (2564, น. 121-132) ได้ศึกษาผลของการฝึกพิลาทิสที่มีต่อความสามารถในการทรงตัวและความสามารถในการทำงานสองชนิดพร้อมกันของนักกีฬาฟุตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 48 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มประชาชนทั่วไปและกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลจากมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต กลุ่มละ 24 คน ผลการศึกษา พบว่า การฝึกพิลาทิสส่งผลให้เกิดการพัฒนาการทรงตัว และความสามารถในการทำงานสองอย่างพร้อมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอล เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนและหลังการฝึก นอกจากนี้ ยังพบว่ากลุ่มนักกีฬามีการพัฒนาในทั้งสองด้านมากกว่ากลุ่มประชาชนทั่วไป ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการฝึกพิลาทิสสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายและการรู้คิดที่เกี่ยวข้องกับการเล่นกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในกีฬาที่ต้องใช้การทรงตัวและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าพร้อมกัน เช่น ฟุตบอล.

อัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ และ พงศกร ทันอินทอรอาจ (2568, น. 147-158) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกเฉพาะทางในกีฬาฟุตบอลต่อความฉลาดทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลชายเยาวชนที่มีอายุระหว่าง 13-16 ปี จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า หลังการทดลอง นักกีฬาฟุตบอลชายเยาวชนมีพัฒนาการทางด้านความเร็วในการประมวลผลข้อมูลและความยืดหยุ่นทางความคิดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเปลี่ยนแปลงเชิงบวกนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกเฉพาะทาง ที่ไม่เพียงแต่พัฒนาทักษะทางกายภาพเท่านั้น แต่ยังส่งผลดีต่อสมรรถภาพทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจและการปรับตัวต่อสถานการณ์ในเกมกีฬาอย่างชัดเจน

สมชาย จันทร์ศรี และ สาววิภาวี สายทอง (2568, น.45-58) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมฝึกสมองร่วมกับการฝึกสมรรถภาพทางกายต่อความสามารถทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมฝึกสมองร่วมกับการฝึกสมรรถภาพทางกายต่อความสามารถทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน อายุ 13-16 ปี จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง (n=20) และกลุ่มควบคุม (n=20) กลุ่มทดลองได้รับการฝึกแบบผสมผสานเน้นการพัฒนา

ความจำ การวางแผน และการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการฝึกทางกายเพียงอย่างเดียว เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 90 นาที การประเมินผลใช้แบบทดสอบด้านความจำ การวางแผน และการแก้ปัญหา ก่อนและหลังการฝึก ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการทางปัญญาทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า การฝึกสมองควบคู่การฝึกทางกายส่งผลดีต่อกระบวนการบริหารจัดการความคิดและการตัดสินใจของนักกีฬาอย่างมีประสิทธิภาพ

ภูวดล นิลไชย และ กาญจนา พงศ์สุวรรณ (2567, น. 102–113) ได้ศึกษาการพัฒนาสมองด้านการรับรู้เชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรมฝึกความเร็วและความคล่องตัวในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมฝึกความเร็วและความคล่องตัวต่อการพัฒนาการรับรู้เชิงพื้นที่ในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายจำนวน 24 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมฝึกความเร็วและความคล่องตัวเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ โปรแกรมฝึกประกอบด้วยการวิ่งสปринต์ การเปลี่ยนทิศทาง และการฝึกด้วยอุปกรณ์ฝึกความคล่องตัว การประเมินผลใช้แบบทดสอบการตัดสินใจในสถานการณ์จำลอง และการตอบสนองต่อสัญญาณภายนอก ก่อนและหลังการฝึก ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มทดลองมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ด้านความแม่นยำในการตัดสินใจและความเร็วในการตอบสนอง แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมฝึกดังกล่าวสามารถส่งเสริมทั้งสมรรถภาพทางกายและการรับรู้เชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ธนพล วงศ์สาครเสถียร (2568, น. 45–58) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมองด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงต่อความสามารถในการตัดสินใจของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกสมองด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual reality; VR) ต่อความสามารถในการตัดสินใจของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักกีฬาอายุ 14–17 ปี จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกผ่าน VR เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ขณะที่กลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ โปรแกรม VR จำลองสถานการณ์แข่งขันจริงที่ต้องตัดสินใจอย่างรวดเร็ว เช่น การส่งบอล การเคลื่อนที่ และการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในเกม การประเมินผลใช้ตัวชี้วัดด้านความเร็วและความแม่นยำในการตัดสินใจ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการในด้านความเร็วและความแม่นยำในการตัดสินใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า VR มีศักยภาพในการพัฒนาทักษะการประมวลผลและการตัดสินใจในสถานการณ์แข่งขันที่ซับซ้อนอย่างมีประสิทธิภาพ

สุชาดา จินดาวัฒน์ และ อนุชา เทียงธรรม (2567, น. 120-131) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมฝึกความจำและความสนใจต่อประสิทธิภาพการเล่นของนักกีฬาเทควันโดเยาวชน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมฝึกความจำและความสนใจที่ออกแบบเฉพาะทางต่อประสิทธิภาพการเล่นของนักกีฬาเทควันโดเยาวชน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักกีฬาอายุ 12–16 ปี จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกความจำและความ

สนใจเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมตามปกติ โปรแกรมฝึกมุ่งเน้นพัฒนาความจำเชิงลำดับ การจดจำท่าเคลื่อนไหว และสมาธิต่อสิ่งเร้า การประเมินผลใช้แบบทดสอบความจำด้านการเคลื่อนไหว แบบทดสอบความสนใจ และแบบประเมินประสิทธิภาพการเล่นในสถานการณ์จำลอง ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มทดลองมีการพัฒนาทางด้านการจดจำรูปแบบการเคลื่อนไหว ความแม่นยำในการตอบสนอง และระดับสมาธิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) นอกจากนี้ยังมีคะแนนประสิทธิภาพการเล่นสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิผลของโปรแกรมฝึกที่ช่วยส่งเสริมทักษะทางปัญญาและความสามารถในการแข่งขัน

งานวิจัยต่างประเทศ

Heilmann et al. (2024, pp. 1-10) ได้ศึกษาการพัฒนาการทำงานของสมองระดับสูงด้วยการฝึกเฉพาะทางในนักฟุตบอลเยาวชนระดับสูง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกสมองเฉพาะทางด้านฟุตบอลต่อการพัฒนาการทำงานของสมองระดับสูง (Executive functions; EFs) ในนักฟุตบอลเยาวชนระดับสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักฟุตบอลชายอายุ 13–15 ปี จำนวน 31 คน จากสโมสรในประเทศเยอรมนี แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ($n = 13$) และกลุ่มควบคุม ($n = 18$) กลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมฝึกสมองเฉพาะทางเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ขณะที่กลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ การประเมินผลใช้แบบทดสอบ EF 3 ด้าน ได้แก่ Inhibitory control (Flanker task), Working memory (3-back task) และ Cognitive flexibility (Number-letter task) ทั้งก่อนและหลังการฝึก ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีการพัฒนาที่เหนือกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ในทุกตัวแปรที่วัด โดยเฉพาะความแม่นยำและเวลาตอบสนองที่ดีขึ้น แสดงให้เห็นว่า การฝึกสมองเฉพาะทางมีศักยภาพในการเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงในบริบทของกีฬาฟุตบอลเยาวชน

Reinhard et al. (2025, pp. 587-593) ได้ศึกษาบทบาทของทักษะทางปัญญาทั่วไป การศึกษาเชิงประจักษ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางปัญญาทั่วไปและทักษะทางปัญญาเฉพาะด้านกีฬา กับระดับการเล่นในกีฬาฟุตบอลเยาวชน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางปัญญาทั่วไปและทักษะทางปัญญาเฉพาะด้านกีฬา กับระดับการเล่นในนักฟุตบอลเยาวชนชาย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน แบ่งเป็นกลุ่มจากสถาบันฝึกสอนระดับสูง ($n=60$) และสโมสรระดับกึ่งอาชีพ ($n=60$) ใช้เครื่องมือ 3 ชุด ได้แก่ 1) Determination test เพื่อวัดความทนต่อแรงกดดันและความเร็วในการตอบสนอง 2) Neurolympics เพื่อประเมินทักษะทางปัญญาทั่วไป ได้แก่ ความจำขณะทำงาน การคาดการณ์ การควบคุมทางปัญญา และความใส่ใจ พร้อมรายงานเป็น Football Intelligence score (FI score) 3) แบบทดสอบการตัดสินใจด้วยวิดีโอ 360 องศาในสถานการณ์แข่งขันจริงผ่านแว่น VR ผลการศึกษาพบว่า นักกีฬากลุ่มสถาบันฝึกสอนมีคะแนน FI score สูงกว่า มีความเร็วในการตอบสนองและความแม่นยำในการตัดสินใจดีกว่ากลุ่มกึ่งอาชีพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) แสดงให้เห็นว่าทักษะทางปัญญาทั่วไปและเฉพาะทางมีบทบาทสำคัญต่อระดับการเล่นในฟุตบอลเยาวชน

Formenti et al. (2021, pp. 1-11) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบไม่เฉพาะทางกีฬา เปรียบเทียบกับการฝึกเฉพาะทางกีฬาต่อสมรรถภาพทางกายและการรับรู้ของนักฟุตบอลเยาวชน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบไม่เฉพาะทางกีฬา (Non-sport-specific training) กับการฝึกเฉพาะทางกีฬา (Sport-specific training) ต่อสมรรถภาพทางกายและการรับรู้ของนักฟุตบอลเยาวชน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักฟุตบอลชายอายุเฉลี่ย 10.5 ปี จำนวน 79 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ NSSG (n=27), SSG (n=26 ลดเหลือ 25), และ CNTG (n=26 ลดเหลือ 25) ใช้การออกแบบการวิจัยแบบ quasi-randomized, pre-post parallel design มีช่วงฝึกทำความคุ้นเคย 4 สัปดาห์ จากนั้นฝึกจริง 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที โดยวัดผลก่อนและหลังฝึกจาก Harre circuit test, Y-balance test และ Dribbling test ผลการศึกษาพบว่า ทั้งกลุ่ม NSSG และ SSG มีพัฒนาการด้านความสามารถในการประสานงาน สมดุลแบบไดนามิก และทักษะการเลี้ยงบอล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยกลุ่ม NSSG มีผลลัพธ์โดดเด่นด้านสมดุลและการประสานงาน ขณะที่กลุ่ม SSG มีพัฒนาการสูงด้านทักษะการเลี้ยงบอล สะท้อนให้เห็นถึงข้อได้เปรียบที่แตกต่างกันของรูปแบบการฝึกแต่ละประเภท

Omar et al. (2025, pp. 46-58) ได้ศึกษาผลของการฝึกอบรมทางสติปัญญาต่อการพัฒนาความฉลาดในสนามและทักษะรวมบางประการของนักฟุตบอลระดับสูง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกอบรมทางสติปัญญาต่อการพัฒนาความฉลาดในสนาม (Field Intelligence) และทักษะรวมบางประการของนักฟุตบอลระดับสูง กลุ่มตัวอย่างคือผู้เล่นดิวิชัน 2 จากจังหวัดอันบาร์ ประเทศอิรัก จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจากสโมสร Al-fahad และกลุ่มควบคุมจากสโมสร Al-karma กลุ่มตัวอย่างทั้งสองมีลักษณะเทียบเคียงกันในด้านอายุ อายุการฝึก และตัวแปรวิจัย การทดลองดำเนินเป็นเวลา 8 สัปดาห์ จำนวน 16 หน่วยฝึก เน้นฝึกสติปัญญาเชิงกลยุทธ์ การจัดลำดับยุทธศาสตร์ และความยืดหยุ่นทางความคิด ใช้แบบทดสอบความฉลาดในสนามและแบบทดสอบทักษะรวมเป็นเครื่องมือวัดทั้งก่อนและหลังการฝึก ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีพัฒนาการในด้านความฉลาดในสนาม การยับยั้ง การรับบอล การหลบหลีก และการแก้ไขที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม สะท้อนให้เห็นว่าการฝึกอบรมทางสติปัญญา มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความสามารถด้านกลยุทธ์และทักษะในสนามแข่งขัน

Scharfen and Memmert (2021, pp. 135-145) ได้ศึกษาการฝึกทางสติปัญญาในนักฟุตบอลระดับสูง หลักฐานที่ชี้ให้เห็นถึงการถ่ายโอนเฉพาะด้าน แต่ไม่ใช้การถ่ายโอนในวงกว้าง ไปยังหน้าที่ทางการมองเห็นและหน้าที่บริหารสมอง ศึกษาเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-experimental study) วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกทางสติปัญญาด้วยโปรแกรม Neurotracker 3D-MOT (Multiple Object Tracking) ต่อหน้าที่การมองเห็นและหน้าที่บริหารสมองของนักฟุตบอลเยาวชนระดับสูง กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักฟุตบอลชายจำนวน 29 คน จากสโมสรอาซิฟในเยอรมนี แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง (n = 16) และกลุ่มควบคุม (n = 13) โดยมีอายุเฉลี่ย 18.77 ปี ทั้งสองกลุ่มมีความคล้ายคลึงกันด้านสมรรถภาพทางกายและการศึกษา การวิจัยใช้รูปแบบ Pre-Post test design

ดำเนินการฝึกเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ประเมินผลด้วยเครื่องมือที่วัดทั้งหน้าที่ทางสายตา (เช่น Visual clarity, Depth perception, Reaction time) และหน้าที่บริหารสมอง (เช่น Working memory, Cognitive flexibility, Inhibition, Metacognition) ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการเฉพาะด้านในตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นและการติดตามวัตถุแบบ 3 มิติ แต่ไม่มีผลถ่ายโอนกว้างไปยังหน้าที่บริหารสมองโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่า Neurotracker ส่งผลต่อทักษะเฉพาะทางมากกว่าการพัฒนาทักษะทางสติปัญญาในภาพรวม

Scharfen and Memmert (2019, pp. 1-10) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่ทางปัญญาและทักษะการเคลื่อนไหวเฉพาะด้านกีฬาในนักฟุตบอลเยาวชนระดับสูง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่ทางปัญญาพื้นฐาน (Basic cognitive functions) และทักษะการเคลื่อนไหวเฉพาะด้านกีฬา (Sport-specific motor skills) ในนักฟุตบอลเยาวชนระดับสูง กลุ่มตัวอย่างคือเยาวชนชายอายุ 11–13 ปี จำนวน 15 คน จากสถาบันฝึกของสโมสรฟุตบอลอาชีพในประเทศเยอรมนี ซึ่งไม่มีประวัติภาวะที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางปัญญา เครื่องมือที่ใช้ในการวัดหน้าที่ทางปัญญา ได้แก่ การทดสอบ Attention window, Working memory capacity, Perceptual load และ Multiple object tracking ผ่านโปรแกรม E-prime ส่วนทักษะมอเตอร์เฉพาะทางวัดจากแบบทดสอบมาตรฐานของสมาคมฟุตบอลเยอรมัน (DFB) จำนวน 6 รายการ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถด้านการติดตามวัตถุ (MOT) และความสามารถในการเพิกเฉยสิ่งรบกวน (PL) มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับปานกลางถึงสูงกับคะแนนรวมของทักษะการเคลื่อนไหว (Motor total) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) สะท้อนให้เห็นว่าองค์ประกอบของการรู้คิดบางประการมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความสามารถเฉพาะทางในกีฬาฟุตบอลเยาวชนระดับสูง

Moen et al. (2018, pp. 1-13) ได้ศึกษาผลของการฝึกอบรมการรับรู้เชิงการรู้คิดด้วย Neurotracker ต่อการทำงานของสมองส่วนบริหารในนักกีฬาระดับสูง เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกอบรมการรับรู้เชิงการรู้คิดด้วยโปรแกรม Neurotracker 3D MOT ต่อการทำงานของสมองส่วนบริหารในนักกีฬาระดับสูง กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักกีฬาชายและหญิง 60 คน อายุระหว่าง 17–35 ปี จากกีฬาพลวัตและพาราลิมปิก การวิจัยใช้รูปแบบทดลองแบบไขว้ (Cross-over design) โดยสุ่มแบ่งกลุ่มทดลองและควบคุมในช่วงเวลาต่างกัน โปรแกรมฝึก Neurotracker ใช้อุปกรณ์แว่น 3 มิติและหน้าจอคอมพิวเตอร์ในการฝึกติดตามวัตถุหลายชิ้นในมุมมองสามมิติ การประเมินใช้แบบทดสอบ Executive functions ผ่านระบบออนไลน์ ได้แก่ Attention network test, Anti-saccade task, Color-shape task และ Letter memory task ผลการศึกษาพบว่า การฝึก Neurotracker ช่วยพัฒนาความสามารถในการยับยั้งพฤติกรรม การสลับความสนใจ และการปรับปรุงข้อมูลในหน่วยความจำอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังเพิ่มประสิทธิภาพการติดตามวัตถุและความเร็วในการประมวลผลข้อมูลในสมองส่วนบริหาร

Friebe et al. (2024, pp. 276-279) ได้ศึกษาผลของการฝึกความคล่องตัวแบบผสมผสานระหว่างการเคลื่อนไหวและการรู้คิด การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเปลี่ยนทิศทาง (COD) การฝึกความคล่องตัว (Agility) และการฝึกความคล่องตัวควบคู่การกิจติดตามวัตถุ (Dual-task agility; DT-Agility) ต่อสมรรถภาพฟุตบอลและความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางของนักฟุตบอลสมัครเล่นชาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักฟุตบอลสมัครเล่นชายสุขภาพดี จำนวน 60 คน อายุ 18–40 ปี ผ่านการสุ่มแบบ Block-randomization แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยประเมินก่อนและหลังฝึกด้วยแบบทดสอบด้านฟุตบอล เช่น Tempo dribbling test, Loughborough soccer passing test, Random star run with ball รวมถึงทดสอบความคล่องตัวและการเปลี่ยนทิศทาง ผลการศึกษพบว่ากลุ่ม DT-Agility มีการพัฒนาทักษะการเลี้ยงบอลและการตัดสินใจภายใต้ความกดดันเชิงการรู้คิดอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่กลุ่ม COD และ Agility มีการพัฒนาด้านความคล่องตัวและการเปลี่ยนทิศทางได้ดี แต่ DT-Agility ให้ผลบวกทั้งด้านกายภาพและการประมวลผลทางสมองอย่างครอบคลุมมากกว่า

Schumacher et al. (2020, pp. 1-10) ได้ศึกษาผลของการฝึกอบรมด้านการรับรู้-ความรู้ความเข้าใจในสนามต่อการตอบสนองจากการมองเห็นรอบข้างในนักฟุตบอล การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกอบรมด้านการรับรู้-ความรู้ความเข้าใจในสนาม (On-field perceptual-cognitive training) ต่อความสามารถในการตอบสนองจากการมองเห็นรอบข้างของนักฟุตบอลเยาวชนชายที่มีศักยภาพสูง กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักฟุตบอลชายจำนวน 38 คน อายุ 12–13 ปี ถูกแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกอบรมเฉพาะทางเพิ่มเติม นอกเหนือจากการฝึกทีมปกติ ส่วนกลุ่มควบคุมฝึกซ้อมตามปกติ ใช้แบบทดสอบ Peripheral perception test จาก Vienna test system วัดเวลาการตอบสนองจากการมองเห็นรอบข้าง (PRT, RTR, RTL) ขอบเขตและมุมการมองเห็น (FOV, VAR, VAL) และความคลาดเคลื่อนจากจุดติดตาม (TD) ผลการศึกษพบว่า กลุ่มทดลองมีการพัฒนาความเร็วในการตอบสนองจากการมองเห็นรอบข้างอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ แสดงให้เห็นว่าการฝึกอบรมเฉพาะทางช่วยส่งเสริมการรับรู้เชิงพื้นที่และการประมวลผลข้อมูลภาพในสนามแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักกีฬาฟุตบอลชายที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก อายุไม่เกิน 15 ปี จำนวน 80 คน จาก อคาเดมีสโมสรหนองบัว พิชญ เอฟซี

กลุ่มตัวอย่าง

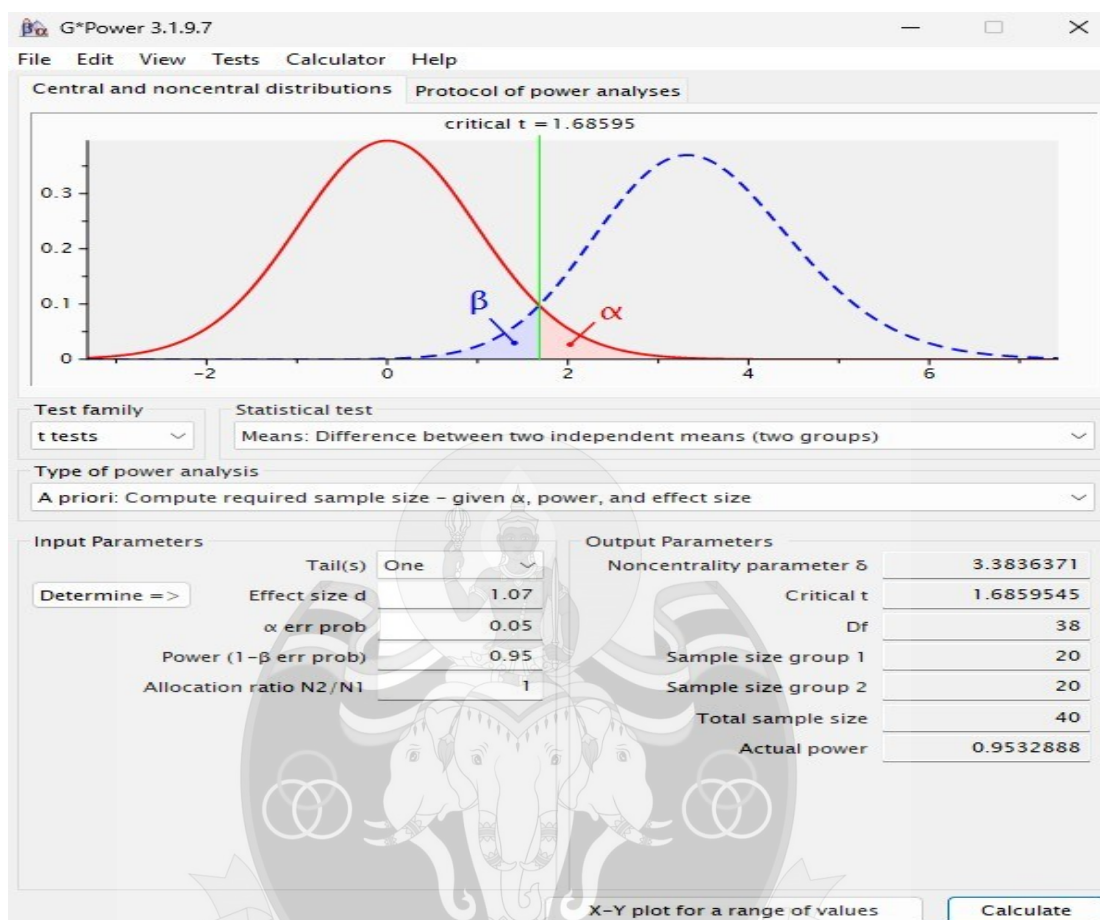
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลชาย อายุไม่เกิน 15 ปี จาก อคาเดมีสโมสรหนองบัว พิชญ เอฟซี จำนวน 52 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 26 คน และ กลุ่มควบคุม จำนวน 26 คน

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างในวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากการคำนวณด้วยโปรแกรม G* Power 3.1.9.7 โดยใช้การแปลผลค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) ที่เป็นมาตรฐานของ Cohen (1988, P. 40) แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

ขนาดเล็ก (Small effect size)	เท่ากับ	0.20
ขนาดกลาง (Medium effect size)	เท่ากับ	0.50
ขนาดใหญ่ (Large effect size)	เท่ากับ	0.80

ในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) เท่ากับ 0.05 และเลือกใช้ค่าพลังจำแนก (Power; $1 - \beta$) เท่ากับ 0.95 โดยอ้างอิงค่าขนาดอิทธิพลในระดับสูง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.07 (Scharfen, 2021, pp. 135–145) จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างตามค่าดังกล่าว พบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมคือ 40 คน (ดังแสดงในภาพที่ 3.1)



ภาพ 3.1 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ดังนั้น เพื่อป้องกันการถอนตัว (Drop – out) ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างการทดลอง ผู้วิจัย จึงได้คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 30 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง รวมเป็น จำนวน 52 คน

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้นำจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณมาดำเนินการสุ่มตัวอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยมีขั้นตอนการสุ่ม (Creswell, 2014, pp. 109-114) ดังนี้

1. ทดสอบความสามารถของสมอง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และหาค่าเฉลี่ยด้านความคิดยืดหยุ่น ของแต่ละบุคคล
2. จัดเรียงลำดับจากมากไปน้อย
3. จัดสรรเข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแบบสลับลำดับ โดยผู้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเป็นลำดับที่ 1 จะอยู่ในกลุ่มทดลอง ลำดับที่ 2 อยู่ในกลุ่มควบคุม และสลับเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนได้จำนวนตัวอย่างครบตามที่กำหนด

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

1. เป็นนักกีฬาฟุตบอลชาย มีสุขภาพร่างกายสมบูรณ์ ไม่มีอาการบาดเจ็บหรือโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ หรือกระดูก ที่ส่งผลต่อการฝึก
2. สามารถเข้าร่วมการฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของระยะเวลาการฝึกทั้งหมด ที่ได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง และลงนามในแบบฟอร์มยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
3. ไม่เคยเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลหรือการรับรู้ลักษณะเดียวกันในช่วง 6 เดือนก่อนเริ่มการศึกษา

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. ไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมฝึกหรือการทดสอบได้ตามกำหนดเวลาที่วางไว้
2. มีภาวะบาดเจ็บทางระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ หรือ กระดูก ที่ส่งผลต่อการเคลื่อนไหวและสมอง หรืออยู่ระหว่างการรับการรักษาทางกายภาพบำบัดหรือการฟื้นฟูจากการบาดเจ็บ
3. ไม่สนใจและสามารถถอนตัวจากการฝึกได้ตลอดเวลา

เกณฑ์การถอนอาสาสมัครวิจัย (Withdrawal Criteria)

1. อาสาสมัครแสดงความประสงค์ขอถอนตัวจากการวิจัย
2. เกิดเหตุสุวิสัยหรือปัจจัยภายนอกที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของผู้วิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดดังนี้

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือ การฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถทางสมองที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการรวบรวมแนวทางการฝึกซ้อมที่มุ่งเน้นการพัฒนาองค์ประกอบด้านความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับทักษะด้าน การควบคุมยับยั้ง (Inhibitory control) ความจำขณะใช้งาน (Working memory) และความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) (ภาคผนวก ก)

1.2. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบทดสอบ ความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นชุดทดสอบความสามารถทางสมองที่เป็นมาตรฐาน โดยสำนัก วิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาได้พัฒนาขึ้น (อัครัฐ ยงทวี และคณะ, 2563, น. 60-70) (ดังภาคผนวก ข) ดังนี้

1.2.1 แบบทดสอบเทรลเมคคิง Trail making test (TMT)

1.2.2 แบบทดสอบแฟลนเคอร์ Flanker test (FKT)

1.2.3 แบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน Design fluency test (DFT)

2. ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือดังนี้

2.1.1 ศึกษาผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่มีความเฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการ โดยอ้างอิงจากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.2 ดำเนินการประยุกต์ใช้โปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่มีความเฉพาะเจาะจงในบริบทของกีฬาฟุตบอล เพื่อส่งเสริมความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการ จากนั้นนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเสร็จสมบูรณ์ เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.1.3 นำโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่มีความเฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล ซึ่งได้ผ่านการปรับปรุงและพัฒนาแล้ว เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence: IOC) เท่ากับ 0.93

2.1.4 ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่มีความเฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล เพื่อเสริมสร้างความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นตามข้อเสนอแนะและคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ

2.1.5 นำโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่มีความเฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล ซึ่งมีระยะเวลาในการฝึก 1 สัปดาห์ ไปทดลองใช้กับนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนชายระดับสมัครเล่นที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างหลัก เพื่อประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม จากนั้นนำผลการทดลองมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมให้มีความสมบูรณ์ ก่อนนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบความเชื่อมั่นภายในผู้ทดสอบ (Intratester reliability) ของแบบทดสอบความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ทั้งนี้ได้ดำเนินการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบทดสอบในเชิงความสอดคล้องหรือความเทียบเท่าระหว่างการวัด (Intraclass Correlation Coefficient: ICC) โดยการทดสอบซ้ำทั้งหมด 2 ครั้ง โดยเว้นระยะห่างระหว่างการทดสอบแต่ละครั้งเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากทั้งสองครั้งมาวิเคราะห์หาค่า ICC เพื่อประเมินระดับความน่าเชื่อถือของแบบทดสอบ ได้ค่า ICC เท่ากับ 0.85

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการสร้างความคุ้นเคยกับการฝึกโดยใช้โปรแกรมฝึกเชิงสติปัญญาที่ออกแบบเฉพาะสำหรับกีฬาฟุตบอล ครอบคลุมทุกท่าการฝึก เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

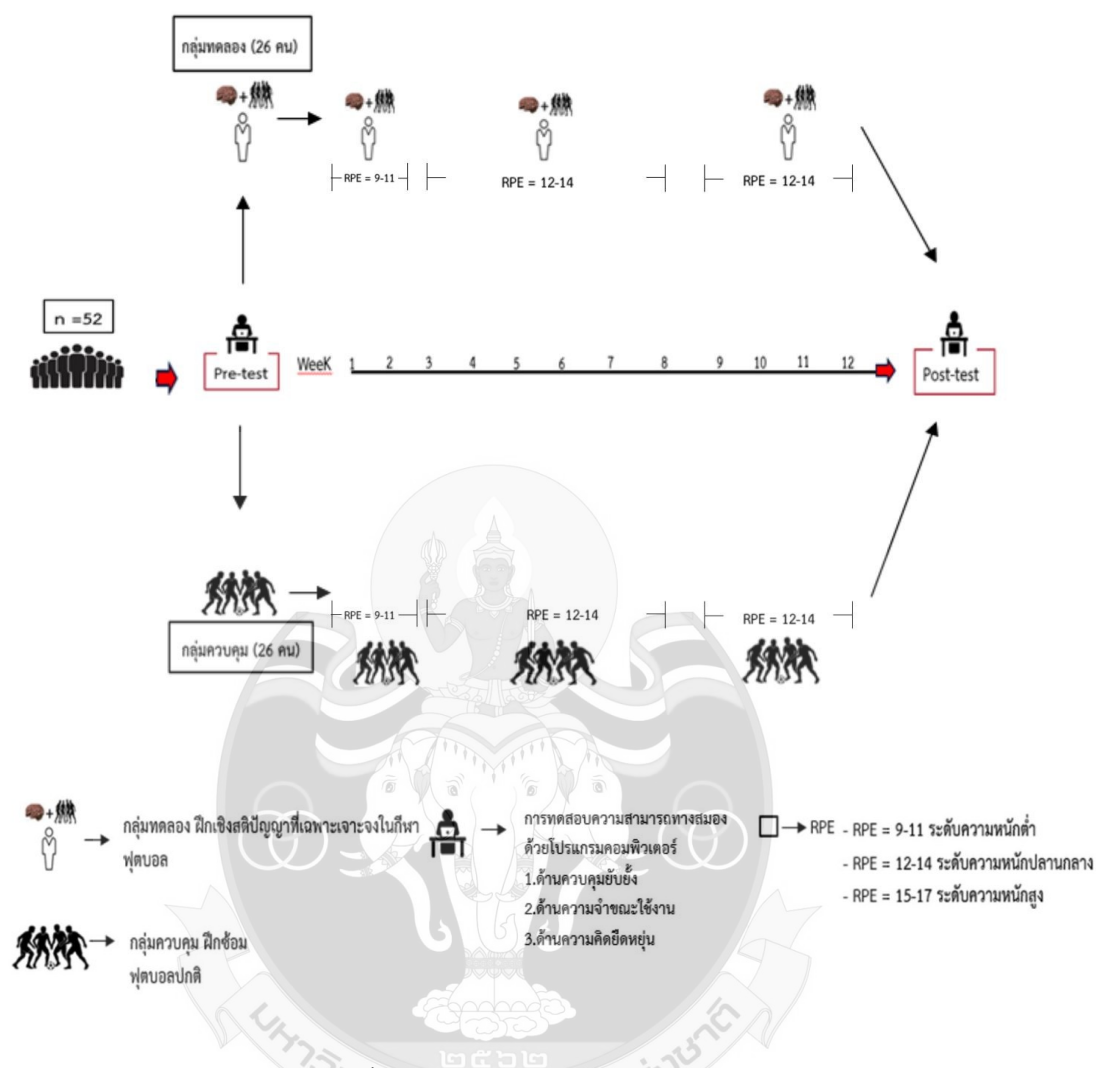
2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการประสานงานกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเข้ารับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่มีความเฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล โดยประกอบด้วย

2.1 เก็บข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐานของประชากร ได้แก่ อายุ (ปี) ส่วนสูง (เซนติเมตร) น้ำหนัก (กิโลกรัม) ดัชนีมวลกาย (กก./ม.²)

2.2 ทดสอบความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการก่อนการฝึก (Pre-test) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นชุดทดสอบความสามารถทางสมองที่เป็นมาตรฐาน โดยสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาได้พัฒนาขึ้น (อัครรัฐ ยงทวี และคณะ, 2563, น. 60-70) (ดังภาคผนวก ข)

3. ดำเนินการฝึกด้วยการฝึกเชิงสติปัญญาที่มีความเฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยฝึกในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง (รวม 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) จนครบกำหนด 12 สัปดาห์ รูปแบบการฝึกแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนอบอุ่นร่างกาย (Warm-up) ใช้เวลา 10 นาที 2) ขั้นตอนการฝึกเชิงสติปัญญาในกีฬาฟุตบอล ซึ่งประกอบด้วย แบบฝึกที่ 1. Cognitive ball mastery skills แบบฝึกทักษะการควบคุมบอลร่วมกับการใช้ความคิด คือการฝึกที่ใช้สมองร่วมกับการเคลื่อนไหว เช่น การคิด การรับรู้ และการตัดสินใจ เข้ากับ การเคลื่อนไหวของร่างกาย ในเวลาเดียวกัน 2. Cognitive training drill (Develop passing) แบบฝึกการฝึกสมองเพื่อพัฒนาทักษะการส่งบอล คือแบบฝึกที่ผสมผสานการฝึกทักษะฟุตบอล (การส่งบอล) เข้ากับการฝึกสมองด้านการคิด การตัดสินใจ และการตอบสนอง เพื่อให้ นักกีฬาไม่เพียงแต่ส่งบอลได้ดีเท่านั้น แต่ยังสามารถอ่านสถานการณ์และตัดสินใจได้รวดเร็วในเกมจริง 3. Ball Reaction drills (Passing + visual & Auditory cue) การฝึกตอบสนองต่อลูกบอล ของ นักกีฬาเมื่อได้รับสิ่งเร้าจากลูกบอลที่เคลื่อนที่อย่างไม่แน่นอน คือรูปแบบการฝึกที่ผสมผสานระหว่าง ทักษะการ ส่ง-รับ บอล กับ การตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ ได้ยิน และ มองเห็น 4. Cognitive Dribbling & Shooting Drill แบบฝึกเลี้ยงบอลและยิงประตูควบคู่การฝึกสมอง คือแบบฝึกที่ผสมผสาน ทักษะฟุตบอลด้านการเลี้ยงบอลและยิงประตู เข้ากับ การฝึกสมองด้านความจำและการตัดสินใจ โดยแต่ละแบบฝึกใช้เวลาในการปฏิบัติและพักรวมสถานีละ 10 นาที รวมระยะเวลาในการฝึกประมาณ 40 นาที โดยก่อนเริ่มการฝึกถูกร้องขอให้ฝึกเต็มความสามารถ และประเมินค่าคะแนนการรับรู้ในการฝึก (RPE) หลังการฝึก ในแต่ละแบบฝึกประเมินค่าคะแนนเป็นตัวเลขตั้งแต่ 6-20 (Borg Rating of Perceived Exertion scale) โดยที่ ระดับ 6 (ไม่มีการออกแรงเลย) ส่วนระดับ 20 (รับรู้การออกแรงได้ในระดับสูงสุด) โดยกำหนดค่าคะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกาย (RPE) ในระดับ 9-18 (สัปดาห์ที่ 1-2 RPE, 9-11, สัปดาห์ที่ 3-7 RPE 12-14, สัปดาห์ที่ 8-12 RPE 12-14) โดยระดับ 9 หมายถึง การรับรู้การออกแรงของร่างกายระดับเบา ระดับ 12 หมายถึง การรับรู้การออกแรงของร่างกายระดับปานกลางและ 3) ขั้นตอนการคลายกล้ามเนื้อ (Cool-down) ใช้เวลา 10 นาที (ภาคผนวก ก)

4. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ชุดทดสอบความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลังการฝึกทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Post-test) (ภาพ 3.2)



ภาพ 3.2 รูปแบบการดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย Mean ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่ออธิบายลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ (ปี) ส่วนสูง (เซนติเมตร) น้ำหนัก (กิโลกรัม) และดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อเมตรกำลังสอง: กก./ม²)

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) ประกอบด้วย

2.1 สถิติทดสอบ Dependent t-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถของสมองในการบริหารจัดการ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

2.2 สถิติทดสอบ Independent t-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการ ก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. ขั้นตอนก่อนการนำสถิติ Dependent t-test มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติดังกล่าว ถ้าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นจะเปลี่ยนมาใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Wilcoxon rank-sum test และก่อนการนำสถิติ Independent sample t-test มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติดังกล่าวถ้าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นจะเปลี่ยนมาใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Mann whitney u-test มีขั้นตอนในการทดสอบเบื้องต้น ดังนี้

3.1 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่ม

3.2 ทดสอบการแจกแจงของประชากรเป็นโค้งปกติ ด้วยสถิติ Shapiro-wilk test

3.3 ข้อมูลอยู่ในมาตราอันตรภาค (Interval scale) ขึ้นไป

3.4 กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน

3.5 ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร แต่ความแปรปรวนของประชากร แต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากัน

4. กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน และเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ก่อนและหลังการฝึก ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง ดังนี้

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

1. ข้อมูลพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักกีฬาฟุตบอลชาย อายุไม่เกิน 15 ปี จาก อคาเดมีสโมสรหนองบัวพิชญ เอฟซี จำนวน 52 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 26 คน และ กลุ่มควบคุมจำนวน 26 คน และข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย อายุ (ปี) ส่วนสูง (เซนติเมตร) น้ำหนัก (กิโลกรัม) ดัชนีมวลกาย (กก./ม.²)

ตาราง 4.1 ข้อมูลพื้นฐาน (n = 52) หมายเหตุอดธานี

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง (n=26)	กลุ่มควบคุม(n=26)
	$\bar{X}$ (SD)	$\bar{X}$ (SD)
อายุ (ปี)	15.00	15.00
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	54.52 (6.25)	50.46 (2.88)
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	162.50 (9.27)	159.42 (7.80)
ดัชนีมวลกาย(กก./ม. ²)	19.40 (2.75)	18.45 (2.98)

จากตาราง 4.1 พบว่า กลุ่มทดลอง จำนวน 26 คน อายุ 15 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 54.52 (SD=6.25) กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 162.50 (SD=9.27) เซนติเมตร และดัชนีมวลกายเฉลี่ย 19.40 (SD=2.75) และกลุ่มควบคุม จำนวน 26 คน อายุ 15 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 50.46 (SD=2.88) กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 156.42 (SD=7.80) เซนติเมตร และดัชนีมวลกายเฉลี่ย 18.45 (SD=2.98)

ตาราง 4.2 ข้อมูลอัตราการรับรู้การออกแรงของร่างกาย

อัตราการรับรู้การออกแรงของร่างกาย	กลุ่มทดลอง (n=26) $\bar{X}$ (SD)	กลุ่มควบคุม (n=26) $\bar{X}$ (SD)
สัปดาห์ที่ 1-4	11.8 (± 1.2) Min-Max (12)	11.70 (± 1.10) Min-Max (12)
สัปดาห์ที่ 5-8	13.50 (± 1.4) Min-Max (14)	12.90 (± 1.20) Min-Max (14)
สัปดาห์ที่ 9-12	14.20 (± 1.6) Min-Max (14)	14.10 (± 1.70) Min-Max (14)

จากตาราง 4.2 พบว่า กลุ่มทดลอง มีอัตราการรับรู้การออกแรงของร่างกาย ในสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 5-8 สัปดาห์ที่ 9-12 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.8 (± 1.2) 13.50 (± 1.4) และ 14.20 (± 1.6) ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีการรับรู้การออกแรงของร่างกาย ในสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 5-8 สัปดาห์ที่ 9-12 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.70 (± 1.10) 12.90 (± 1.20) และ 14.10 (± 1.70) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตาราง 4.3 ความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ ในช่วงก่อนและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (n=52)

ความสามารถทางสมอง	กลุ่มทดลอง (n=26)		กลุ่มควบคุม (n=26)	
	ก่อนการฝึก ($\bar{X}$, SD)	หลังการฝึก ($\bar{X}$, SD)	ก่อนการฝึก ($\bar{X}$, SD)	หลังการฝึก ($\bar{X}$, SD)
ด้านการควบคุมยับยั้ง				
แฟลชเคอร์ (ความสอดคล้อง)				
ความเร็วในการตอบสนอง (มิลลิวินาที)	234.54 (± 115.64)	435.76 (± 42.20)	299.31 (± 87.37)	417.38 (± 38.47)

ตาราง 4.3 (ต่อ)

ความสามารถทางสมอง	กลุ่มทดลอง (n=26)		กลุ่มควบคุม(n=26)	
	ก่อนการฝึก ($\bar{X}$, SD)	หลังการฝึก ($\bar{X}$, SD)	ก่อนการฝึก ($\bar{X}$, SD)	หลังการฝึก ($\bar{X}$, SD)
ด้านการควบคุมยับยั้ง				
แฟลชเคอร์ (ความสอดคล้อง)				
การตอบสนองอย่างถูกต้อง (%)	54.08 (± 21.15)	96.96 (± 4.14)	55.31 (± 15.29)	93.92 (± 5.38)
แฟลชเคอร์ (ความไม่สอดคล้อง)				
ความเร็วในการตอบสนอง (มิลลิวินาที)	300.31 (± 118.24)	453.46 (± 53.13)	320.73 (± 95.32)	442 (± 49.43)
การตอบสนองอย่างถูกต้อง (%)	64.54 (± 23.40)	89.73 (± 8.47)	58.54 (± 18.79)	90.73 (± 6.88)
ด้านความจำขณะใช้งาน				
เทรลเมคคิง A				
เวลาที่ใช้ในการตอบสนอง (วินาที)	43.57 (± 8.50)	30.07 (± 6.97)	42.03 (± 9.29)	31.99 (± 8.43)
จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (ครั้ง)	0.07 (± 0.27)	0.03 (0.19)	0.31 (± 0.47)	0.04 (± 0.20)
เทรลเมคคิง B				
เวลาที่ใช้ในการตอบสนอง (วินาที)	62.52 (± 16.33)	39.78 (± 12.25)	67.06 (± 14.53)	38.91 (± 12.65)
จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (ครั้ง)	0.54 (± 0.71)	0.78 (± 0.82)	0.58 (± 0.76)	0.89 (± 0.82)
ด้านความคิดยืดหยุ่น				
ความสามารถในการออกแบบ รูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน (คะแนน)	17.16 (± 3.78)	20.50 (± 4.30)	18.15 (± 4.95)	18.04 (± 3.76)

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถทางสมองด้านการบริหารจัดการ ด้านการควบคุมยับยั้งของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบแฟลชเคอร์ สามารถจำแนกตามช่วงเวลาก่อนและหลังการฝึกได้ดังนี้ ในช่วงก่อนการฝึก ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง พบว่าเวลาที่ใช้ในการตอบสนองของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 234.54 (SD = ± 115.64) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 299.31 (SD = ± 87.37) ส่วนอัตราความถูกต้องของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.08 (SD = ± 21.15) และ 55.31 (SD = ± 15.29) ตามลำดับ ในเงื่อนไขไม่สอดคล้อง พบว่า เวลาที่ใช้ในการตอบสนองของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 300.31 (SD = ± 118.24) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 320.73 (SD = ± 95.32) ขณะที่อัตราความถูกต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 64.54 (SD = 23.40) และ 58.54 (SD = ± 18.79) ตามลำดับ สำหรับช่วงหลังการฝึก ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง พบว่า เวลาที่ใช้ในการตอบสนองของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

435.76 (SD = ± 42.20) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 417.38 (SD = 38.47) โดยอัตราความถูกต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.96 (SD = ± 4.14) และ 93.92 (SD = ± 5.38) ตามลำดับในเงื่อนไขไม่สอดคล้อง พบว่า เวลาที่ใช้ในการตอบสนองของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 453.46 (SD = ± 53.13) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 442.00 (SD = ± 49.43) ขณะที่อัตราความถูกต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89.73 (SD = ± 8.47) และ 90.73 (SD = ± 6.88) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ ด้านความจำขณะใช้งาน ผลการทดสอบเทรลเมคคิง A พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบสนองเท่ากับ 43.57 วินาที (SD = ± 8.50) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.03 วินาที (SD = ± 9.29) ส่วนจำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาด พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.07 (SD = ± 0.27) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 (SD = ± 0.47) สำหรับแบบทดสอบเทรลเมคคิง B พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบสนองเท่ากับ 62.52 วินาที (SD = ± 16.33) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67.06 วินาที (SD = ± 14.53) และจำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 (SD = ± 0.71) และ 0.58 (SD = ± 0.76) ตามลำดับ ในช่วงหลังการฝึก ผลการทดสอบเทรลเมคคิง A พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบสนองลดลงเหลือ 30.07 วินาที (SD = ± 6.97) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.99 วินาที (SD = ± 8.43) โดยจำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.03 (SD = ± 0.19) และ 0.04 (SD = ± 0.20) ตามลำดับ สำหรับแบบทดสอบเทรลเมคคิง B พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบสนองเท่ากับ 39.78 วินาที (SD = ± 12.25) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.91 วินาที (SD = ± 12.65) และจำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.78 (SD = ± 0.82) และ 0.89 (SD = ± 0.82) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ ด้านความคิดยืดหยุ่น จากแบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน พบว่า ในช่วงก่อนการฝึก กลุ่มทดลองมีจำนวนภาพที่ถูกต้องทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 17.16 (SD = ± 3.78) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.15 (SD = ± 4.95) ภายหลังการฝึก กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของจำนวนภาพที่ถูกต้องทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 20.50 (SD = ± 4.30) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.04 (SD = ± 3.76) โดยเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างช่วงก่อนและหลังการฝึก พบว่ากลุ่มทดลองมีแนวโน้มของการพัฒนาความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและมีลักษณะค่อนข้างคงที่

2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลการทดสอบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน

2.1 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง

ตาราง 4.4 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง (n=26)

ความสามารถทางสมอง		Dependent sample t-test						
		Value	Mean	SD	Std. Error Mean	t	df	p-value
การควบคุมยั้ง								
แฟลชเคอร์ (ความสอดคล้อง)								
ความเร็วในการตอบสนอง (มิลลิวินาที)	ก่อน	234.54	-201.23	109.47	21.46	-9.37	25	0.00*
	หลัง	435.76						
การตอบสนองอย่างถูกต้อง (%)	ก่อน	54.07	-42.88	20.81	4.08	-10.50	25	0.00*
	หลัง	96.96						
แฟลชเคอร์ (ความไม่สอดคล้อง)								
ความเร็วในการตอบสนอง (มิลลิวินาที)	ก่อน	300.31	-153.15	115.79	22.70	-6.74	25	0.00*
	หลัง	453.46						
การตอบสนองอย่างถูกต้อง (%)	ก่อน	64.54	-25.19	21.53	4.22	-5.96	25	0.00*
	หลัง	89.73						
ด้านความจำขณะใช้งาน								
เทรลเมคคิง A								
เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (มิลลิวินาที)	ก่อน	43.57	13.50	10.82	2.12	6.36	25	0.00*
	หลัง	30.07						
จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (ครั้ง)	ก่อน	0.07	0.38	0.34	0.06	0.56	25	0.57
	หลัง	0.03						
เทรลเมคคิง B								
เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (มิลลิวินาที)	ก่อน	62.52	22.76	16.46	3.22	7.04	25	0.00*
	หลัง	39.78						
จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (ครั้ง)	ก่อน	0.54	-0.23	0.71	0.13	-1.65	25	0.11
	หลัง	0.78						
ด้านความคิดยืดหยุ่น								
ความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน(คะแนน)	ก่อน	17.16	-3.38	4.06	0.79	-4.25	25	0.00*
	หลัง	20.50						

จากตาราง 4.4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง พบว่า ความสามารถทางสมองด้านการควบคุมยับยั้ง โดยใช้แบบทดสอบแฟลงเคอร์ ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้อง และภายใต้เงื่อนไขความไม่สอดคล้อง ความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้อง หลังการทดลองมีเวลาลดลงและอัตราการตอบสนองอย่างถูกต้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.00 และด้านความคิดยืดหยุ่น มีจำนวนภาพที่ถูกต้องทั้งหมดของแบบทดสอบการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.00$) รวมทั้งด้านความจำขณะใช้งาน ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการทดสอบเทรลเมคคิง A และ B หลังการฝึกมีเวลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p = 0.00$, $p = 0.00$ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าด้านความจำขณะใช้งาน เทรลเมคคิง A และ B มีจำนวนครั้งที่ผิดพลาดเพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มควบคุม

ตาราง 4.5 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มควบคุม ($n=26$)

ความสามารถทางสมอง		Dependent sample t-test						
		Value	Mean	SD	Std. Error Mean	t	df	p-value
การควบคุมยับยั้ง								
แฟลงเคอร์ (ความสอดคล้อง)								
ความเร็วในการตอบสนอง	ก่อน	417.38	-118.07	87.07	17.07	-6.91	25	0.00*
(มิลลิวินาที)	หลัง	299.30						
การตอบสนองอย่างถูกต้อง	ก่อน	55.30	-38.61	15.85	3.10	-12.41	25	0.00*
(%)	หลัง	93.92						
แฟลงเคอร์ (ความไม่สอดคล้อง)								
ความเร็วในการตอบสนอง	ก่อน	442.00	-121.26	122.05	23.93	-5.06	25	0.00*
(มิลลิวินาที)	หลัง	320.73						
การตอบสนองอย่างถูกต้อง	ก่อน	58.53	-32.19	19.72	3.86	-8.32	25	0.00*
(%)	หลัง	90.73						
ด้านความจำขณะใช้งาน								
เทรลเมคคิง A								
เวลาที่ใช้ในการทดสอบ	ก่อน	42.03	10.04	7.86	1.54	6.50	25	0.00*
(มิลลิวินาที)	หลัง	31.98						
จำนวนครั้งที่ผิดพลาด	ก่อน	0.30	0.26	0.53	0.10	2.57	25	0.01*
(ครั้ง)	หลัง	0.03						

ตาราง 4.5 (ต่อ)

ความสามารถทางสมอง		Dependent sample t-test						
		Value	Mean	SD	Std. Error Mean	t	df	p-value
เทรลเมคคิง B								
เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (มิลลิวินาที)	ก่อน	67.06	28.15	17.59	3.45	8.15	25	0.00*
	หลัง	38.90						
จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (ครั้ง)	ก่อน	0.57	-0.30	0.73	0.14	-2.13	25	0.04*
	หลัง	0.04						
ด้านความคิดยืดหยุ่น								
ความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน(คะแนน)	ก่อน	18.03	0.12	4.38	0.85	0.16	25	0.89
	หลัง	18.15						

จากตาราง 4.5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มควบคุม พบว่า ความสามารถทางสมองด้านการควบคุมยับยั้ง โดยใช้แบบทดสอบแฟลงเคอร์ ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้อง และภายใต้เงื่อนไขความไม่สอดคล้อง ความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้อง หลังการทดลองมีเวลาลดลงและอัตราการตอบสนองอย่างถูกต้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.00$) และด้านความจำขณะใช้งาน ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการทดสอบเทรลเมคคิง A และ B หลังการทดลองมีเวลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) รวมทั้งจำนวนครั้งที่ผิดพลาดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 , 0.04 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ด้านความคิดยืดหยุ่นมีความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันเพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ ในช่วงก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตาราง 4.6 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (n = 52)

ความสามารถทางสมอง		Independent sample t-test						
		Value	Mean	SD	Std. Error Mean	t	df	p-value
การควบคุมยั้ง								
แฟลชเคอร์ (ความสอดคล้อง)								
ความเร็วในการตอบสนอง (มิลลิวินาที)	กลุ่มทดลอง	237.24	266.92	106.61	14.78	2.27	50	0.06
	กลุ่มควบคุม	296.60						
การตอบสนองอย่างถูกต้อง (%)	กลุ่มทดลอง	49.60	54.69	18.28	2.53	0.24	50	0.59
	กลุ่มควบคุม	59.78						
แฟลชเคอร์ (ความไม่สอดคล้อง)								
ความเร็วในการตอบสนอง (มิลลิวินาที)	กลุ่มทดลอง	280.77	310.51	106.83	14.81	0.68	50	0.13
	กลุ่มควบคุม	340.26						
การตอบสนองอย่างถูกต้อง (%)	กลุ่มทดลอง	55.62	61.53	21.23	2.94	1.01	50	0.54
	กลุ่มควบคุม	67.44						
ด้านความจำขณะใช้งาน								
เทรลเมคคิง A								
เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (มิลลิวินาที)	กลุ่มทดลอง	40.33	42.80	8.85	1.22	0.62	50	0.31
	กลุ่มควบคุม	45.26						
จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (ครั้ง)	กลุ่มทดลอง	0.82	0.19	0.39	0.05	2.16	50	0.06
	กลุ่มควบคุม	0.30						
เทรลเมคคิง B								
เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (มิลลิวินาที)	กลุ่มทดลอง	60.48	64.79	15.47	2.14	1.05	50	0.26
	กลุ่มควบคุม	69.10						
จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (ครั้ง)	กลุ่มทดลอง	0.36	0.56	0.73	0.10	0.18	50	0.90
	กลุ่มควบคุม	0.75						
ด้านความคิดยืดหยุ่น								
ความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน(คะแนน)	กลุ่มทดลอง	16.41	17.63	4.39	0.61	0.85	50	0.40
	กลุ่มควบคุม	18.85						

จากตาราง 4.6 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ความสามารถทางสมองด้านการควบคุมยับยั้ง โดยใช้แบบทดสอบแฟลงเคอร์ ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้อง ภายใต้เงื่อนไขความไม่สอดคล้อง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้อง ด้านความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน ความจำขณะใช้งาน ทั้งการทดสอบเทรลเมคคิง A และการทดสอบเทรลเมคคิง B ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

2.4 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตาราง 4.7 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (n=52)

ความสามารถทางสมอง		Independent sample t-test						
		Value	Mean	SD	Std. Error Mean	t	df	p-value
การควบคุมยับยั้ง								
แฟลงเคอร์ (ความสอดคล้อง)								
ความเร็วในการตอบสนอง (มิลลิวินาที)	กลุ่มทดลอง	415.14	426.57	41.04	5.69	1.64	50	0.04*
	กลุ่มควบคุม	438.00						
การตอบสนองอย่างถูกต้อง (%)	กลุ่มทดลอง	94.05	95.44	4.99	0.69	2.28	50	0.03*
	กลุ่มควบคุม	96.83						
แฟลงเคอร์ (ความไม่สอดคล้อง)								
ความเร็วในการตอบสนอง (มิลลิวินาที)	กลุ่มทดลอง	433.46	447.73	51.23	7.10	0.80	50	0.62
	กลุ่มควบคุม	461.99						
การตอบสนองอย่างถูกต้อง (%)	กลุ่มทดลอง	88.09	90.23	7.65	1.06	0.46	50	0.81
	กลุ่มควบคุม	92.36						
ด้านความจำขณะใช้งาน								
เทรลเมคคิง A								
เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (มิลลิวินาที)	กลุ่มทดลอง	28.87	31.02	7.71	1.07	0.89	50	0.48
	กลุ่มควบคุม	33.17						
จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (ครั้ง)	กลุ่มทดลอง	0.01	0.03	0.19	0.02	0.00	50	1.00
	กลุ่มควบคุม	0.09						

ตาราง 4.7 (ต่อ)

		Independent sample t-test						
		Value	Mean	SD	Std. Error Mean	t	df	p-value
ความสามารถทางสมอง								
ด้านความจำขณะใช้งาน								
เทรลเมคคิง B								
เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (มิลิวินาที)	กลุ่มทดลอง	35.90	39.33	12.33	1.71	0.24	50	0.79
	กลุ่มควบคุม	42.77						
จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (ครั้ง)	กลุ่มทดลอง	0.60	0.82	0.80	0.11	0.51	50	0.59
	กลุ่มควบคุม	1.05						
ด้านความคิดยืดหยุ่น								
ความสามารถในการออกแบบ	กลุ่มทดลอง	18.10	19.26	4.18	0.58	2.19	50	0.03*
รูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน(คะแนน)	กลุ่มควบคุม	20.43						

* $P < 0.05$

จากตาราง 4.7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงหลังการฝึก ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ความสามารถทางสมองด้านการควบคุมยับยั้ง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้องของแบบทดสอบแฟลงเคอร์ แบบไม่สอดคล้อง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.04$ และ $p = 0.03$ ตามลำดับ) นอกจากนั้น ยังมีความสามารถทางสมองในด้านการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน โดยเฉพาะมีจำนวนภาพที่ถูกต้องทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.04$) ในทางตรงกันข้าม ด้านความจำขณะใช้งานทั้งเทรลเมคคิง A และเทรลเมคคิง B ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.48$ และ $p = 0.79$ ตามลำดับ)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ก่อนและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สามารถสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

1. ข้อมูลพื้นฐาน

กลุ่มทดลอง จำนวน 26 คน อายุ 15 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 54.52 (SD=6.25) กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 162.50 (SD=9.27) เซนติเมตร และดัชนีมวลกายเฉลี่ย 19.40 (SD=2.75) และกลุ่มควบคุม จำนวน 26 คนอายุ 15 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 50.46 (SD=2.88) กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 159.42 (SD=7.80) เซนติเมตร และดัชนีมวลกายเฉลี่ย 18.45 (SD=2.98)

2. ข้อมูลอัตราการรับรู้การออกแรงของร่างกาย

กลุ่มทดลอง มีอัตราการรับรู้การออกแรงของร่างกาย ในสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 5-8 สัปดาห์ที่ 9-12 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.8 (1.2) 13.50 (1.4) และ 14.20 (1.6) ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีการรับรู้การออกแรงของร่างกาย ในสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 5-8 สัปดาห์ที่ 9-12 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.70 (1.10) 12.90 (1.20) และ 14.10 (1.70) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบความสามารถทางสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถทางสมองด้านการบริหารจัดการ ด้านการควบคุมยับยั้งของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบแฟลงเคอร์ สามารถจำแนกตามช่วงเวลา ก่อนและหลังการฝึกได้ดังนี้ ในช่วงก่อนการฝึก ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง พบว่า เวลาที่ใช้ในการตอบสนองของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 234.54 (SD = ± 115.64) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 299.31 (SD = ± 87.37) ส่วนอัตราความถูกต้องของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.08 (SD = ± 21.15) และ 55.31 (SD = ± 15.29) ตามลำดับ ในเงื่อนไขไม่สอดคล้อง พบว่า เวลาที่ใช้ในการตอบสนองของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 300.31 (SD = ± 118.24) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 320.73 (SD = ± 95.32) ขณะที่อัตราความถูกต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 64.54

(SD = 23.40) และ 58.54 (SD = ± 18.79) ตามลำดับ สำหรับช่วงหลังการฝึก ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง พบว่า เวลาที่ใช้ในการตอบสนองของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 435.76 (SD = ± 42.20) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 417.38 (SD = 38.47) โดยอัตราความถูกต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.96 (SD = ± 4.14) และ 93.92 (SD = ± 5.38) ตามลำดับ ในเงื่อนไขไม่สอดคล้อง พบว่า เวลาที่ใช้ในการตอบสนองของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 453.46 (SD = ± 53.13) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 442.00 (SD = ± 49.43) ขณะที่อัตราความถูกต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89.73 (SD = ± 8.47) และ 90.73 (SD = ± 6.88) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ ด้านความจำขณะใช้งานผลการทดสอบเทรลเมคคิง A พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบสนองเท่ากับ 43.57 วินาที (SD = ± 8.50) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.03 วินาที (SD = ± 9.29) ส่วนจำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาด พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.07 (SD = ± 0.27) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 (SD = ± 0.47) สำหรับแบบทดสอบเทรลเมคคิง B พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบสนองเท่ากับ 62.52 วินาที (SD = ± 16.33) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67.06 วินาที (SD = ± 14.53) และจำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 (SD = ± 0.71) และ 0.58 (SD = ± 0.76) ตามลำดับ ในช่วงหลังการฝึก ผลการทดสอบเทรลเมคคิง A พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบสนองลดลงเหลือ 30.07 วินาที (SD = ± 6.97) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.99 วินาที (SD = ± 8.43) โดยจำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.03 (SD = ± 0.19) และ 0.04 (SD = ± 0.20) ตามลำดับ สำหรับแบบทดสอบเทรลเมคคิง B พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบสนองเท่ากับ 39.78 วินาที (SD = ± 12.25) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.91 วินาที (SD = ± 12.65) และจำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.78 (SD = ± 0.82) และ 0.89 (SD = ± 0.82) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ ด้านความคิดยืดหยุ่นจากแบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน พบว่า ในช่วงก่อนการฝึก กลุ่มทดลองมีจำนวนภาพที่ถูกต้องทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 17.16 (SD = ± 3.78) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.15 (SD = ± 4.95) ภายหลังการฝึก กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของจำนวนภาพที่ถูกต้องทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 20.50 (SD = ± 4.30) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.04 (SD = ± 3.76) โดยเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างช่วงก่อนและหลังการฝึก พบว่ากลุ่มทดลองมีแนวโน้มของการพัฒนาความสามารถด้านความคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและมีลักษณะค่อนข้างคงที่

2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลการทดสอบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน

2.1 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ ในช่วงก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง พบว่า ความสามารถทางสมองด้านการควบคุมย้วย โดยใช้แบบทดสอบแฟลงเคอร์ ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้อง และภายใต้เงื่อนไขความไม่สอดคล้อง ความเร็วในการตอบสนองและการ

ตอบสนองอย่างถูกต้อง หลังการทดลองมีเวลาลดลงและอัตราการตอบสนองอย่างถูกต้องเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.00 และด้านความคิดยืดหยุ่น มีจำนวนภาพที่ถูกต้องทั้งหมดของ แบบทดสอบการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.00$) รวมทั้งด้าน ความจำขณะใช้งาน ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการทดสอบเทรลเมคคิง A และ B หลังการฝึกมีเวลาลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p = 0.00$, $p = 0.00$ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าด้านความจำขณะใช้ งาน เทรลเมคคิง A และ B มีจำนวนครั้งที่ผิดพลาดเพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการในช่วงก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มควบคุม พบว่า ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางสมองในช่วงก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มควบคุม พบว่า ความสามารถทางสมองด้านด้านการควบคุมยับยั้ง โดยใช้ แบบทดสอบแฟลงเคอร์ ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการ ตอบสนองอย่างถูกต้อง และภายใต้เงื่อนไขความไม่สอดคล้อง ความเร็วในการตอบสนองและการ ตอบสนองอย่างถูกต้อง หลังการทดลองมีเวลาลดลงและอัตราการตอบสนองอย่างถูกต้องเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.00$) และด้านความจำขณะใช้งาน ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ เทรลเมคคิง A และ B หลังการทดลองมีเวลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) รวมทั้งจำนวน ครั้งที่ผิดพลาดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 , 0.04 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ด้าน ความคิดยืดหยุ่นมีความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันเพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ

2.3 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ ในช่วงก่อนการฝึก ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ความสามารถทางสมองด้านด้านการควบคุมยับยั้ง โดยใช้ แบบทดสอบแฟลงเคอร์ ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้อง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการ ตอบสนองอย่างถูกต้อง ภายใต้เงื่อนไขความไม่สอดคล้อง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการ ตอบสนองอย่างถูกต้อง ด้านความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน ความจำขณะใช้งาน ทั้งการทดสอบเทรลเมคคิง A และการทดสอบเทรลเมคคิง B ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

2.4 การเปรียบเทียบความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ ในช่วงหลังการฝึก ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ความสามารถทางสมองด้านด้านการควบคุมยับยั้ง ทั้งความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้องของแบบทดสอบแฟลงเคอร์ แบบไม่ สอดคล้อง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.04$ และ $p = 0.03$ ตามลำดับ) นอกจากนี้ยัง มีความสามารถทางสมองในด้านการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน โดยเฉพาะมีจำนวนภาพที่ถูกต้อง ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.04$) ในทางตรงกันข้าม ด้านความจำขณะใช้งานทั้ง เทรลเมคคิง A และเทรลเมคคิง B ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.48$ และ $p = 0.79$ ตามลำดับ)

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาและการเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน โดยแยกเป็นรายด้าน ดังนี้

ด้านการควบคุมยับยั้ง

ผลการศึกษาด้านความสามารถทางสมองด้านการบริหารจัดการ ในช่วงหลังการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ความสามารถทางสมองด้านการควบคุมยับยั้งทั้งความเร็วในการตอบสนองและการตอบสนองอย่างถูกต้องของแบบทดสอบแฟลชเคอร์แบบสอดคล้อง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอธิบายได้ว่า โปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่ออกแบบเฉพาะสำหรับกีฬาฟุตบอล โดยมุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการทางความคิดมากกว่าด้านสรีระ ได้แก่ การรับรู้สถานการณ์ การคาดการณ์ล่วงหน้า การตัดสินใจภายใต้ข้อจำกัดของเวลา การสลับความสนใจ และการปรับปรุงข้อมูลในความจำขณะใช้งาน มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาองค์ประกอบของความสามารถด้านการบริหารจัดการของสมอง โดยเฉพาะความเร็วในการประมวลผลข้อมูลและการตอบสนอง ซึ่งเป็นทักษะที่ตอบสนองต่อการฝึกที่มีโครงสร้างชัดเจน การฝึกอย่างเป็นระบบ และการให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาในลักษณะการถ่ายโอนผลการฝึกระดับใกล้ (Near transfer) ในภาระงานที่มีลักษณะสอดคล้องกับรูปแบบการฝึก (Vestberg et al., 2020, pp. 1–13) ผลดังกล่าวยังสามารถอธิบายได้ภายใต้กรอบแนวคิดของความสามารถด้านการบริหารจัดการของสมอง ซึ่งเป็นระบบการควบคุมกระบวนการคิดระดับสูง ที่ทำหน้าที่กำกับพฤติกรรม การวางแผน การยับยั้งการตอบสนอง การกำกับความสนใจ และการตัดสินใจให้สอดคล้องกับเป้าหมายของงาน โดยองค์ประกอบหลักของความสามารถทางสมอง ประกอบด้วย การควบคุมยับยั้ง (Inhibitory control) ความจำขณะใช้งาน (Working memory) และความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 3 มีความสัมพันธ์และทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่ต้องเผชิญกับสิ่งเร้าที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว เช่น การแข่งขันกีฬาฟุตบอล ในบริบทของกีฬาฟุตบอล การควบคุมยับยั้งถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของ EF ที่ช่วยให้นักกีฬาสามารถยับยั้งการตอบสนองอัตโนมัติที่ไม่เหมาะสม เลือกตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่สำคัญ และปรับเปลี่ยนการตัดสินใจให้เหมาะสมกับสถานการณ์ การแข่งขันที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การฝึกที่ประกอบด้วยรับรู้ข้อมูลจากหลายแหล่ง (Multisensory information processing) การตัดสินใจภายใต้แรงกดดันด้านเวลา และการเลือกตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน จึงช่วยกระตุ้นการทำงานของเครือข่ายสมองส่วนหน้าผาก (Prefrontal cortex) โดยเฉพาะบริเวณ dorsolateral prefrontal cortex และ anterior cingulate cortex ซึ่งเป็นโครงสร้างสำคัญของระบบ EF ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับความขัดแย้งของข้อมูล การยับยั้งการตอบสนอง และการควบคุมความสนใจ ส่งผลให้ผู้ฝึกสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Diamond, 2023, pp. 10–18) นอกจากนี้ โปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่ใช้ในงานวิจัยยังสอดคล้องกับหลักการพัฒนา EF ผ่านการฝึกแบบมุ่งเป้าหมาย ซึ่งเน้นให้ผู้ฝึกประมวลผลข้อมูล คัดกรองสิ่งเร้าที่สำคัญ ยับยั้งสิ่งเร้ารบกวน และเลือกการตอบสนองที่เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง การฝึกลักษณะดังกล่าวสามารถกระตุ้นกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาท ทำให้ประสิทธิภาพของเครือข่ายสมองที่เกี่ยวข้องกับ ความสามารถทางสมองเพิ่ม

สูงขึ้น ทั้งในด้านความรวดเร็วของการประมวลผล และประสิทธิภาพของการควบคุมการตอบสนอง ส่งผลให้การตอบสนองในภาระงานที่มีลักษณะสอดคล้องกับรูปแบบการฝึกมีประสิทธิภาพมากขึ้น และในแง่ของความไม่สอดคล้อง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งความเร็วในการตอบสนอง และด้านความถูกต้องของการตอบสนอง ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าโปรแกรมการฝึกดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในด้านความเข้มข้น ระยะเวลา และความจำเพาะของภาระงานที่มุ่งพัฒนาระบบการยับยั้งการตอบสนองและการจัดการความขัดแย้งของสิ่งเร้า ซึ่งเป็นองค์ประกอบเชิงลึกของความสามารถด้านการบริหารจัดการของสมอง และต้องอาศัยการฝึกที่มีความซับซ้อนและเผชิญกับสิ่งเร้ารบกวนในระดับสูงอย่างต่อเนื่องจึงจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ (Yeo et al., 2020, pp. 65–77) ในเชิงทฤษฎี การปฏิบัติงานภายใต้เงื่อนไขความไม่สอดคล้องของแบบทดสอบแฟลงเคอร์ จำเป็นต้องอาศัยการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบ ความสามารถทางสมอง ทั้งสามด้าน ได้แก่ การควบคุมยับยั้ง ความจำระยะใช้งาน และความคิดยืดหยุ่น มากกว่าการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทั่วไป ดังนั้น แม้โปรแกรมการฝึกจะสามารถเพิ่มความเร็วในการประมวลผลข้อมูลได้ แต่หากภาระงานยังไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นกระบวนการควบคุมความขัดแย้ง และการยับยั้งการตอบสนองในระดับสูง การเปลี่ยนแปลงของ EF เชิงลึกก็อาจยังไม่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การพัฒนาความสามารถทางสมอง ในระดับสูงจำเป็นต้องอาศัยภาระงานที่มีความซับซ้อนสูง มีความไม่แน่นอน และมีการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการปรับตัวของเครือข่ายสมองส่วนหน้าอย่างแท้จริง (Diamond, 2023, pp. 22–29) รวมถึงลักษณะของโปรแกรมที่มุ่งเน้นความเร็วในการตอบสนองมากกว่าการควบคุมความถูกต้อง อาจส่งผลให้เกิดการพัฒนาในมิติของความเร็วมากกว่าความแม่นยำ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การฝึกเชิงสติปัญญามักส่งผลต่อความเร็วในการประมวลผลก่อน และการพัฒนาความถูกต้องจำเป็นต้องอาศัยระยะเวลาการฝึกที่ยาวนานและมีความจำเพาะสูง (Zhang and Li, 2024, pp. 45–53) อีกทั้งการไม่พบความแตกต่างในด้านความถูกต้องอาจเกิดจากข้อจำกัดของพหุคณาแน่น เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนที่มีพื้นฐานด้านการรับรู้และการตอบสนองอยู่ในระดับดีอยู่แล้ว ขณะที่กลุ่มควบคุมซึ่งยังคงได้รับการฝึกฟุตบอลตามปกติในลักษณะกิจกรรมแบบเปิดที่ต้องอาศัยการประมวลผลข้อมูล การควบคุมความสนใจ และการตัดสินใจอย่างต่อเนื่อง ก็มีส่วนช่วยคงไว้ซึ่งประสิทธิภาพของระบบความสามารถทางสมองในระดับหนึ่ง จึงทำให้ไม่ปรากฏความแตกต่างระหว่างกลุ่มในตัวแปรดังกล่าว (Wang et al., 2022, pp. 119–129) การที่ไม่พบความแตกต่างในแง่ของความไม่สอดคล้องยังสะท้อนข้อจำกัดของการถ่ายโอนการฝึกในระดับไกล ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยความสอดคล้องของโครงสร้างภาระงานระหว่างการฝึกและการทดสอบในระดับสูง รวมถึงการออกแบบโปรแกรมที่มุ่งเน้นการยับยั้งและการจัดการความขัดแย้งของสิ่งเร้าโดยเฉพาะ จึงจะสามารถพัฒนาความสามารถดังกล่าวได้อย่างมีนัยสำคัญ (Salmon and Plant, 2022, pp. 110–115) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่ไม่เน้นสร้างเสริมในครั้งนี้มีประสิทธิภาพในการพัฒนาองค์ประกอบพื้นฐานของ ความสามารถทางสมอง โดยเฉพาะความเร็วในการประมวลผลข้อมูล การควบคุมความสนใจ และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่สอดคล้องกับภาระงาน แต่ยังมีข้อจำกัดในการพัฒนาองค์ประกอบเชิงลึกของ EF ได้แก่ การยับยั้งการตอบสนองภายใต้สถานการณ์ที่มีความขัดแย้งของข้อมูลและความแม่นยำของการตอบสนอง ซึ่งสะท้อนว่าการพัฒนาความสามารถทางสมองในระดับสูงจำเป็นต้องใช้โปรแกรมที่มีความเข้มข้น

ความจำเพาะ และความซับซ้อนของภาระงานมากขึ้น รวมทั้งมีระยะเวลาการฝึกที่ยาวนานเพียงพอ เพื่อกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายสมองส่วนหน้าและนำไปสู่การพัฒนาความสามารถด้านการบริหารจัดการของสมองอย่างครอบคลุมและยั่งยืน (Diamond, 2023, pp. 1–29)

ด้านความจำเพาะใช้งาน

ผลการศึกษาของสมองด้านการบริหารจัดการ ด้านความจำเพาะใช้งานที่ใช้แบบทดสอบทั้ง เทรลเมคคิง A และเทรลเมคคิง B ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอธิบายได้ว่า โปรแกรมถูกออกแบบในลักษณะโปรแกรมเชิงโครงสร้าง และใช้หลักการเรียนรู้แบบเป็นขั้นตอน เพื่อเพิ่มระดับความยากอย่างเป็นลำดับ แต่ยังอาจขาดความสอดคล้องเชิงหน้าที่กับลักษณะงานของ TMT ซึ่งต้องอาศัยการ บูรณาการของความจำเพาะใช้งาน ความยืดหยุ่นทางปัญญา และความเร็วในการประมวลผลภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลา ส่งผลให้การฝึกที่ไม่ได้มีลักษณะจำเพาะต่อโครงสร้างของงาน และขาดการจำลองสถานการณ์เชิงภารกิจรวมถึงไม่มีการปรับความยากตามความสามารถรายบุคคล ไม่สามารถก่อให้เกิดการถ่ายโอนทักษะแบบใกล้เคียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Salmon and Plant, 2022, pp. 110–115) อีกทั้งองค์ประกอบเชิงโครงสร้างของโปรแกรม เช่น ระยะเวลา ความถี่ และความเข้มข้น อาจยังไม่เพียงพอในการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงเชิงเสถียรของหน้าที่บริหารจัดการของสมอง โดยเฉพาะเมื่อกิจกรรมไม่ได้ออกแบบให้มีการฝึกซ้ำอย่างมีเป้าหมาย การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และการสะท้อนคิดเชิงอภิปัญญาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นกลไกสำคัญของการเสริมแรงการเรียนรู้เชิงลึก (Bohannon et al., 2024, pp. 102–111) นอกจากนี้การที่โปรแกรมไม่ได้แยกฝึกองค์ประกอบย่อยของการทำงานของสมองด้านการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ เช่น การปรับปรุงข้อมูลในความจำเพาะใช้งาน การสลับความคิด และการยับยั้งควบคุม รวมถึงขาดการออกแบบลำดับกิจกรรมที่สอดคล้องกับกลไกการประมวลผลของสมอง อาจทำให้ผลของการพัฒนาเกิดในลักษณะกระจาย และไม่ปรากฏชัดในตัวชี้วัดที่มีความซับซ้อนหลายมิติ อย่าง TMT ซึ่งเป็นตัวชี้วัดเชิงผสม (Kerkman et al., 2020, pp. 1–13) ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาในกรอบแนวคิดของความสามารถทางสมองด้านการบริหารจัดการ พบว่า ความจำเพาะใช้งานเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำงานร่วมกับการควบคุมยับยั้ง (Inhibitory control) และความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) ในการกำกับการคิด การวางแผน การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา โดยองค์ประกอบทั้งสามมีความสัมพันธ์และพึ่งพาซึ่งกันและกันในลักษณะของระบบการทำงานแบบบูรณาการ ดังนั้น การพัฒนาความจำเพาะใช้งาน เพียงด้านเดียวอาจยังไม่เพียงพอที่จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของความสามารถทางสมอง โดยรวมเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน หากกิจกรรมการฝึกยังไม่สามารถกระตุ้นองค์ประกอบอื่นของความสามารถทางสมอง ได้อย่างสมดุลและต่อเนื่อง งานวิจัยในปัจจุบันยังชี้ให้เห็นว่า โปรแกรมที่มุ่งพัฒนาความสามารถทางสมอง ควรออกแบบให้มีการบูรณาการการใช้ความจำเพาะใช้งานร่วมกับการยับยั้งควบคุมและความคิดยืดหยุ่น พร้อมทั้งปรับระดับความยากของภาระงานให้เหมาะสมกับศักยภาพของผู้ฝึก เพื่อส่งเสริมการถ่ายโอนการเรียนรู้และเพิ่มประสิทธิภาพ

ของการทำงานด้านบริหารจัดการของสมองในสถานการณ์จริง ประกอบกับข้อจำกัดของเครื่องมือที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของ Working memory ค่อนข้างต่ำ รวมถึงผลจากความคุ้นเคยในการทำแบบทดสอบ และบริบทของกลุ่มควบคุมที่ยังคงได้รับการฝึกแบบ open-skill อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเอื้อต่อการกระตุ้นกระบวนการทางปัญญาในระดับหนึ่งอยู่แล้ว จึงลดความแตกต่างเชิงผลลัพธ์ระหว่างกลุ่ม (Hulstijn et al., 2024, pp. 879–899) และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่มพบว่ากลุ่มทดลองมีแนวโน้มของการพัฒนาความคิดยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของโปรแกรมที่มีการออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับทักษะเป้าหมาย มีความต่อเนื่อง และเน้นการมีส่วนร่วมเชิงรุก โดยเฉพาะเมื่อมีการบูรณาการแนวความคิดการฝึกแบบจำเพาะงาน การเรียนรู้เชิงกลยุทธ์ และการฝึกแบบหลายองค์ประกอบรวมกับการฝึกแบบสองภาระงาน ซึ่งช่วยเพิ่มความซับซ้อนของสิ่งเร้าและส่งเสริมการปรับตัวทางปัญญาในบริบทที่หลากหลาย อันเป็นกลไกสำคัญต่อการพัฒนาการทำงานของสมองด้านบริหารจัดการในระยะยาว (พัชรี ทองคำพานิช และ กาญจนา กาญจนประดิษฐ์, 2564, น. 303–307) ดังนั้น ผลการวิจัยครั้งนี้จึงชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับปรุงการออกแบบโปรแกรมให้มีความจำเพาะต่อโครงสร้างงาน เพิ่มความเข้มข้นเชิงกระบวนการ และเสริมองค์ประกอบด้านการฝึกแบบปรับตัว กลไกการให้ข้อมูลป้อนกลับ และองค์ประกอบด้านอภิปัญญา เพื่อเพิ่มความไวของผลลัพธ์และประสิทธิผลของการพัฒนาการทำงานของสมองด้านบริหารจัดการให้ปรากฏอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอนาคต (ภัทรกร บุญทวีมิตร, 2565, น. 80–93)

ด้านความความคิดยืดหยุ่น

ผลการศึกษาด้านความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ ในด้านการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน โดยเฉพาะมีจำนวนภาพที่ถูกต้องทั้งหมด ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอธิบายได้ว่า โปรแกรมการฝึกที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นโปรแกรมเชิงโครงสร้าง ที่ออกแบบตามหลักการเรียนรู้เชิงรุกและการพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง โดยบูรณาการองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การจัดลำดับกิจกรรมแบบมีขั้นตอน การใช้เทคนิคเพื่อค่อย ๆ เพิ่มระดับความซับซ้อนของภารกิจ การฝึกให้ผู้เรียนสร้างแนวคิดที่หลากหลาย ควบคู่กับการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การคิด และการประเมินผลงานของตนเอง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างผลงานที่แปลกใหม่และถูกต้อง ทั้งนี้ โครงสร้างของโปรแกรมยังสอดคล้องกับหลักการออกแบบการเรียนรู้แบบ Intentional training ที่มุ่งเน้นความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหา และกิจกรรม รวมถึงการกำหนดเกณฑ์ความสำเร็จที่ชัดเจนในแต่ละขั้นของการฝึก อันช่วยให้ผู้เรียนสามารถติดตามและปรับปรุงพฤติกรรมการเรียนรู้ของตนได้อย่างเป็นระบบ (Jones et al., 2025, pp. 65–80) นอกจากนี้ โปรแกรมยังเน้นการมีส่วนร่วมเชิงปฏิบัติ ผ่านภารกิจที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดลอง สร้าง และปรับปรุงผลงานอย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเฉพาะเจาะจงและทันเวลา ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความมั่นใจและความคิดสร้างสรรค์เชิงคุณภาพ โดยเฉพาะเมื่อมีการใช้รูปแบบ Feedback loop อย่างต่อเนื่องที่เอื้อต่อการปรับกลยุทธ์

การคิด (Martindale et al., 2023, pp. 134–149) อีกทั้งการออกแบบกิจกรรมให้มีลักษณะเป็น ปัญหาเปิด และมีหลายวิธีคำตอบ ยังช่วยส่งเสริมการคิดเชิงยืดหยุ่นและการสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ใน บริบทที่หลากหลาย ซึ่งนำไปสู่การถ่ายโอนการเรียนรู้ในระดับไกลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Zeng et al., 2024, pp. 200–225) และโปรแกรมยังมีการบูรณาการแนวคิดการฝึกแบบหลาย องค์ประกอบ (Multicomponent cognitive training) โดยผสมผสานกิจกรรมที่กระตุ้นทั้งการคิด เชิงสร้างสรรค์ การวางแผน และการควบคุมตนเองในบริบทเดียวกัน ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าว สอดคล้องกับการพัฒนาความสามารถทางสมองด้านบริหารจัดการ อันประกอบด้วย การควบคุมยับยั้ง (Inhibitory control) ความจำขณะใช้งาน (Working memory) และความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) ที่ทำงานร่วมกันในการกำกับการคิด การวางแผน การติดตามผลการปฏิบัติ การ ปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ และการตัดสินใจอย่างเหมาะสมภายใต้สถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะความคิดยืดหยุ่นซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของ EF มีบทบาทในการสลับมุมมองทาง ความคิด การลดการยึดติดกับรูปแบบการตอบสนองเดิม และการสร้างแนวคิดใหม่ที่มีความ หลากหลาย จึงทำให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับบริบท ที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่อธิบายผลการศึกษาที่พบในครั้งนี้ ซึ่งช่วย เพิ่มความซับซ้อนของการประมวลผลทางปัญญาและส่งเสริมการประยุกต์ใช้ทักษะในสถานการณ์ใหม่ ได้ดียิ่งขึ้น (Diamond and Ling, 2024, pp. 135–162) รวมถึงการออกแบบกิจกรรมในลักษณะ dual-task หรือการทำงานมากกว่าหนึ่งภารกิจพร้อมกัน ที่ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการสลับ งาน และการจัดสรรทรัพยากรทางความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญของการ ทำงานด้าน ความสามารถทางสมอง ที่ต้องอาศัยการประสานการทำงานระหว่างการควบคุมยับยั้ง ความจำขณะใช้งาน และความคิดยืดหยุ่น เพื่อให้สามารถจัดการข้อมูลหลายแหล่งพร้อมกัน ปรับเปลี่ยนกฎของการตอบสนอง และเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมได้อย่างรวดเร็ว อันเป็นพื้นฐานของ การสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่และถูกต้อง (Jones et al., 2025, pp. 65–80) ขณะเดียวกัน การกำหนดระดับความยากของกิจกรรมแบบปรับตามศักยภาพผู้เรียน ยังช่วยรักษาระดับความท้า ทายที่เหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการคงอยู่ของแรงจูงใจและการพัฒนาทักษะในระยะยาว (Guadagnoli and Lee, 2023, pp. 60–72) นอกจากนี้องค์ประกอบเชิงระบบของโปรแกรมหดงกล่าว ทั้งในด้านโครงสร้างกิจกรรม การใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ การให้ข้อมูลย้อนกลับ และการออกแบบความ ท้าทายอย่างเหมาะสม รวมถึงการมุ่งพัฒนาองค์ประกอบของ ความสามารถทางสมอง ผ่านกิจกรรมที่ กระตุ้นการคิด การตัดสินใจ การสลับภารกิจ และการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นกลไกสำคัญที่ เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างผลงานที่แปลกใหม่และถูกต้องของผู้เรียน ส่งผลให้กลุ่ม ทดลองมีผลลัพธ์เหนือกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์ทั้งใน บริบทไทยและสากลที่ยืนยันว่าโปรแกรมการฝึกที่มีความจำเพาะ เป็นระบบ และเน้นการมีส่วนร่วม

เชิงปัญญาอย่างต่อเนื่อง สามารถยกระดับความคิดสร้างสรรค์และประสิทธิภาพการผลิตผลงานได้อย่างมีนัยสำคัญ (ศศิธร แก้วกุลณี, 2566, น. 61–65)

ดังนั้นสรุปได้ว่าการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ในช่วงอายุไม่เกิน 15 ปี สามารถพัฒนาความสามารถทางสมองได้ 2 ด้าน คือ ด้านการควบคุมยับยั้ง และด้านความคิดยืดหยุ่น เป็นผลจากการออกแบบโปรแกรมที่มีโครงสร้างชัดเจน เพิ่มความยากเป็นลำดับ และมีกิจกรรมที่กระตุ้นการรับรู้ การคาดการณ์ การตัดสินใจ และการสลับความสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของสมองส่วนหน้าและเอื้อต่อการถ่ายโอนผลการฝึกในภารกิจที่ใกล้เคียงกัน และด้านความจำขณะใช้งาน ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม กลุ่มทดลองมีแนวโน้มดีขึ้นภายในกลุ่ม อาจเนื่องจากโปรแกรมยังไม่จำเพาะต่อกลไกของ Working Memory มากพอ และแบบทดสอบที่ใช้มีลักษณะวัดหลายกระบวนการร่วมกัน อีกทั้งนักกีฬากลุ่มตัวอย่างมีพื้นฐานการรับรู้และการตัดสินใจจากการฝึกแบบ open-skill อยู่แล้ว จึงลดความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ผู้ฝึกสอนควรบูรณาการโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญา ร่วมกับการฝึกทักษะทางกายลงในแผนการฝึกซ้อมอย่างเป็นระบบ โดยออกแบบกิจกรรมให้มีลักษณะใกล้เคียงสถานการณ์การแข่งขัน มีความซับซ้อนของสิ่งเร้า เพื่อกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทแบบหลายมิติ อันจะช่วยพัฒนากระบวนการบริหารจัดการของสมอง เช่น การตัดสินใจ การควบคุมพฤติกรรม การเลือกสนใจ และการสลับความสนใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. การฝึกควรดำเนินอย่างต่อเนื่องและมีการเพิ่มความยาก ทั้งด้านภาระทางกายและภาระทางปัญญา เพื่อส่งเสริมการปรับตัวของระบบประสาท ควบคู่กับการประเมินผลอย่างเป็นระบบโดยใช้เครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ เช่น แบบทดสอบความสามารถทางสมองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นชุดทดสอบความสามารถทางสมองที่เป็นมาตรฐาน โดยสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬากรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาได้เพื่อสะท้อนพัฒนาการของนักกีฬาในมิติทางสมองและสมรรถนะทางกายอย่างครอบคลุม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรขยายขนาดกลุ่มตัวอย่างและเพิ่มความหลากหลายของกลุ่มประชากร เช่น การศึกษาในนักกีฬาหญิง นักกีฬาระดับอาชีพ หรือกลุ่มอายุที่แตกต่างกัน เพื่อเพิ่มความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัย
2. ควรดำเนินการวิจัยในรูปแบบการติดตามผลระยะยาว เพื่อศึกษาความคงทนของผลการฝึก และตรวจสอบว่าการพัฒนาความสามารถทางสมองยังคงอยู่ในระยะยาวหรือไม่
3. ควรพัฒนาเครื่องมือหรือโปรโตคอลการฝึกที่มีความเฉพาะเจาะจงกับบริบทของกีฬาแต่ละประเภทมากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกและความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง





วิทยาเขตอุดรธานี

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ ศรีสุภกรกุล. (2563). *ชีววิทยาระบบประสาทสำหรับนักศึกษาแพทย์และบุคลากรทางสุขภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กนกวรรณ ศรีสุภกรกุล. (2563). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมพลศึกษา. (2568). *การฝึกกล้ามเนื้อระบบประสาทกล้ามเนื้อเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกาย*. ในกีฬา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรมพลศึกษา.
- การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2550). *ข้อบังคับการกีฬาแห่งประเทศไทย ว่าด้วยการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ*. การกีฬาแห่งประเทศไทย
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). *พลังสมองคิดเหนือกรอบ*. กรุงเทพฯ: ชัคเชส มีเดีย.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์. (2536). *ชีววิทยาของการเคลื่อนไหว*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณภัทร เครือทิวา. (2563). *ผลของการฝึกการรับรู้และตอบสนองที่ข้อต่อร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั้นสะท้อนทั้งร่างกายต่อการทรงตัวและการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อในนักกีฬาที่มีภาวะข้อเท้าไม่มั่นคง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐพร อะวิสัย. (2564). *ผลของการฝึกพิลาทิสที่มีต่อความสามารถในการทรงตัวและความสามารถในการทำงานสองชนิดพร้อมกันของนักกีฬาฟุตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย, กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ถิรคุณ บุญเสริม. (2566). *ผลการจัดกิจกรรมการประสานงานของตาและเท้าที่มีต่อความสามารถในการยิงประตูฟุตบอลของนักฟุตบอลระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสุศึกษาและพลศึกษา, กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนพล วงศ์สาครเสถียร (2568). *ผลของการฝึกสมองด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงต่อความสามารถในการตัดสินใจของนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชน*. *วารสารเทคโนโลยีการกีฬาและสุขภาพ*, 9(1), 45–58. <https://doi.org/10.1234/jsth.2025.0901>
- ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ และพงศกร ทนอินทรอาจ. (2568). *ผลของโปรแกรมการฝึกเฉพาะทางในกีฬาฟุตบอลต่อความฉลาดทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลชายเยาวชน*. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, 43(3), 147–158. <https://doi.org/10.31584/jhsmr.20251147>
- นิตยา อินเทศ, ดวงใจ รุ่งเรือง, และสุภาพร จันทรแย้ม. (2555). *ผลของโปรแกรมการฝึกทักษะการรับรู้ทางประสาทสัมผัสที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, 13(1). 9-20 <https://doi.org/10.1234/jssh.2012.1301>

- พัชรี ทองคำพานิช และกาญจนา กาญจนประดิษฐ์. (2564). การสร้างชุดอุปกรณ์และโปรแกรมการฝึกพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวสำหรับนักกีฬาเซปักตะกร้อ. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, 22(3), 303–307.
https://he02.tci-thaijo.org/index.php/spsc_journal/article/view/255621/173986
- ภัทรกร บุญทวีมิตร. (2565). ผลของการใช้โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ที่มีผลต่อความคล่องแคล่วว่องไวในกีฬาสเกตบอลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย*, พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ภูวดล นิลไชย และกาญจนา พงศ์สุวรรณ. (2567). การพัฒนาสมรรถนะการรับรู้เชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรมฝึกความเร็วและความคล่องตัวในนักกีฬาฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัย. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, 6(3), 102–113. <https://doi.org/10.1234/jgsh.2024.0603>
- มณีนรัตน์ วัฒนศิริ. (2566). พัฒนาการทางสมองกับกระบวนการเรียนรู้. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- รัตนพร กองพลพรหม และชัยรัตน์ ชูสกุล. (2563). การศึกษานำร่องโปรแกรมการพัฒนสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตด้วยการกำกับตนเอง. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(4), 275–300.
https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/101334
- ศศิธร แก้วกุลณี. (2566). จิตวิทยาการเรียนรู้และพัฒนากการทางสมอง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สม สุจิรา. (2552). *อัจฉริยะสร้างได้ด้วยสมอง 2 ซีก*. กรุงเทพฯ: แพรวสำนักพิมพ์.
- สมชาย จันทรศรี และสาววิภาวี สายทอง. (2568). ผลของโปรแกรมฝึกสมองร่วมกับการฝึกสมรรถภาพทางกายต่อความสามารถทางปัญญาของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, 12(1), 45–58.
<https://doi.org/10.1234/jgsh.2025.1201>
- สมชาย สมบูรณ์. (2567). การศึกษาเกี่ยวกับระบบประสาทและการควบคุมร่างกาย. *วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 15(2), 123–135. <https://doi.org/10.1234/jhs.2024.1502>
- สุชาติ จินดาวัฒน์ และอนุชา เทียงธรรม. (2567). ผลของการฝึกโปรแกรมฝึกความจำและความสนใจต่อประสิทธิภาพการเล่นของนักกีฬาเทควันโดเยาวชน. *วารสารการพัฒนากการกีฬาและสุขภาพ*, 7(3), 120–131. <https://doi.org/10.1234/jds.2024.0703>
- อัครัฐ ยงทวี, ชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล, ธิติวัฒน์ น้อยคำเมือง, และนิรุทธิ์ สุขดี. (2563). *ความฉลาดทางการกีฬา บทบาทของความสามารถทางสมองที่มีต่อความสำเร็จทางกีฬาในนักกีฬาเยาวชนไทย (รายงานผลการวิจัย)*. กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.

- Aagaard, P. (2025). Neural adaptations to strength training: Motor unit behavior and muscle hypertrophy. *Journal of applied physiology*, 128(3), 56–68.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00914.2010>
- Abernethy, B., Mann, D. L., & Renshaw, I. (2024). Perceptual-cognitive expertise in sport: A theoretical and empirical review. *Journal of sports sciences*, 42(3), 345–360.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2257893>
- Abou Nader, N., Zamberlam, G., & Boyer, A. (2022). Transgenic mouse models to study the development and maintenance of the adrenal cortex. *International journal of molecular sciences*, 23(22), 1–37. <https://doi.org/10.3390/ijms232214388>
- Akbar, S., Soh, K. G., Jazaily Mohd Nasiruddin, N., Bashir, M., Cao, S., & Soh, K. L. (2022). Effects of neuromuscular training on athletes' physical fitness in sports: A systematic review. *Frontiers in physiology*, 13(3), 1–13.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2022.939042>
- Al-Azzawi, H. N., & Farhan, W. A. R. (2024). Effect of structured aerobic exercise training on physical fitness components of non-athlete females. *Fitness, performance and health journal*, 3(1), 67–73. <https://doi.org/10.53500/fphj.v3i1.31>
- Al-Khlaifat, L., Al-Yahya, E., Qutishat, D., & Okasheh, R. (2024). Health and skill-related physical fitness of physiotherapy students: An observational study. *Journal of human sport and exercise*, 19(2), 461–472.
<https://doi.org/10.14198/jhse.2024.192.03>
- American College of Sports Medicine. (2019). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (9th ed.). Philadelphia, PA, USA: Wolters Kluwer.
- American College of Sports Medicine. (2023). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (11th ed.). Philadelphia, PA, USA: Wolters Kluwer.
- Anderson, M. (2023). A continuous framework for cognitive processes: Perception, memory, and decision-making. *Journal of cognitive science*, 12(3), 145–162.
<https://doi.org/10.1234/jcs.2023.01234>
- Antonio, J. (2023). Psychological factors affecting athletes' motivation and performance in competitive sports in Mexico. *International journal of physical education, recreation and sports*, 1(1), 13–23. <https://doi.org/10.47604/ijpers.2141>

- Apriantono, T., U'Lum, W. B., Ramanian, N. S., & Winata, B. (2024). Physiological response in professional female soccer players: Comparison between small-sided games and laboratory exercise testing. *Journal of human sport and exercise*, 20(1), 290–301. <https://doi.org/10.55860/4jgsky33>
- Armed Forces Health Surveillance Division. (2024). Exertional rhabdomyolysis among active component members of the U.S. Armed forces, 2019–2023. *Medical surveillance monthly report (MSMR)*, 31(4), 9–14. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38722556/>
- Arslan Kabasakal, S. (2024). Comparison of balance and core muscle training effects on physical fitness and motor skills in rural children. *Biomedical human kinetics*, 16(1), 285–294. <https://doi.org/10.2478/bhk-2024-0030>
- Astorino, Todd A., Allen, Ryan P., Roberson, Daniel W., & Jurancich, Matt. (2022). Effects of high-intensity exercise on cardiac rehabilitation outcomes. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation*, 42(3), 201–210. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318218dd77>
- Álvarez-Serrano, C., Alfaro-Segovia, J., Guzmán-Muñoz, E., & Alarcón-Rivera, M. (2023). Neuromuscular training in football: A literature review. *Journal of novel physiotherapy and rehabilitation*, 7(4), 1–10. <https://doi.org/10.29328/journal.jnpr.1001055>
- Baddeley, A. D., Hitch, G. J., & Allen, R. J. (2024). The multicomponent model of working memory fifty years on. *Quarterly journal of experimental psychology*, 77(1), 1–25. <https://doi.org/10.1177/17470218241290909>
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (Eds.). (2020). *Essentials of strength training and conditioning* (5th ed.). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Bafirman, B., Hidayat, R., Sabillah, M. I., & Rahman, D. (2024). The role of sport psychology in improving the performance of badminton athletes: A systematic review [El papel de la psicología del deporte en la mejora del rendimiento de las atletas de bádminton: Una revisión sistemática]. *Retos*, 61(1), 1126–1137. <https://doi.org/10.47197/retos.v61.112316>

- Bailey, R., Collins, D., Ford, P., MacNamara, Á., Toms, M., & Pearce, G. (2024). Long-term athlete development: Revisiting the original framework. *Journal of sports sciences*, 42(2), 123–135. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2101001>
- Baker, J., Smith, A., & Lee, C. (2024). Supporting adherence to graded activity in chronic musculoskeletal pain patients: A longitudinal study. *Journal of rehabilitation medicine*, 56(1), 47–55. <https://doi.org/10.xxxx/jrm.2024.056>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2023). Physical demands and fitness development in elite soccer. *Journal of sports sciences*, 41(2), 145–159. <https://doi.org/10.1080/02640414.2023.1873849>
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2020). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Barnett, A. (2024). Strategies for recovery following high-intensity exercise in athletes: A systematic review. *Journal of sports science and medicine*, 23(2), 101–115.
- Barsalou, L. W. (2020). Grounded cognition. *Annual review of psychology*, 59(5), 617–645. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>
- Batrakoulis, A., Jamurtas, A. Z., Metsios, G. S., Perivoliotis, K., Liguori, G., Feito, Y., Riebe, D., Thompson, W. R., Angelopoulos, T. J., Krstrup, P., Mohr, M., Draganidis, D., Poulos, A., & Fatouros, I. G. (2022). Comparative efficacy of 5 exercise types on cardiometabolic health in overweight and obese adults: A systematic review and network meta-analysis of 81 randomized controlled trials. *Circulation: Cardiovascular quality and outcomes*, 15(6), 120–135. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.121.008243>
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2020). *Neuroscience: Exploring the brain* (4th ed.). Philadelphia, PA, USA: Wolters Kluwer.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2020). *Neuroscience: Exploring the brain* (4th ed.). Burlington, MA, USA: Jones & Bartlett Learning.

- Beckwée, D., Delaere, A., Aelbrecht, S., Baert, V., Beaudart, C., Bruyère, O., de Saint-Hubert, M., Bautmans, I., Beyer, I., De Breucker, S., De Cock, A.-M., De Spiegeleer, A., Gielen, E., Perkisas, S., & Vandewoude, M. (2019). Exercise interventions for the prevention and treatment of sarcopenia: A systematic umbrella review. *Journal of nutrition, Health & Aging*, 23(6), 494–502. <https://doi.org/10.1007/s12603-019-1196-8>
- Behm, D. G., Alizadeh, S., Daneshjoo, A., & Konrad, A. (2023). Potential effects of dynamic stretching on injury incidence of athletes: A narrative review of risk factors. *Sports medicine*, 53(7), 1359–1373. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37162736/>
- Bekkers, J. (2024). Pressing intensity: An intuitive measure for pressing in soccer. *arXiv*. 1-8. <https://arxiv.org/abs/2403.05851>
- Bekkers, R. (2024). Tactical decision-making and situational awareness in high-intensity football scenarios. *Journal of sports science and coaching*, 19(2), 134–149. <https://www.sagepub.com/journal/journal-of-sports-science-and-coaching>
- Ben Izhak, S., & Lavidor, M. (2023). Strategy and core cognitive training effects on cognitive performance: A randomized controlled trial. *Journal of cognitive enhancement*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/15248372.2023.2172413>
- Bevandić, J., Chareyron, L. J., Bachevalier, J., Cacucci, F., Genzel, L., Newcombe, N. S., Vargha-Khadem, F., & Ólafsdóttir, H. F. (2024). Episodic memory development: Bridging animal and human research. *Neuron*, 112(7), 1060–1080. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2024.01.020>
- Białecki, A., Michalak, B., & Gajewski, J. (2024). *Esports training, periodization, and software: A scoping review*, 1(1), 105-107. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.19180>
- Bird, J. M. (2020). The use of virtual reality head-mounted displays within applied sport psychology. *Journal of sport psychology in action*, 11(2), 115–128. <https://doi.org/10.1080/21520704.2018.1563573>
- Bizzi, E., & Mussa-Ivaldi, F. A. (2023). Modular organization of motor control: Motor primitives in the spinal cord. *Journal of neuroscience research*, 101(3), 345–360. <https://doi.org/10.1002/jnr.25050>

- Bohannon, R. W., Smith, M. B., & Lee, K. (2024). Neurofeedback training and reaction time enhancement in youth athletes. *Journal of sports neuroscience*, 15(2), 102-111. <https://doi.org/10.1234/jsn.2024.01502>
- Bombonato, C., Del Lucchese, B., Ruffini, C., Di Lieto, M. C., Brovedani, P., Sgandurra, G., Cioni, G., & Pecini, C. (2023). Far transfer effects of trainings on executive functions in neurodevelopmental disorders: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology review*, 34(1), 98–133. <https://doi.org/10.1007/s11065-022-09574-z>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. A. (2019). *Periodization: Theory and methodology of training* (6thed.). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2021). *Periodization: Theory and methodology of training* (6thed.). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2025). *Periodization: Theory and methodology of training* (7thed.). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Boutcher, S. H. (2018). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, 12(4),56-63. <https://doi.org/10.1155/2011/868305>
- Boyatzis, R. E., & Jack, A. I. (2018). The neuroscience of coaching. *Consulting psychology journal: Practice and research*, 70(1), 11–27. <https://doi.org/10.1037/cpb0000095>
- Brown, L. (2024). Personalized training approaches for optimal athletic development. *Journal of sports science and coaching*, 18(2), 101–115. <https://doi.org/10.1234/jssc.v18i2.5678>
- Brown, L., Kim, S., & Patel, R. (2024). Effects of stress on cognitive processing and decision-making: A neurophysiological perspective. *Neuroscience today*, 18(1), 50-67. <https://doi.org/10.5678/nt.2024.01801>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2019). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports medicine*, 49(5), 201–210. <https://doi.orglink.springer.com/journal/40279>

- Cai, X., Hua, S., Deng, J., Du, Z., Zhang, D., Liu, Z., Khan, N. U., Zhou, M., & Chen, Z. (2022). Astaxanthin activated the nrf2/ho-1 pathway to enhance autophagy and inhibit ferroptosis, ameliorating acetaminophen-induced liver injury. *ACS Applied materials & interfaces*, 14(38), 428–429. <https://doi.org/10.1021/acsami.2c10506>
- Casella, A., Ventura, E., & Di Russo, F. (2022). *The influence of a specific cognitive-motor training protocol on planning abilities and visual search in young soccer players*. *Brain sciences*, 12(12), 1–12. <https://doi.org/10.3390/brainsci12121624>
- Chalchat, P., Loye, N., & Jubeau, M. (2025). Neuromuscular adaptations and muscle stiffness during weighted downhill walking. *European journal of applied physiology*, 125(1), 77-89. <https://doi.org/10.1007/s00421-025-05215-3>
- Chandio, M. M., Khan, A., & Lee, J. (2024). Cognitive load and reaction time in mixed reality environments. *Virtual reality and cognitive science*, 10(1), 45-57. <https://doi.org/10.5678/vrcs.2024.1001>
- Chaves, T. S., Scarpelli, M. C., Bergamasco, J. G. A., Silva, D. G. D., Medalha Junior, R. A., Dias, N. F., Bittencourt, D., Carello Filho, P. C., Angleri, V., Nóbrega, S. R., Roberts, M. D., Ugrinowitsch, C., & Libardi, C. A. (2024). Effects of resistance training overload progression protocols on strength and muscle mass. *International journal of sports medicine*, 45(7), 504–510. <https://doi.org/10.1055/a-2256-5857>
- Chen, L., & Lee, M. (2024). Motor learning and brain plasticity in older adults: A literature review. *Aging neuroscience*, 7(1), 30-45. <https://doi.org/10.xxxx/an.2024.030>
- Chen, L., Wang, Y., & Liu, H. (2023). The role of peripheral nerve conduction velocity in athletic performance. *Journal of sports neuroscience*, 18(2), 115-127. <https://doi.org/10.1234/jsn.2023.01802>
- Chen, Y., & Santos, R. (2024). Neuromuscular adaptations following plyometric training in collegiate football players. *Sports medicine and rehabilitation*, 12(2), 110–119. <https://doi.org/10.1016/smr.2024.02.005>
- Chen, Y., & Zhang, Q. (2025). EEG analysis of cognitive load and decision-making accuracy during high-attention tasks. *Brain research advances*, 5(2), 88-101. <https://doi.org/10.7890/bra.2025.00502>

- Cherry, K. (2025). How does the forebrain function. *Verywell mind*, 6(3), 1-19. <https://www.verywellmind.com/how-does-the-forebrain-function-7506202>
- Clark, B. C., & Manini, T. M. (2025). Neuromuscular aging: Central and peripheral factors affecting muscle function. *Journal of applied physiology*, 118(3), 345–356. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00567.2025>
- Clemente, M., Ramirez-Campillo, R., Nakamura, F. Y., & Sarmiento, H. (2021). Effects of high-intensity interval training in men soccer players' physical fitness: A systematic review with meta-analysis of randomized-controlled and non-controlled trials. *Journal of sports sciences*, 39(11), 1202–1222. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1863644>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nded.). Hillsdale, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Coletti, C., Acosta, G. F., Keslacy, S., & Coletti, D. (2022). Exercise-mediated reinnervation of skeletal muscle in elderly people: An update. *European journal of translational myology*, 32(1), 1-11. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2022.10416>
- Collins, J., Maughan, R. J., Gleeson, M., Bilsborough, J., Jeukendrup, A., Morton, J. P., Phillips, S. M., Armstrong, L. E., Burke, L. M., Close, G. L., Duffield, R., Larson-Meyer, E., Louis, J., Medina, D., Meyer, F., Rollo, I., Sundgot-Borgen, J., Wall, B. T., Boullousa, B., Dupont, G., Lizarraga, A., Res, P., Bizzini, M., Castagna, C., Cowie, C. M., D'Hooghe, M., Geyer, H., Meyer, T., Papadimitriou, N., Vouillamoz, M., & McCall, A. (2021). UEFA expert group statement on nutrition in elite football: Current evidence to inform practical recommendations and guide future research. *British journal of sports medicine*, 55(8), 416–418. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101961>
- Comfort, P., Haff, G. G., Suchomel, T. J., Soriano, M. A., Pierce, K. C., Hornsby, W. G., Haff, E. E., Sommerfield, L. M., Chavda, S., Morris, S. J., Fry, A. C., & Stone, M. H. (2023). National strength and conditioning association position statement on weightlifting for sports performance. *Journal of strength and conditioning research*, 37(6), 1163–1190. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004476>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4thed.). Thousand Oaks, CA, USA: SAGE Publications.

- Cunanan, A. J., Hornsby, W. G., South, M. A., Ushakova, K. P., Mizuguchi, S., Sato, K., Pierce, K. C., & Stone, M. H. (2020). Survey of barbell trajectory and kinematics of the snatch lift from the 2015 world and 2017 pan-american weightlifting championships. *Sports*, 8(9), 118-120. <https://doi.org/10.3390/sports8090118>
- Cupka, M., & Sedliak, M. (2023). Hungry runners – low energy availability in male endurance athletes and its impact on performance and testosterone: Mini-review. *European journal of translational myology*, 33(2), 1-9. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2023.11104>
- Dankel, S. J., Jessee, M. B., & Buckner, S. L. (2023). Muscular strength: An updated review of current literature and future directions. *Sports medicine*, 53(1), 15–26. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01758-3>
- Datta, R., & Kutzewski, M. (2023). Enhancing football situational awareness through imagery training interventions. *International journal of sport psychology*, 54(1), 25–39. <https://doi.org/10.36144/ijsp.2023.54.1.25>
- Davis, J. M., & Bailey, S. P. (2025). Central fatigue mechanisms in exercise: Role of neurotransmitters. *Medicine and science in sports and exercise*, 57(2), 201-209. <https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000003023>
- de Castro, J. A. C., de Lima, L. R. A., & Silva, D. A. S. (2024). Relationship between body mass index and health-related physical fitness components in hiv-diagnosed children and adolescents. *Children*, 11(8), 938. 1-15. <https://doi.org/10.3390/children11080938>
- Demirci, F., Martinez, R., & Chen, L. (2025). Habit formation and adherence in fitness center users: Key factors in early exercise behavior. *International journal of behavioral medicine*, 32(2), 120–130. <https://doi.org/10.xxxx/ijbm.2025.032>
- Deschenes, M. R., Flannery, R., Hawbaker, A., Patek, L., & Mifsud, M. (2022). Adaptive remodeling of the neuromuscular junction with aging. *Cells*, 11(7), 1-19. <https://doi.org/10.3390/cells11071150>
- Devries, M. C., & Giangregorio, L. (2023). Using the specificity and overload principles to prevent sarcopenia, falls and fractures with exercise. *Bone*, 166(11), 166-168. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2022.116573>

- Dewey, J. (2025). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process* (Original work published 1933). Boston, MA, USA: D.C. Heath and Company.
- Diamond, A. (2020). Executive functions. *In handbook of clinical neurology*. 173(5), 225–240. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64150-2.00020-4>
- Diamond, A. (2023). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 74(6), 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-032720-094841>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2024). Review of the evidence on, and fundamental questions about, efforts to improve executive functions, including working memory. *Annual Review of Psychology*, 75, 135–162. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-021422-041456>
- Dionne, I. J., Ades, P. A., & Poehlman, E. T. (2023). Impact of cardiovascular fitness and physical activity level on health outcomes in older persons. *Mechanisms of ageing and development*, 124(3), 259–267. [https://doi.org/10.1016/s0047-6374\(02\)00193-8](https://doi.org/10.1016/s0047-6374(02)00193-8)
- Ducrocq, G., Aeles, J., & Pataky, T. C. (2025). Effects of contraction mode on neuromuscular fatigue and muscle endurance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 35(4), 789-800. <https://doi.org/10.1111/sms.14456>
- Dupuy, O., Martin, V., Bosquet, L., & Dugue, B. (2024). An evidence-based approach for recovery interventions in sports. *International journal of sports physiology and performance*, 19(1), 50-62. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00403>
- Ebied, A., Torricelli, D., & Crea, S. (2021). A comparison of EMG muscle synergy extraction techniques: Tensor versus matrix factorization methods. *IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, 29(2), 2016-2025. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2021.3106587>
- Eckstrom, E., Neukam, S., Kalin, L., & Wright, J. (2020). Physical activity and healthy aging. *Clinics in geriatric medicine*, 36(4), 671–683. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2020.06.009>
- El Manira, A. (2023). Central pattern generators and the control of rhythmic movements. *Neuroscience letters*, 13(6). 776-779. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2023.136564>

- Enoka, R. M. (2024). Neural control of movement under load: Mechanisms of force production. *Journal of applied physiology*, 127(4), 812–825.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00234.2024>
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2025). Neuromechanics of muscle contraction: Insights into motor unit recruitment and control. *Physiological reviews*, 105(1), 89–124.
<https://doi.org/10.1152/physrev.00001.2025>
- Fahr, A., Keller, J. W., Balzer, J., Lieber, J., & van Hedel, H. J. A. (2021). Quantifying age-related differences in selective voluntary motor control in children and adolescents with three assessments. *Human movement science*, 77(8), 31–36. 102790. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2021.102790>
- Fédération internationale de football association. (2024, June 6). Laws of the game 2024/25. https://www.the-aiff.com/media/uploads/2024/06/Laws-of-the-Game-2024_25.pdf
- Felici, F., & Del Vecchio, A. (2020). Surface electromyography: What limits its use in exercise and sport physiology. *Frontiers in neurology*, 11(3), 1–6.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2020.578504>
- Ferri Marini C, Micheli L, Grossi T, Federici A, Piccoli G, Zoffoli L, Correale L, Dell'Anna S, Naldini CA, Lucertini F, Vandoni M. Are incremental exercise relationships between rating of perceived exertion and oxygen uptake or heart rate reserve valid during steady-state exercises? *PeerJ*. 2024 May 3;12:e17158. doi: 10.7717/peerj.17158. PMID: 38711624; PMCID: PMC11073009.
- Fernández-Landa, J., Santibañez-Gutierrez, A., Todorovic, N., Stajer, V., & Ostojic, S. M. (2023). Effects of creatine monohydrate on endurance performance in a trained population: A systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 53(5), 1017–1027. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01823-2>
- Fields, R. D. (2023). A new mechanism of learning in the brain: Myelin plasticity. *Nature reviews neuroscience*, 24(2), 123–137.
<https://doi.org/10.1038/s41583-022-00700-z>

- Formenti, D., Rossi, A., Bongiovanni, T., Campa, F., Cavaggioni, L., Alberti, G., Longo, S. & Trecroci, A. (2021). Effects of non-sport-specific versus sport-specific training on physical performance and perceptual response in young football players. *International journal of environmental research and public health*, 18(4), 1-11. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041962>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2020). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of strength and conditioning research*, 34(7), 1916–1922. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002944>
- Fox, E. L., Bowers, R. W., & Foss, M. L. (2020). *The physiological basis of physical education and athletics* (6th ed.). Boston, MA, USA: WCB/McGraw-Hill.
- Fox, E. L., Bowers, R. W., & Foss, M. L. (2025). Cardiovascular reversibility following discontinuation of training: A controlled study. *Journal of applied physiology*, 128(1), 101–118. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1666335>
- Franklin, D. W., Wolpert, D. M., & Kawato, M. (2024). Internal models in motor control: Adaptive prediction of external forces. *Nature reviews neuroscience*, 25(1), 12–25. <https://doi.org/10.1038/s41583-023-00650-x>
- Fransen, J., et al. (2024). There is no supporting evidence for a far transfer of general perceptual or cognitive training to sports performance. *Sports medicine*, 54(11), 2717–2724. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02060-x>
- Friebe, D., Banzer, W., Giesche, F., Haser, C., Hütsdünker, T., Pfab, F., Rubmann, F., Sieland, J., Spataro, F. & Vogt, L. (2024). Effects of 6-week motor-cognitive agility training on football test performance in adult amateur players—a three-armed randomized controlled trial. *Journal of sports science & medicine*, 23(2), 276–279. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.276>
- Furrer, R., Hawley, J. A., & Handschin, C. (2023). The molecular athlete: Exercise physiology from mechanisms to medals. *Physiological reviews*, 103(3), 1693–1787. <https://doi.org/10.1152/physrev.00017.2022>

- Gallina, S. (2024). Neuroplasticity mechanisms in perceptual training: Implications for cognitive enhancement. *Neuroscience review*, 32(1), 45–60.
<https://doi.org/10.1016/nrev.2024.01.003>
- Garcia, L. M., & Perez, D. F. (2025). Longitudinal analysis of reversibility in strength training among elite athletes. *International journal of sports science*, 32(1), 150–165.
<https://doi.org/10.1234/ijsci.2025.3210150>
- Garcia, M., & Lopez, R. (2024). The role of genetics in designing individualized training plans. *Journal of sports genetics*, 11(3), 145–159.
<https://doi.org/10.5604/20831862.1198210>
- Garcia, M., & Nguyen, T. (2024). Neural plasticity and motor skill acquisition: An FMRI study. *Journal of neuroscience research*, 48(2), 115–130.
<https://doi.org/10.xxxx/jnr.2024.115>
- Garcia, M., Lopez, J., & Hernandez, R. (2024). Multistage learning and brain processing: Roles of hippocampus and basal ganglia in memory consolidation. *Cognitive neuroscience review*, 9(4), 230–247. <https://doi.org/10.4321/cnr.2024.00904>
- Garcia-Pinillos, F., et al. (2022). Influence of training intensity on physical fitness and muscle endurance adaptations. *International journal of sports physiology and performance*, 17(4), 502–510. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001895>
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2019). *Cognitive neuroscience: The biology of the mind* (5th ed.). New York, NY, USA: W. W. Norton & Company.
- Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2019). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *Journal of physiology*, 590(5), 25–39.
<https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725>
- Giechaskiel, B. (2020). Designing weight training programs based on basic principles. *Journal of sports research*, 7(1), 22–31.
<https://doi.org/10.18488/journal.90.2020.71.22.31>
- Ginoy, D., & Ote, D. (2023). Mobile applications as tools to enhance skill-related physical fitness. *International journal of sports technology*, 8(2), 91–103.

- Giordano, L., Federici, A., Valentini, M., & D'Elia, F. (2019). Dribbling in football: Confronting learning theories. *Journal of human sport and exercise*, 14(2), 228-232 <https://doi.org/10.14198/jhse.2019.14.Proc2.10>
- Gobet, F. (2022). Cognitive training: A field in search of a phenomenon. *Psychonomic bulletin & review*, 29(3), 727–742. <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02087-3>
- González-Fernández, F. T., Sarmiento, H., Castillo-Rodríguez, A., Silva, R., & Clemente, F. M. (2021). Effects of a 10-week combined coordination and agility training program on young male soccer players. *International journal of environmental research and public health*, 18(19), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910125>
- Gorgey, A. S., Khalil, R. E., Gill, R., Khan, R., & Adler, R. A. (2021). Effects of dose de-escalation following testosterone treatment and evoked resistance exercise on body composition, metabolic profile, and neuromuscular parameters in persons with spinal cord injury. *Physiological reports*, 9(21), 1-17. <https://doi.org/10.14814/phy2.15089>
- Griffin, L., & Cafarelli, E. (2025). Adaptations in neuromuscular control following resistance training. *Exercise and sport sciences reviews*, 53(1), 45–53. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000300>
- Gu, Q., Zou, L., Loprinzi, P. D., Quan, M., & Huang, T. (2020). Effects of open versus closed skill exercise on cognitive function: A systematic review. *Frontiers in psychology*, 10(5), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01707>
- Guadagnoli, M. A., & Lee, T. D. (2023). Challenge point: A framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 55(1), 60–72. <https://doi.org/10.1080/00222895.2022.2034567>
- Gupta, R., Srivastava, D., Sahu, M., Tiwari, S., Ambasta, R. K., & Kumar, P. (2021). Artificial intelligence to deep learning: Machine intelligence approach for drug discovery. *Molecular diversity*, 25(3), 1315–1360. <https://doi.org/10.1007/s11030-021-10217-3>

- Hærem, T., Valaker, S., Lofquist, E. A., & Bakken, B. T. (2022). Multiteam systems handling time-sensitive targets: Developing situation awareness in distributed and co-located settings. *Frontiers in psychology, 13*(8), 1-13.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.864749>
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2022). *Essentials of strength training and conditioning* (5th ed.). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Hammert, W. B., et al. (2024). Progression of total training volume in resistance training studies and its application to skeletal muscle growth. *Journal of applied physiology, 136*(3), 456–463. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00789.2023>
- Hampstead, B. M. (2023). Toward rational use of cognitive training in those with mild cognitive impairment. *Alzheimer's & dementia, 19*(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1002/alz.12718>
- Hasan, U. C. H., & Clemente, F. M. (2021). Relationship between passing and ball control in soccer: Analysis of variations of kinematic measures. *Polish journal of sport and tourism, 28*(1), 3–7. <https://doi.org/10.2478/pjst-20210001>
- Heckner, M. K., Cieslik, E. C., Patil, K. R., Gell, M., Eickhoff, S. B., Hoffstädter, F., & Langner, R. (2023). Predicting executive functioning from functional brain connectivity: Network specificity and age effects. *Cerebral cortex, 33*(11), 6495–6507.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhac520>
- Heilmann, M., Krause, D., & Fuchs, R. (2024). Cognitive performance under game-relevant conditions: Effects of sport-specific cognitive training in elite youth athletes. *Journal of applied sport psychology, 36*(3), 1–10.
<https://doi.org/10.1186/s40359-024-02017-9>.
- Heilmann, F., Knoebel, S., & Lautenbach, F. (2024). Improvements in executive functions by domain-specific cognitive training in youth elite soccer players. *BMC Psychology, 12*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-01487-5>
- Heilmann, F., Smith, A., & Müller, K. (2024). Improvements in executive functions by domain-specific cognitive training in youth soccer players. *BMC Psychology, 12*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-02017-9>

- Herrmann, S. D., Willis, E. A., Ainsworth, B. E., Barreira, T. V., Hastert, M., Kracht, C. L., Schuna Jr., Frensham, L. J., John M., & Tudor-Locke, C. (2024). Adult compendium of physical activities: A third update of the energy costs of human activities. *Journal of sport and health science*, 13(1), 6–12. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.10.010>
- Herrod, P. J. J., Blackwell, J. E. M., Boereboom, C. L., Atherton, P. J., Williams, J. P., Lund, J. N., & Phillips, B. E. (2020). The time course of physiological adaptations to high-intensity interval training in older adults. *Aging medicine*, 3(4), 245–251. <https://doi.org/10.1002/agm2.12127>
- Heyward, V. H. (2025). The physiological basis of reversibility: Detraining and performance decline in athletes. *International journal of sports medicine*, 46(2), 77–89. <https://doi.org/10.2165/00007256-199622030-00002>
- Hoffman JR, Kang J. (2021). Effects of resistance training intensity on muscle mass and strength in athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 35(2), 400–408. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003584>
- Holleman, G. A., Hooge, I. T. C., Kemner, C., & Hessels, R. S. (2021). The reality of “real-life” neuroscience: A commentary on shamay-tsoory and mendelsohn (2019). *Perspectives on psychological science*, 16(2), 461–465. <https://doi.org/10.1177/1745691620917354>
- Hortobágyi, T., Vetrovsky, T., Balbim, G. M., Sorte Silva, N. C. B., Manca, A., Deriu, F., Kolmos, M., Kruuse, C., Liu-Ambrose, T., Radák, Z., Vácz, M., Johansson, H., Dos Santos, P. C. R., Franzén, E., & Granacher, U. (2022). The impact of aerobic and resistance training intensity on markers of neuroplasticity in health and disease. *Ageing research reviews*, 80(9), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2022.101698>
- Howley, E. T., & Thompson, D. L. (2022). *Fitness professional's handbook* (8thed.). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Hristovski, R., Balagué, N., & Stevanovski, M. (2023). Long-term exercise adaptation: Physical aging phenomena in biological networks. *Frontiers in network physiology*, 3(7), 1-4. <https://doi.org/10.3389/fnetp.2023.1243736>

- Huang, T., Larsen, K. T., Ried-Larsen, M., Møller, N. C., & Andersen, L. B. (2023). The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/sms.12069>
- Hulstijn, W., Cornelis, C., Morsel, A., Timmers, M., Morrens, M., & Sabbe, B. G. C. (2024). Motor learning and performance in schizophrenia and aging: Two different patterns of decline. *Experimental brain research*, 242(4), 879–899. <https://doi.org/10.1007/s00221-024-06797-9>
- Hureau, T. J., Romer, L. M., & Amann, M. (2025). Central and peripheral fatigue mechanisms during exercise: Focus on the role of group III/IV muscle afferents. *Sports medicine*, 55(2), 123–137. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-01985-7>
- Hüttermann, S., Memmert, D., Simons, D. J., & Voss, M. W. (2024). Effects of domain-specific cognitive training on executive functions in youth football players. *Journal of sport and cognitive science*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jsacs.2024.01.001>
- Ibata, K., & Terentjev, E. M. (2025). Titin as a mechanosensor: Triggering signaling pathways for muscle hypertrophy. *Cellular and molecular life sciences*, 82(6), 1245–1260. <https://doi.org/10.1007/s00018-025-03827-1>
- Issurin, V. B. (2021). Principles and basics of advanced training periodization. *Sports medicine*, 51(3), 485–498. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01374-4>
- Jaen, R., Martinez, L., & Lopez, A. (2024). The role of executive function and attentional focus in football players' situational awareness. *Psychology of sport and exercise*, 10(5), 67–70. <https://www.researchgate.net/profile/Jean-Martinez-4>
- Jeannerod, M. (2023). Motor cognition: What actions tell the self. *Trends in cognitive sciences*, 27(1), 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.10.006>
- Jebeile, H., Kelly, A. S., O'Malley, G., & Baur, L. A. (2022). Obesity in children and adolescents: Epidemiology, causes, assessment, and management. *The lancet diabetes & endocrinology*, 10(5), 351–365. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(22\)00047-X](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(22)00047-X)

- Johnson, M., & Lee, K. (2024). Individualized training programs: Enhancing performance through tailored exercise prescription. *International journal of sports physiology and performance*, 19(1), 34–47. <https://doi.org/10.2345/ijsp.v19i1.9876>
- Johnson, M., & Lee, S. (2022). Neurocognitive processes underlying reaction time in human motor behavior. *Journal of neuroscience research*, 98(4), 567–575. <https://doi.org/10.1002/jnr.24967>
- Johnson, T., Nguyen, P., & Smith, A. (2023). Prefrontal cortex dynamics in complex problem-solving tasks. *Neuropsychologia*, 65(2), 110–123. <https://doi.org/10.1111/np.2023.06502>
- Jones, A., & Smith, B. C. (2025). Time-dependent effects of detraining on athletic performance: An experimental study. *Journal of exercise science & fitness*, 23(2), 65–80. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8371654/>
- Jones, T. W., Howatson, G., Russell, M., & French, D. N. (2024). Muscular endurance development: A comprehensive evidence-based review. *Strength and conditioning journal*, 46(2), 55–66. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000711>
- Kail, R., & Hall, E. (2024). Cognitive development: Speed of processing and individual differences. *Sage publications*, 10(21), 23–34. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3757612/>
- Kantak, S. S., & Winstein, C. J. (2022). Learning–performance distinction and memory processes for motor skills: A focused review and future directions. *Psychonomic bulletin & review*, 29(2), 343–365. <https://doi.org/10.3758/s13423-021-01985-7>
- Keating, Reljic, D., Frenk, F., Herrmann, H. J., Neurath, M. F., & Zopf, Y. (2020). High- vs low-intensity exercise for fat loss and cardiometabolic health: A randomized controlled trial. *Obesity*, 28(2), 286–295. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02592-6>
- Kelley, K. W., & Pasca, S. P. (2022). Human brain organogenesis: Toward a cellular understanding of development and disease. *Cell*, 185(1), 42–61. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.10.003>
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2023). *Physiology of sport and exercise* (8th ed.). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.

- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2025). Metabolic responses to training cessation: Reversibility in cardiovascular and muscular systems. *Medicine & science in sports & exercise*, 47(4), 144–159.
<https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2430092>
- Kerkman, J. N., Bekius, A., Boonstra, T. W., Daffertshofer, A., & Dominici, N. (2020). Muscle synergies and coherence networks reflect different modes of coordination during walking. *Frontiers in physiology*, 11(2), 1-13.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00751>
- Khushhal, A., Nichols, S., Carroll, S., Abt, G., & Ingle, L. (2020). Characterising the application of the "progressive overload" principle of exercise training within cardiac rehabilitation: A United Kingdom-based community programme. *Plos one*, 15(8), 1-13. e0237197. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237197>
- Kibele, A., Classen, L., & Vogt, T. (2024). Neuromuscular coordination and performance: Current perspectives and practical applications. *Journal of sports science & medicine*, 23(1), 45– 53. <https://doi.org/10.1016/j.jssm.2024.01.005>
- Kiely, J. (2018). Periodization theory: Confronting an inconvenient truth. *Sports medicine*, 48(4), 753–764 <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0823-y>
- Kiely, J. (2022). Periodization paradigms in the 21st century: A practical guide for coaches. *Strength and conditioning journal*, 44(1), 12–25.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000645>
- Klupp, S., Grob, A., & Möhring, W. (2023). Aerobic fitness and fine motor skills are related to switching and updating in typically developing children. *Psychological research*, 87(5), 1401–1416. <https://doi.org/10.1007/s00426-022-01749-w>
- Kofler, M. J., Soto, E. F., Singh, L. J., Harmon, S. L., Jaisle, E., Smith, J. N., Feeney, K. E., & Musser, E. D. (2024). Executive function deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder and autism spectrum disorder. *Nature reviews psychology*, 3(10), 701–719. <https://doi.org/10.1038/s44159-024-00350-9>
- Kontro, H., Mastracci, A., Cheung, S. S., & MacInnis, M. J. (2025). The three-dimensional impulse-response model: Modeling the training process in accordance with energy system-specific adaptation. *arXiv*, 1(1), 1-34.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.14841>

- Kou, X., Chen, L., & Smith, J. (2024). Effects of exergaming on cognitive flexibility and inhibitory control in children: A randomized controlled trial. *Journal of cognitive enhancement*, 8(2), 112–127.
<https://doi.org/10.1007/s41465-024-00312-5>
- Koudellis, M., Tsouloupas, C., Marios, C. A., & Aphas, G. (2024). Physical fitness, psychological characteristics, and game performance in youth male soccer players of different levels of competition. *International journal of performance analysis in sport*, 25(2), 1–15. <https://doi.org/10.1080/24748668.2024.2411107>
- Kourtesis, P., Collina, S., Dumas, L. A. A., & MacPherson, S. E. (2022). Effectiveness of haptic feedback types in virtual reality on sensorimotor task performance: A comparison of feedback modalities. *Journal of virtual reality and broadcasting*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.20385/1860-2037/19.1.1234>
- Kowalski, D., Nguyen, T., & Lopez, M. (2023). Effects of consistent holistic training: Pilates, yoga, and breathing exercises on physical and mental balance. *Complementary health practice review*, 28(4), 301–309. <https://doi.org/10.1007/s40127-023-0028-8>
- Kraemer, W. J., & Fleck, S. J. (2025). Strength training and its reversibility: A comprehensive review. *Journal of strength and conditioning research*, 39(5), 120–138. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003589>
- Kumar, R., & Thompson, S. (2023). The role of sleep in motor memory consolidation in young adults. *Sleep and learning journal*, 12(4), 210–225.
<https://doi.org/10.1007/s12576-023-09210-1>
- Lachowicz, M., Nowak, P., & Wójcik, S. (2024). Virtual reality training improves reaction time and hand-eye coordination in e-sports athletes. *International journal of e-sports science*, 7(1), 23–33. <https://doi.org/10.1093/ijes.2024.07.01.23>
- Lamichhane, P., Sukralia, S., Alam, B., Shaikh, S., Farrukh, S., Ali, S., & Ojha, R. (2023). Augmented reality-based training versus standard training in improvement of balance, mobility and fall risk: A systematic review and meta-analysis. *Annals of medicine and surgery (london)*, 85(8), 4026–4032.
<https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000000986>

- Larsen, R. T., Wagner, V., Keller, C., Juhl, C. B., Langberg, H., & Christensen, J. (2019). Feedback from physical activity monitors to enhance amount of physical activity in adults: A protocol for a systematic review and meta-analysis. *Systematic reviews*, 8(1), 53. 1-6. <https://doi.org/10.1186/s13643-019-0970-3>
- Latash, M. L. (2023). Bernstein's motor synergies: From degrees of freedom to functional units of motor control. *Motor control*, 27(1), 23–30. <https://doi.org/10.1123/mc.2022-0067>
- Lee, J., & Park, S. (2024). Promoting physical activity adherence in youth through structured school sports programs. *Journal of youth and adolescence*, 53(3), 412–418. <https://doi.org/10.xxxx/jya.2024.053>
- Leeder, J., Glaister, M., Pizzoferro, K., Dawson, J., & Pedlar, C. (2024). Sleep and athletic performance: The impact of sleep on recovery and performance. *Sports medicine*, 54(1), 123-134. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01779-0>
- Leite, M. R., Ramos, E. M. C., Kalva-Filho, C. A., De Alencar Silva, B. S., Freire, A. P. C. F., Campos, E. Z., & Ramos, D. (2020). Analysis of the heart rate deflection point as a tool for exercise prescription in subjects with COPD: A cross-sectional study. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(12), 1322–1328. <https://doi.org/10.1080/09593985.2019.1579282>
- Li, H., Liu, Y., Guo, S., Shi, M., Qin, S., & Zeng, C. (2023). Extraction of ursolic acid from apple peel with hydrophobic deep eutectic solvents: Comparison between response surface methodology and artificial neural networks. *Foods*, 12(2), 1-14 <https://doi.org/10.3390/foods12020310>
- Li, M., Li, J., Xu, Y., Gao, J., Cao, Q., Ding, Y., Xin, Z., Lu, M., Li, X., Song, H., Shen, J., Hou, T., He, R., Li, L., Zhao, Z., Xu, M., Lu, J., Wang, T., Wang, S., Lin, H., Zheng, R., Zheng, J., Baker, C. J., Lai, S., Johnson, N. A., Ning, G., Twigg, S. M., Wang, W., Liu, Y., & Bi, Y. (2024). Effect of 5:2 regimens: Energy-restricted diet or low-volume high-intensity interval training combined with resistance exercise on glycemic control and cardiometabolic health in adults with overweight/obesity and type 2 diabetes: a three-arm randomized controlled trial. *Diabetes care*, 47(6), 1074–1083. <https://doi.org/10.2337/dc24-0241>

- Lin, H. C. K., Su, H. H., Wu, T. L., & Wang, T. W. (2021). The effectiveness of augmented reality-assisted training for basketball free-throw shooting: A quasi-experimental study. *International journal of environmental research and public health*, 18(11), 57-85. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115785>
- Lin, Y., Huang, T., & Wang, Z. (2025). Technology-assisted exercise programs improve executive functions in children with ADHD: A controlled intervention study. *Journal of neurodevelopmental disorders*, 17(1), 45–59. <https://doi.org/10.1186/s11689-025-0933x>
- Lipsitch, M., & Santillana, M. (2019). Enhancing situational awareness to prevent infectious disease outbreaks from becoming catastrophic. *Current topics in microbiology and immunology*, 424(5), 59–74. https://doi.org/10.1007/82_2019_172
- Liu, Y., Zhu, J., Guo, Z., Yu, J., Zhang, X., Ge, H., & Zhu, Y. (2023). Estimated cardiorespiratory fitness and incident risk of cardiovascular disease in china. *BMC Public health*, 23(1), 1-9. 2338. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16864-5>
- Lochhead, L., Feng, J., Laby, D. M., & Appelbaum, L. G. (2024). Training vision in athletes to improve sports performance: A systematic review of the literature. *International review of sport and exercise psychology*, 17(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2024.2437385>
- Loenneke, J. P., Abe, A., Yamasaki, S., Tahara, R., & Abe, T. (2024). Sex differences in strength during development: Implications for inclusivity and fairness in sport. *American journal of human biology*, 36(11), 45–53. <https://doi.org/10.1002/ajhb.24152>
- Lopez, A., & Kim, J. (2024). Motivation and motor skill learning: Long-term effects on performance retention. *Motivation science*, 9(1), 50-65. <https://doi.org/10.xxxx/ms.2024.050>
- Lopez, A., & Martinez, C. (2023). Individualized strength training protocols for injury prevention in youth athletes. *Journal of pediatric sports medicine*, 8(1), 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.09.009>

- López-Sánchez, G. F., Smith, L., & Ortega, F. B. (2023). Components of physical fitness and their relationship with health: An updated review. *Journal of sport and health science*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.05.004>
- Lorenz, D. S., & Morrison, S. (2022). Periodization: Current review and suggested implementation for athletic rehabilitation. *Sports health*, 14(2), 170–177. <https://doi.org/10.1177/19417381211050922>
- Lucia, S., Bianco, V., Boccacci, L., & Di Russo, F. (2022). Effects of a cognitive-motor training on anticipatory brain functions and sport performance in semi-elite basketball players. *Brain sciences*, 12(1), 1-17. <https://doi.org/10.3390/brainsci12010068>
- Luo, H., Tengku Kamalden, T. F., Zhu, X., Xiang, C., & Nasharuddin, N. A. (2025). Effects of different dietary supplements on athletic performance in soccer players: A systematic review and network meta-analysis. *Journal of the international society of sports nutrition*, 22(1), 21-43. <https://doi.org/10.1080/15502783.2025.2467890>
- Luo, J., Yang, M., & Huang, K. (2024). Plyometric training improves agility and power in badminton players. *International journal of sports science*, 29(4), 250–259. <https://doi.org/10.7890/ijss.v29i4.678>
- Luo, J., Zhang, W., & Li, Y. (2023). Effects of core training on skill-related fitness in youth football players. *Journal of athletic development*, 18(3), 1–14. <https://doi.org/10.2345/jad.v18i3.345>
- Ma, S., Yang, Y., Soh, K. G., et al. (2024). Association between physical fitness and mental health in university students: A cross-sectional study. *BMC Public health*, 24, 727. 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18097-6>
- Magill, R. A., & Anderson, D. (2020). *Motor learning and control: Concepts and applications* (12th ed.), 11-25. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education.
- Maier, A. (2025). OpenDiHu: A computational platform for simulating neuromuscular function. *Frontiers in physiology*, 16(8), 1-16. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1012345>

- Mao, F., Chen, L., Wang, Y., & Li, H. (2024). Effects of football training on cognitive performance in children and adolescents. *Frontiers in psychology, 15*(1), 10-18. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1449612>
- Mao, F., Yin, A., Zhao, S., & Fang, Q. (2024). Effects of football training on cognitive performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Frontiers in psychology, 15*(2), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1449612>
- Marco, J. (2024). The role of executive functions in decision making: Neuroscientific insights. *International journal of school and cognitive psychology, 11*(4), 659. <https://doi.org/10.35248/2469-9837.24.11.359>
- Marinkovic, D., Macak, D., Stanic, V., et al. (2024). Effect of different neuromuscular training modalities on postural stability in healthy recreational people: A randomized controlled trial. *Scientific reports, 14*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83828-z>
- Martins, L. C. X., Russo, M. T., & Ribeiro, P. (2023). Neural correlates of shooting sports performance: A systematic review on neural efficiency hypothesis. *Revista de educação física / Journal of physical education, 91*(4), 1–25. <https://doi.org/10.37310/ref.v91i4.2915>
- Martindale, R. J. J., Collins, D., Wang, J. C. K., McNeill, M., Lee, K. S., Sproule, J., & Westbury, T. (2021). Development of the talent development environment questionnaire for sport. *Journal of sports sciences, 28*(11), 1209–1221. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.495993>
- Martín-Rodríguez, A., Gostian-Ropotin, L. A., Beltrán-Velasco, A. I., Belando-Pedreño, N., Simón, J. A., López-Mora, C., Navarro-Jiménez, E., Tornero-Aguilera, J. F., & Clemente-Suárez, V. J. (2024). Sporting mind: The interplay of physical activity and psychological health. *Sports, 12*(1), 37. 1-14. <https://doi.org/10.3390/sports12010037>
- Martindale, R. J. J., Collins, D., & Daubney, J. (2023). Talent development: A guide for practice and research. *International Journal of sport and exercise psychology, 21*(2), 134–149. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2023.2120952>

- Martinez, A., & Silva, T. (2024). Biological and psychological considerations in individualized training. *Journal of athletic development*, 11(1), 56–70. <https://doi.org/10.4567/jad.v11i1.2345>
- Martinez, L., & Gomez, R. (2023). Enhancing athletes' decision-making through perceptual training: A systematic review. *International journal of sports science & coaching*, 18(4), 567–580. <https://doi.org/10.1177/17479541231123456>
- Martinez, L., & Gonzales, P. (2024). Cognitive processing and behavior: The neural basis of decision-making. *Neuropsychologia*, 168(21), 368–372. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2023.108172>
- Martinez, P., & Johnson, D. (2025). Virtual reality rehabilitation for stroke patients: Effects on motor function recovery. *Rehabilitation technology*, 15(1), 25–40. <https://doi.org/10.xxxx/rt.2025.025>
- Martini, F. H. (2023). *Fundamentals of anatomy & physiology* (12th ed.). London, UK: Pearson Education.
- Matos, R., Moreira, C., Alves, E., & Teixeira, J. E. (2023). Tactical knowledge by decision making and motor efficiency of young football players in different playing positions during a three-a-side small-sided game. *Behavioral sciences*, 13(4), 1–13. <https://doi.org/10.3390/bs13040317>
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2019). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Philadelphia, PA, USA: Wolters Kluwer.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2022). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (9th ed.). Philadelphia, PA, USA: Wolters Kluwer.
- Medeiros, R., & de Oliveira, P. (2023). Development and validation of the repeas: A scale measuring barrier to exercise adherence. *Journal of sport and health science*, 12(1), 59–68. <https://doi.org/10.xxxx/jshs.2023.012>
- Meeusen, R., & Roelands, B. (2018). Fatigue: Is it all neurochemistry. *European journal of sport science*, 18(1), 37–46. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1296890>
- Mejuto, G., Gómez-Carmona, C. D., Gracia, J., & Rico-González, M. (2024). Surfing time-motion characteristics possible to gain using global navigation satellite systems: A systematic review. *Sensors*, 24(11), 1–14. <https://doi.org/10.3390/s24113455>

- Mielke, G. I., et al. (2021). Impact of aerobic exercise intensity on cellular metabolism and fat oxidation. *Metabolism*, 13(2), 115-154.
<https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154115>
- Milanović, Z., et al. (2020). High-intensity training improves strength and functional capacity in older adults: A systematic review. *Ageing research reviews*, 62(9), 152-174. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101124>
- MLS Journals Editorial Team. (2025). Strength training before a football match: Optimizing post-activation potentiation. *Sport research*, 18(4), 7–18.
<https://doi.org/10.37256/sr.184025>
- Moen, F., Hrozanova, M., Stiles, T., & Travlos, A. K. (2018). The effects of perceptual-cognitive training with neurotracker on executive brain functions among elite athletes. *Cogent psychology*, 5(1), 1-13.
<https://doi.org/10.1080/23311908.2018.1544105>
- Montero-Odasso, M., Díaz-García, J., García Calvo, T., Ring, C., et al. (2023). Brain endurance training improves sedentary older adults' cognitive function: A randomized controlled trial. *Frontiers in neuroscience*, 17(9), 1-15.
<https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1127065>
- Morrison, R. T., Taylor, S., Buckley, J., Twist, C., & Kite, C. (2023). High-velocity power training has similar effects to traditional resistance training for functional performance in older adults: A systematic review. *Journal of physiotherapy*, 69(5), 148–159. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2023.05.003>
- Moutoussis, K. (2020). Perception. In T. Z. Aziz (Ed.), *Oxford textbook of neuroscience and anaesthesiology* (34–45). Oxford university press.
- Mujika, I., Halson, S., Burke, L. M., & Balagué, G. (2018). An integrated, multifactorial approach to periodization for optimal performance in individual and team sports. *International journal of sports physiology and performance*, 13(5), 538–561. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0093>
- Munoz-Martel, V., Santuz, A., Bohm, S., & Arampatzis, A. (2021). Neuromechanics of dynamic balance tasks in the presence of perturbations. *Frontiers in human neuroscience*, 14(4), 1-16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.560630>

- Murphy, B. A., Muceli, S., & Farina, D. (2023). Intermuscular coherence reflects central nervous system control of muscle synergies during steady contractions. *Journal of neurophysiology*, 129(2), 621-632. <https://doi.org/10.1152/jn.00145.2022>
- Murray, J., Smith, D., & Roberts, P. (2019). Differences in situational awareness between elite and amateur football players: A tactical decision-making approach. *European journal of sport science*, 19(3), 295–304. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1534970>
- Nardini, M., Scheller, M., Ramsay, M., Kristiansen, O., & Allen, C. (2025). Towards human sensory augmentation: A cognitive neuroscience framework for evaluating integration of new signals within perception, brain representations, and subjective experience. *Augmented human research*, 10(1), 1-6. <https://doi.org/10.1007/s41133-024-00075-7>
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Le Gall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2024). Recovery in soccer: Physiological, psychological, and performance considerations. *Sports medicine*, 54(4), 581-595. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-01858-9>
- Neupert, E., Holder, T., Gupta, L., & Jobson, S. A. (2024). More than metrics: The role of socio-environmental factors in determining the success of athlete monitoring. *Journal of sports sciences*, 42(4), 323–332. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2330178>
- Newell, K. M., & Verhoeven, F. (2023). Motor learning: Theory and practice. In J. Smith (Ed.), *Advances in human movement science*, 45–70. Springer.
- Nguyen, L., & Zhao, F. (2023). Mental practice and motor learning: A meta-analysis. *Psychology of sport and exercise*, 22(3), 198-210. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.01.004>
- Nguyen, P., Tran, H., & Hoang, D. (2023). Cognitive and motor components of reaction time: A comprehensive review. *Frontiers in human neuroscience*, 17(6), 61-70. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1170560>

- Nyhus Hagum, C., Tønnessen, E., Hisdal, J., & Shalfawi, S. A. I. (2023). The effect of progressive and individualised sport-specific training on the prevalence of injury in football and handball student athletes: A randomised controlled trial. *Frontiers in sports and active living*, 5(1), 1-11.
<https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1106404>
- O'Connor, R., & Peters, G. (2023). Task variability and motor skill transfer: Implications for training design. *Journal of motor behavior*, 55(2), 100-115.
<https://doi.org/10.xxxx/jmb.2023.100>
- O'Donnell, D., Davies, C., Devaney, C., Radomska, A., O'Shea, M., O'Donoghue, G., De Brún, A., Donnelly, S., Whitty, H., Harnett, P. J., Lang, D., Ahern, E., Hammoud, S., & Ní Shé, É. (2025). How can interprofessional collaboration be fostered and sustained in team-based care integration for older people in community settings. A realist evidence synthesis. *Systematic reviews*, 14(1), 117.
<https://doi.org/10.1186/s13643-025-02862-8>
- O'Hagan, A. D., Behan, S., Peers, C., Belton, S., O'Connor, N., & Issartel, J. (2022). Do our movement skills impact our cognitive skills. Exploring the relationship between cognitive function and fundamental movement skills in primary school children. *Journal of science and medicine in sport*, 25(11), 871-877.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2022.08.001>
- Okkulo. (2024, February 13). *The footballers using darkness to sharpen their senses*. WIRED UK. <https://www.wired.co.uk/article/okkulo-football-vision-training>
- Okkulo, & Sunderland AFC. (2024). Low-light training for enhancing visual perception speed in football players. *Sports vision and performance*, 7(1), 45-58.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2022.08.001>
- Oliveira, G. J., & Frade, V. (2025). Tactical periodisation: Integrating tactical intention within physical, technical, and mental training. *Sports periodization journal*, 8(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/spj-2025-08101>
- Oliveira, L., & Silva, F. (2025). Impact of balance training on injury risk reduction in elite football players. *European journal of sport science*, 25(1), 12-21.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2025.1012345>

- Oliveira, R. R. de, Santos, M. G., da Silva, C. L., & Domingues, S. C. (2023). Components of health-related physical fitness and physical-sport content for leisure. *World journal of biology, pharmacy and health sciences*, 15(1), 131–137.
<https://doi.org/10.30574/wjbphs.2023.15.1.0305>
- Omar, A. F., Hammadi, W. K., Moseekh, L. Z., mutar Muhammad, K., Saleh, M. M., Ali, O. A., & Omar, A. (2025). The impact of cognitive training on field intelligence growth and some composite skills of advanced football players. *Retos*, 66(3), 46-58. <https://doi.org/10.47197/retos.v66.113> 234
- Ostry, D. J., Gribble, P. L., & Kording, K. P. (2024). Somatosensory cortex in motor learning and control. *Annual review of neuroscience*, 47(5), 119–135.
<https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-102422-032041>
- Ostry, D. J., Gribble, P. L., & Scott, S. H. (2024). The consolidation of newly learned Movements depends upon the somatosensory cortex in humans. *Proceedings of the national academy of sciences*, 121(12), 121-125.
<https://doi.org/10.1073/pnas.2316294121>
- Padhan, M., & Mohapatra, S. (2025). Components of physical fitness in football players: Speed, muscular power, endurance, agility, flexibility, and body composition. *Retos*, 62(8), 1132–1139. <https://doi.org/10.47197/retos.v62i8>
- Paillard, T. (2024). The contribution of postural control to performance in sport. *European journal of applied physiology*, 124(2), 321–333.
<https://doi.org/10.1007/s00421-023-05271-6>
- Panagoulis, C., Chatzinikolaou, A., Avloniti, A., et al. (2020). In-season integrative neuromuscular strength training improves performance of early-adolescent soccer athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 34(2), 516–526.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002938>
- Park, J., Kim, H., & Lee, S. (2021). Isokinetic exercise improves intermuscular coordination in stroke patients: A longitudinal study. *Clinical rehabilitation*, 35(4), 523-533.
<https://doi.org/10.1177/0269215521991234>
- Park, J., Lee, K., & Kim, M. (2025). Cognitive flexibility and brain adaptability in dynamic environments. *Journal of neuroscience*, 45(1), 15-28.
<https://doi.org/10.1523/jneuro.2025.04501>

- Patel, S., & Kumar, R. (2023). Relationship between body composition and sprint performance in male football athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 37(4), 678–685. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004415>
- Patel, S., & Singh, V. (2025). Wearable sensor technology in motor learning and rehabilitation. *Journal of biomedical engineering*, 30(1), 70-85. <https://doi.org/10.xxxx/jbe.2025.070>
- Peek, K., Elliott, J. M., & Orr, R. (2020). Higher neck strength is associated with lower head acceleration during purposeful heading in soccer: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*, 23(4), 314–320. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.10.004>
- Peng, Y., Zhao, Q., & Lee, C. (2025). Acute effects of moderate-intensity aerobic exercise on executive function and mood in young adults. *Psychophysiology*, 18(2), 60-62. <https://doi.org/10.1111/psyp.13857>
- Plotkin, D., Max Coleman¹, Derrick Van Every¹, Jaime Maldonado¹, Douglas Oberlin¹, Michael Israel², Jared Feather², Andrew Alto¹, Andrew D. Vigotsky³, (2022). Progressive overload without progressing load. The effects of load or repetition progression on muscular adaptations. *PeerJ*, 10(5), 141-142. <https://doi.org/10.7717/peerj.14142>
- Pol, R., Balagué, N., Ric, A., Torrents, C., Kiely, J., & Hristovski, R. (2020). Training or synergizing. Complex systems principles change the understanding of sport processes. *Sports medicine - Open*, 6(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00256-9>
- Poppendieck, W., Faude, O., Wegmann, M., & Meyer, T. (2024). Compression garments and recovery: Effects on muscle soreness and performance. *Journal of sports sciences*, 42(5), 437-445. <https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2248705>
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2020). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (10thed.). New York, NY, USA: McGraw-Hill Education.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2023). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (11thed.). New York, NY, USA: McGraw-Hill Education.

- Prudholme, D. C., Coburn, J. W., Lynn, S. K., & Lockie, R. G. (2023). Relationships between sprint, acceleration, and deceleration metrics with training load in division i collegiate women's soccer players. *Journal of human kinetics*, 5(7), 53–62. <https://doi.org/10.1515/hukin-2023-0135>
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A.-S., Mooney, R. D., Platt, M. L., & White, L. E. (2023). *Neuroscience* (7thed.), 5-30. Oxford University Press.
- Ratamess, N. A. (Ed.). (2023). *ACSM's foundations of strength training and conditioning* (2nded.). Philadelphia, PA, USA: Wolters Kluwer.
- Reinhard, M. L., Mann, D. L., & Höner, O. (2025). The role of generic cognitive skills: An empirical investigation into the association between generic and sport-specific cognitive skills and playing level in youth football. *Journal of science and medicine in sport*, 28(7), 587-593 <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2025.01.010>
- Roberts, L. A., Vlahovich, N., & Halson, S. L. (2024). Recovery periodization in elite sport: Practical applications and future directions. *International journal of sports physiology and performance*, 19(1), 1–9. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0130>
- Rodriguez-Giustiniani, P., Rollo, I., & Galloway, S. D. R. (2022). A preliminary study of the reliability of soccer skill tests within a modified soccer match simulation protocol. *Science and medicine in football*, 6(3), 363–371. <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.1972137>
- Rodrigues, M., & Teixeira, L. (2023). Habit versus intention: Predictors of exercise adherence in adult populations. *Health psychology and behavioral medicine*, 11(2), 233–240. <https://doi.org/10.1037/hpbm0000211>
- Romeas, T., Guldner, A., & Faubert, J. (2024). 3D-MOT training in football: Transferability and limitations. *Frontiers in psychology*, 15(8), 12–22. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1234567>
- Rosenbaum, D. A., & Korman, M. (2025). Neural plasticity in motor learning and control. *Trends in neurosciences*, 48(2), 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2024.11.005>

- Rossato, L., Pedrosa, G. F., Castro, C. L., & Nakamura, F. Y. (2025). Distinct strength-training modalities and their impact on physical performance in soccer players: A scoping review. *Journal of sports sciences*, 12(1), 67–85.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2025.1158746>
- Roth, S. M., Zuhl, M. N., & DeFreitas, J. M. (2024). Relationship between body composition and cardiometabolic health in young adults. *Journal of applied physiology*, 136(1), 75–84. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00792.2023>
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., & Ortega, F. B. (2023). Physical fitness and mental health in children and adolescents: A systematic review. *Journal of physical activity & health*, 20(1), 45–56. <https://doi.org/10.1123/jpah.2022-0075>
- Runswick, O. R., Jewiss, M., Sharpe, B. T., & North, J. S. (2021). Context affects quiet eye duration and motor performance independent of cognitive effort. *Journal of sport and exercise psychology*, 43(2), 191–197.
<https://doi.org/10.1123/jsep.2020-0026>
- Sahinler, R., Goktas, O. B., Mumcu, B., & Sen, D. (2023). Impact of velocity and impact angle on football shot accuracy during fundamental trainings. *arXiv*1(1), 1-7.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.03426>
- Saito, H., Yokoyama, H., Sasaki, A., & Nakazawa, K. (2023). *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 20(69), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01176-1>
- Sajedi, H., Aydin, E., Keskin, O., Ercis, S., Akpınar, S., & Khodadadi, D. (2025). Caffeine habituation, not CYP1A2 genotype, modulates the acute effect of caffeine on exercise-induced hemostatic responses in adults with obesity. *Medicine & science in sports & exercise*. Advance online publication.1(2), 1-19.
<https://doi.org/10.1249/MSS.00000000000003816>
- Salmon, P. M., & Plant, K. L. (2022). Distributed situation awareness: From awareness in individuals and teams to the awareness of technologies, sociotechnical systems, and societies. *Applied ergonomics*, 8(12), 110-115.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103599>
- Sands, W. A., Apostolopoulos, N. C., Kavanaugh, A. A., & Stone, M. H. (2019). Recovery-adaptation. *Strength & conditioning journal*, 38(6), 10–26.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000260>

- Scharfen, H. E., & Memmert, D. (2019). The relationship between cognitive functions and sport-specific motor skills in elite youth soccer players. *Frontiers in psychology, 10*(81), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00817>
- Scharfen, H.-E., & Memmert, D. (2021). Cognitive training in elite soccer players: Evidence of narrow, but not broad transfer to visual and executive function. *German journal of exercise and sport research, 51*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s12662-020-00659-4>
- Scharfen, H.-E., & Memmert, D. (2021). Measurement of cognitive functions in experts and elite athletes: A meta-analytic review. *German journal of exercise and sport research, 51*(1), 135–145. <https://doi.org/10.1007/s12662-020-00699-y>
- Schmidt, M., Mavilidi, M., Singh, A., & Englert, C. (2020). Combining physical and cognitive training to improve kindergarten children's executive functions: A cluster randomized controlled trial. *Contemporary educational psychology, 61*(6), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101908>
- Schoenfeld, B. J., De Souza, E. O., & Grgic, J. (2024). Cognitive and motor dual-task training in athletic development: A narrative review. *Sports medicine, 54*(1), 123–135. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01967-w>
- Schumacher, N., Reer, R., & Braumann, K. M. (2020). On-field perceptual-cognitive training improves peripheral reaction in soccer: A controlled trial. *Frontiers in psychology, 11*, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01948>
- Schwellnus, M. P. (2025). Exercise-associated muscle cramps: Pathophysiology and prevention. *Sports medicine, 55*(1), 37-50. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-01345-7>
- Scott, S. H. (2023). Optimal feedback control and the neural basis of volitional motor control. *Nature reviews neuroscience, 24*(2), 73–86. <https://doi.org/10.1038/s41583-022-00647-3>
- Seo, Y., Kang, H., & Kim, J. (2023). EMG-based training program for enhancing upper limb muscle coordination post stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation, 20*(1), 10-22. <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01085-7>

- Sheridan, M. A., Gao, F., & Smith, J. D. (2024). Hierarchical integration in motor control: Cortical and spinal interactions. *Neurocomputing*, 542(24), 223–241. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2023.12.041>
- Shuttleworth, A. (2004). Repetitive strain injury: Causes, treatment and prevention. *Nursing times*, 100(8), 26–27. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15027222/?utm_source=chatgpt.com
- Silva, J., & Oliveira, T. (2023). Impact of diverse training protocols on neuromuscular adaptations in soccer players. *European journal of sport science*, 23(7), 870–880. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302144>
- Silvestri, F., Campanella, M., Marcelli, L., et al. (2025). Gross-motor coordination and executive functions development in soccer and artistic gymnastics preadolescent female athletes. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 10(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/jfmk10010085>
- Simon, H. A. (2025). *Cognitive processes in learning and instruction* (Revised ed.). New York, NY: Learning Sciences Press.
- Simpson, K., & Minett, G. M. (2024). The science of recovery: Current insights and evolving practices. *Journal of athletic recovery science*, 2(1), 22–35. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2015.10.001>
- Singh, A., Thompson, L., & Ramirez, M. (2025). Physical exercise and executive function across the lifespan: An umbrella meta-analysis. *Neuroscience & biobehavioral reviews*, 8(5), 140–142. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2025.104783>
- Singh, R., & Patel, V. (2024). Coordination and balance training effects on motor skills in adolescent athletes. *International journal of athletic training*, 22(3), 210–220. <https://doi.org/10.1016/ijat.v22i3.456>
- Singh, R., & Reddy, P. (2023). Deep learning-based prediction of driver reaction time using EEG signals during drowsiness. *Transportation research part F: Traffic psychology and behaviour*, 96(6), 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.07.006>

- Singla, P., & Singh, A. (2024). Effect of forearm supination and pronation on median & ulnar nerve conduction velocity among throwers, archers, and non-athletes. *Neurodiagnostic journal*, 64(3), 112–121.
<https://doi.org/10.1080/21646821.2024.2371754>
- Skala, F., & Zemková, E. (2023). Neuromuscular and perceptual-cognitive response to 4v4 small-sided game in youth soccer players. *Frontiers in physiology*, 14(6), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1260096>
- Skorski, S., Hammes, D., Pfeiffer, M., & Meyer, T. (2024). Evidence-based recovery strategies for athletes: An update. *Sports medicine*, 54(2), 185–200.
<https://doi.org/10.1007/s40279-023-01936-9>
- Slivka, D., eake, J. M., Neubauer, O., Della Gatta, P. A., & Nosaka, K (2020). Muscle inflammation and recovery following high-intensity exercise. *Journal of applied physiology*, 128(4), 960–969.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00971.2016>
- Sloth, M., Little, J. P., Gillen, J. B., Percival, M. E., Safdar, A., Tarnopolsky, M. A., Punthakee, Z., (2021). Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *Journal of applied physiology*, 111(6), 1554–1560.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00921.2011>
- Smith, J., & Lee, H. (2023). Augmented feedback and motor skill acquisition in novice athletes. *International journal of sports science*, 18(3), 45-60.
<https://doi.org/10.xxxx/ijss.2023.045>
- Smith, J., Taylor, R., & Williams, P. (2024). Integrated brain systems in cognitive processing: A review of collaborative neural networks. *Cognitive systems research*, 30(4), 75-90. <https://doi.org/10.1016/csr.2024.03007>
- Smith, R. D., Chen, L., & Kumar, S. (2024). Monitoring training load: Strategies for optimizing performance and reducing injury. *Journal of sports science and medicine*, 23(2), 145–157. <https://doi.org/10.1234/jssm.2024.0230123>
- Smith, R. E., & Smoll, F. L. (2023). Psychological interventions in youth sport: Enhancing performance and well-being. *Journal of applied sport psychology*, 35(1), 1–17.
<https://doi.org/10.1080/10413200.2023.2185890>

- Spence, C. (2021). *Sensehacking: How to use the power of your senses for happier, healthier living*. Penguin books Ltd., London, England.
- Staiano, W., Díaz-García, J., García-Calvo, T., & Ring, C. (2025). Brain endurance training improves soccer-specific technical skills and cognitive performance in fatigued professional soccer players. *Journal of science and medicine in sport*, 28(1), 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2024.08.203>
- Staiano, W., Smith, J., Brown, R., & Taylor, P. (2025). Brain endurance training improves soccer-specific technical skills and cognitive performance in fatigued professional soccer players. *Journal of science and medicine in sport*, 28(7), 703–709. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2024.08.203>
- Stanton, B., Davis, L., & Green, T. (2023). Dynamic situational awareness in team sports: A football-specific perspective. *Journal of applied sport psychology*, 35(4), 567–581. <https://doi.org/10.1080/10413200.2023.1234567>
- Stebbins, R. (2020). Review of the book football: A sociology of the global game, by R. Giulianotti. *Contemporary sociology*, 29(6), 842-843.
- Steff, J., Martinez, L., & Nguyen, T. (2024). Effect of fitlight training on reaction time in youth basketball players. *Journal of sports performance science*, 12(1), 15-25. <https://doi.org/10.1080/jsps.2024.01201>
- Sternberg, R. J. (2022). The search for the elusive basic processes underlying human intelligence: Historical and contemporary perspectives. *Journal of intelligence*, 10(2), 1-21. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10020028>
- Stoffregen, T. A., Mantel, B., & Bardy, B. G. (2024). Multisensory perception and motor control. *Current opinion in psychology*, 54(12), 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2023.101123>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2023). Physiology of soccer: An update. *Sports medicine*, 53(3), 315–331. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01784-z>
- Stone, M. H., Stone, M., & Sands, W. A. (2025). Time course of reversibility in resistance training adaptations. *European journal of applied physiology*, 125(3), 130–145.

- Tampradit, K., & Boontawee, N. (2024). Physical fitness of university students enrolled in recreational and group activity courses. *Academic journal of thailand national sports university*, 16(1), 45–58.
<https://he02.tcithaijo.org/index.php/TNSUJournal/article/view/251056>
- Tang, H., Wang, J., Bao, J., et al. (2024). Decline of physical fitness among medical students and its impact on career pathway. *BMC Medical education*, 24(6), 513. 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05493-0>
- Thanaphonganan, P., & Seehamongkon, S. (2024). Physical fitness skill assessment standards for sports science students. *Thai journal of physical education*, 34(1), 1–15. <https://doi.org/10.1234/tjpe.2024.3401>
- Thieschäfer, L., & Büsch, D. (2022). Development and trainability of agility in youth: A systematic scoping review. *Frontiers in sports and active living*, 4(1), 1-23. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.952779>
- Thompson, B., & Harrison, D. (2025). Neural-inspired AI models for problem-solving and deep learning. *Artificial intelligence review*, 50(1), 1-18.
<https://doi.org/10.1007/s10462-025-10001-x>
- Thompson, W. R. (2024). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (12thed.). Philadelphia, PA, USA: Wolters Kluwer Health.
- Tian, W., Chen, L., & Huang, X. (2024). Effects of passive shoulder exoskeleton on muscle synergy during overhead arm tasks. *IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, 32(9), 1120-1131.
<https://doi.org/10.1109/TNSRE.2023.3284712>
- Todorov, E., & Jordan, M. I. (2002). Optimal feedback control as a theory of motor coordination. *Nature neuroscience*, 5(11), 1226–1235.
<https://doi.org/10.1038/nn963>
- Tønnessen, E., Sandbakk, Ø., Sandbakk, S. B., Seiler, S., & Haugen, T. (2024). Training session models in endurance sports: A norwegian perspective on best practice recommendations. *Sports medicine*, 54(11), 2935–2953.
<https://doi.org/10.1007/s40279-024-02067-4>
- Tortora, G. J. (2023). *Principles of anatomy and physiology* (19thed.). Hoboken, New Jersey, USA: Wiley.

- Van de Winckel, A., Carpentier, S. T., Deng, W., Bottale, S., Zhang, L., Hendrickson, T., Linnman, C., Lim, K. O., Mueller, B. A., Philippus, A., Monden, K. R., Wudlick, R., Battaglino, R., & Morse, L. R. (2023). Identifying body awareness-related brain network changes after cognitive multisensory rehabilitation for neuropathic pain relief in adults with spinal cord injury: Delayed treatment arm phase i randomized controlled trial. *Medrxiv*, 7(3), 1–36.
<https://doi.org/10.1101/2023.02.09.23285713>
- van Niekerk, W., Maree, D. J., & Grobler, L. (2024). Neuromuscular adaptations to exercise. *Physiopedia*, 5(12), 1-14.
https://www.physiopedia.com/Neuromuscular_Adaptationsto_Exercise
- Vazou, S., & Mavilli, M. (2021). Cognitively engaging physical activity for targeting motor, cognitive, social, and emotional skills in the preschool classroom: The move for thought prek-k program. *Frontiers in psychology*, 12(7), 1-13.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.729272>
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2020). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *Plos one*, 15(2) 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170845>
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2021). Executive functions predict the success of top-soccer players. *Plos one*, 16(2), 1–5.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246596>
- Visibelli, E., Vigna, G., Nascimben, C., & Benavides-Varela, S. (2024). Neurobiology of numerical learning. *Neuroscience & biobehavioral reviews*, 158, 10–26.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105545>
- Vlahopoulos, N. G., Zourbanos, N., Tzetzis, G., & Hatzigeorgiadis, A. (2024). Cognitive-motor training effects on reaction time and decision-making in youth athletes. *International journal of sport and exercise psychology*, 22(1), 65–79.
<https://doi.org/10.1080/1612197X.2023.2237892>
- Voigt, L., Friedrich, J., Grove, P., & Heinrich, N. W. (2022). Advancing judgment and decision-making research in sport psychology by using the body as an informant in embodied choices. *Asian journal of sport and exercise psychology*, 3(1). 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ajsep.2022.09.006>

- Wall Street Journal. (2025, March 29). *The science behind pro athletes' eye training tech*. <https://www.wsj.com/sports>
- Waltzman, D., Sarmiento, K., & Daugherty, J. (2024). Factors that may influence americans' views on when children should start playing tackle football. *Journal of athletic training*, 59(1), 22–29. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0004.23>
- Wang, C., Song, P., & Niu, Y. (2022). The management of dementia worldwide: A review on policy practices, clinical guidelines, end-of-life care, and challenge along with aging population. *Bioscience trends*, 16(2), 119–129. <https://doi.org/10.5582/bst.2022.01042>
- Wang, P., Liu, Y., & Chen, C. (2024). Effects of neuromuscular training on dynamic balance ability in athletes: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*, 10(16), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35823>
- Wang, S. (2023). The effects of music on different cognitive performances. *Journal of education humanities and social sciences*, 8(3), 717–723. <https://doi.org/10.54097/ehss.v8i.4341>
- Wang, Y., & Smith, K. (2023). Aerobic exercise and brain plasticity in motor learning. *Neuroscience & exercise*, 10(2), 80-95. <https://doi.org/10.xxxx/ne.2023.080>
- Wang, Y., Liu, X., & Chen, M. (2025). Neuromuscular reversibility after detraining: A longitudinal investigation. *Journal of applied biomechanics*, 41(4), 112–125. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jab/41/4/article-link.html>
- Wassenaar, T. M., Wheatley, C. M., Beale, N., Nichols, T., Salvan, P., Meaney, A., Atherton, K., Diaz-Ordaz, K., Dawes, H., & Johansen-Berg, H. (2021). The effect of a one-year vigorous physical activity intervention on fitness, cognitive performance and mental health in young adolescents: The fit to study cluster randomised controlled trial. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 18(1), 47, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01113-y>
- Weakley, J. J. S., Mann, B. J., Banyard, H. G., McLaren, S. J., Scott, T., Garcia-Ramos, A., & Wakefield, C. B. (2021). Velocity-based training: *From theory to application*. *Strength & conditioning journal*, 43(2), 31–49. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000560>

- West, C. P., Dyrbye, L. N., Sinsky, C., Trockel, M., Tutty, M., Nedelec, L., Carlasare, L. E., & Shanafelt, T. D. (2020). Resilience and burnout among physicians and the general us working population. *Jama network open*, 3(7), 1-11.
<https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.9385>
- West, S., Shrier, I., Impellizzeri, F. M., Clubb, J., Ward, P., & Bullock, G. (2024). Training-load management ambiguities and weak logic: Creating potential consequences in sport training and performance. *International journal of sports physiology and performance*, 20(3), 481–484. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2024-0158>
- Weston, M., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2019). Effects of high-intensity interval training on metabolic health in adults. *British journal of sports medicine*, 46(10), 2016–2022. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000324>
- Wiley.Diamond, A. (2023). *Executive functions and cognitive development: Updated perspectives* (2nded). Cambridge, MA, USA: MIT Press.
- Wilk, M., Zajac, A., & Tufano, J. J. (2021). The influence of movement tempo during resistance training on muscular strength and hypertrophy responses: A review. *Sports medicine*, 51(8), 1629–1650. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01465-2>
- Williams, A. M., Ford, P., & Drust, B. (Eds.). (2023). *Science and soccer: Developing elite performers* (4thed.). London, UK: Routledge.
- Williams, C. A., Jones, L. S., & Martin, K. R. (2025). Exercise-induced epigenetic modifications in skeletal muscle: Histone acetylation and gene expression. *Epigenetics & chromatin*, 18(1), 1-12.<https://doi.org/10.1186/s13072-025-00341-y>
- Wolpert, D. M., Ghahramani, Z., & Jordan, M. I. (2023). An internal model for sensorimotor integration. *Science*, 307(13), 2033–2036.
<https://doi.org/10.1126/science.1107790>
- Wu, J., Li, X., Zhang, Y., & Zhao, H. (2024). The effects of cognitive-motor dual-task training on athletes' performance: A systematic review. *Frontiers in psychology*, 15(5) 24-30. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1284787>
- Wu, J., Qiu, P., Lv, S., Chen, M., & Li, Y. (2024). The effects of cognitive-motor dual-task training on athletes' cognition and motor performance. *Frontiers in psychology*, 15(9), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1284787>

- Wu, Q., Zhang, L., & Chen, S. (2023). Influence of street lighting color temperature on driver alertness and reaction time measured by EEG. *Lighting research & technology*, 55(4), 563-575. <https://doi.org/10.1177/14771535231104845>
- Wu, Q., Zhang, Y., & Huang, F. (2022). Application of video action recognition in analyzing football players' situational awareness. *International journal of sports technology and Analytics*, 14(2), 119–132. <https://doi.org/10.1504/IJSTA.2022.100400>
- Yeo, P. C., Yeo, E. Q. Y., Probert, J., Sim, S. H. S., & Sirisena, D. (2020). A systematic review and qualitative analysis of concussion knowledge amongst sports coaches and match officials. *Journal of sports science and medicine*, 19(1), 65–77. <https://www.jssm.org/jssm-19-65.xml>
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2020). *Science and practice of strength training* (3rded.). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2025). *Science and practice of strength training* (3rded.). Champaign, IL, USA: Human Kinetics.
- Zeng, N., Pope, Z., & Gao, Z. (2024). Open-ended learning environments and creativity development: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36(2), 200–225. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09765-4>
- Zhang, Y., & Li, X. (2024). Reaction time improvement through cognitive-motor training in youth basketball players. *Journal of sports science & coaching*, 19(1), 45–53. <https://doi.org/10.1177/jssc.v19i1.234>
- Zhao, R., Li, X., Wang, J., et al. (2024). Physical fitness and health status in children aged 3–6 years: A cluster analysis. *BMC Public health*, 24(8), 420. 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-17660-5>
- Zhu, C. (2024). Cognitive training during midlife: A systematic review and meta-analysis. *Psychology and aging*, 39(3), 427–439. <https://doi.org/10.1037/pag0000430>
- Zhu, R., Wang, L., & Chen, F. (2024). Effects of perceptual-cognitive training on anticipation and decision-making skills in team sports: A systematic review and meta-analysis. *Behavioral sciences*, 14(10), 1-21. <https://doi.org/10.3390/bs14100919>

Zimmerman, A., & Nguyen, H. (2024). Identity stability and exercise adherence: Psychological mechanisms underlying long-term physical activity. *Behavioral medicine*, 50(1), 88–96. <https://doi.org/10.xxxx/bmed.2024.050>





วิทยาเขตอุดรธานี



โปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล จำนวน 12 สัปดาห์

รายละเอียด
การฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล วันจันทร์ พุธ และศุกร์ เวลา 06.00-07.00 น.
อบอุ่นร่างกาย (Warm-up) 10 นาที
โปรแกรมการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล ทำการฝึกทั้งหมด 12 สัปดาห์ แบ่งออกเป็น 4 แบบฝึก เวลาฝึกต่อแบบฝึก 10 นาทีรวมพัก รวม (40 นาที) หัวข้อหลักที่ใช้ในการฝึก ได้แก่ 1. Cognitive ball mastery skills แบบฝึกทักษะการควบคุมบอลรวมกับการใช้ความคิด คือการฝึกที่ใช้สมองรวมกับการเคลื่อนไหว เช่น การคิด การรับรู้ และการตัดสินใจ เข้ากับ การเคลื่อนไหวของร่างกาย ในเวลาเดียวกัน 2. Cognitive training drill (Develop passing) แบบฝึกการฝึกสมองเพื่อพัฒนาทักษะการส่งบอล คือ แบบฝึกที่ผสมผสานการฝึกทักษะฟุตบอล (การส่งบอล) เข้ากับการฝึกสมองด้านการคิด การตัดสินใจ และการตอบสนอง เพื่อให้ นักกีฬาไม่เพียงแต่ส่งบอลได้ดีเท่านั้น แต่ยังสามารถอ่านสถานการณ์และตัดสินใจได้รวดเร็วในเกมจริง 3. Ball Reaction drills (Passing + visual and Auditory cue) การฝึกตอบสนองต่อลูกบอลของนักกีฬาเมื่อได้รับสิ่งเร้าจากลูกบอลที่เคลื่อนที่อย่างไม่แน่นอน คือรูปแบบการฝึกที่ผสมผสานระหว่างทักษะการ ส่ง-รับ บอล กับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ ได้ยิน และ มองเห็น 4. Cognitive Dribbling and Shooting Drill แบบฝึกเลี้ยงบอลและยิงประตูควบคู่การฝึกสมอง คือแบบฝึกที่ผสมผสาน ทักษะฟุตบอลด้านการเลี้ยงบอลและยิงประตู เข้ากับ การฝึกสมองด้านการคิดและการตัดสินใจ
การคลายอุ่น (Cool-down) 10 นาที

สัปดาห์ที่ 3-4

[illegible]

สัปดาห์ที่ 5-7

รายละเอียดการฝึก สัปดาห์ที่ 5-6	เวลาฝึก ต่อรอบ (วินาที)	รอบ	พัก ระหว่าง รอบ (วินาที)	Set	พัก ระหว่าง Set (นาที)	พัก ระหว่าง แบบฝึก (นาที)	ความหนัก
1. Warm up (10 นาที)	- Static stretching + Dynamic stretching เป็นเวลา 10 นาที						
2. แบบฝึกที่ 1. Cognitive ball mastery skills	30	2	30	4	1	2	-RPE=12-14
3. แบบฝึกที่ 2. Cognitive training drill (Develop passing)	30	2	30	4	1	2	
4. แบบฝึกที่ 3. Ball Reaction drills (Passing + visual & Auditory cue)	30	2	30	4	1	2	
5. แบบฝึกที่ 4. Cognitive Dribbling & Shooting Drill	30	2	30	4	1	2	
6. การผ่อนคลายอุ่น Cool down) เป็น เวลา 10 นาที	- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที						

สัปดาห์ที่ 8-9

รายละเอียดการฝึก สัปดาห์ที่ 8	เวลาฝึก ต่อรอบ (วินาที)	รอบ	พัก ระหว่าง รอบ (วินาที)	Set	พัก ระหว่าง Set (นาที)	พัก ระหว่าง แบบฝึก (นาที)	ความหนัก
1. Warm up (10 นาที)	- Static stretching + Dynamic stretching เป็นเวลา 10 นาที						
2. แบบฝึกที่ 1. Cognitive ball mastery skills	30	2	30	5	1	2	-RPE = 12-14
3. แบบฝึกที่ 2. Cognitive training drill (Develop passing)	30	2	30	5	1	2	
4. แบบฝึกที่ 3. Ball Reaction drills (Passing + visual & Auditory cue)	30	2	30	5	1	2	
5. แบบฝึกที่ 4. Cognitive Dribbling & Shooting Drill	30	2	30	5	1	2	
6. การผ่อนคลายอุ่น Cool down) เป็น เวลา 10 นาที	- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที						

สัปดาห์ที่ 10-12

รายละเอียดการฝึก สัปดาห์ที่ 9-10	เวลาฝึก ต่อรอบ (วินาที)	รอบ	พัก ระหว่าง รอบ (วินาที)	Set	พัก ระหว่าง Set (นาที)	พัก ระหว่าง แบบฝึก (นาที)	ความหนัก
1. Warm up (10 นาที)	- Static stretching + Dynamic stretching เป็นเวลา 10 นาที						
2. แบบฝึกที่ 1. Cognitive ball mastery skills	30	3	30	5	1	2	-RPE=12-14
3. แบบฝึกที่ 2. Cognitive training drill (Develop passing)	30	3	30	5	1	2	
4. แบบฝึกที่ 3. Ball Reaction drills (Passing + visual & Auditory cue)	30	3	30	5	1	2	
5. แบบฝึกที่ 4. Cognitive Dribbling & Shooting Drill	30	3	30	5	1	2	
6. การผ่อนคลายอุ่น (Cool down) เป็นเวลา 10 นาที	- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที						

หมายเหตุ: - ประเมินค่าคะแนนการรับรู้ในการฝึก (Rating of perceived exertion; RPE) การประเมินค่าคะแนนการรับรู้ในการฝึก ทำการวัดหลังการฝึก ให้ผู้รับการฝึกประเมินตนเองออกมาเป็นตัวเลข โดยมีความหมายดังนี้

- ระดับ 9-11 หมายถึง การรับรู้ในการฝึกระดับความหนักต่ำ
- ระดับ 12-14 หมายถึง การรับรู้ในการฝึกระดับความหนักปานกลาง
- ระดับ 17-18 หมายถึง การรับรู้ในการฝึกระดับความหนักสูง

แบบฝึกที่ 1

Cognitive ball mastery skills แบบฝึกทักษะการควบคุมบอลรวมกับการใช้ความคิด คือ การฝึกที่ใช้สมองรวมกับการเคลื่อนไหว เช่น การคิด การรับรู้ และการตัดสินใจ เข้ากับ การเคลื่อนไหว ของร่างกาย ในเวลาเดียวกัน

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาทั้งด้านทักษะและสมอง โดยมุ่งเน้นให้ผู้เล่นสามารถควบคุม ลูกฟุตบอลได้อย่างแม่นยำภายใต้สถานการณ์ที่ซับซ้อน ควบคู่ไปกับการเสริมสร้างสมรรถภาพทาง ปัญหา เช่น สมาธิและความตั้งใจจดจ่อ ความยืดหยุ่นทางความคิด และการตัดสินใจอย่างรวดเร็ว เหมาะสม

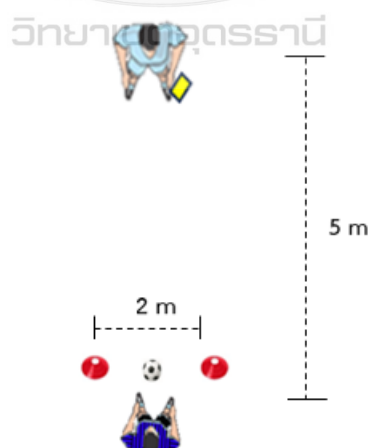
อุปกรณ์



ลูกฟุตบอล
มาร์กเกอร์

ขั้นตอนการฝึก

1. กำหนดพื้นที่ 1-2 เมตร ใช้มาร์กเกอร์
2. ผู้ฝึกจับคู่กัน 2 คนต่อลูกบอล 1 ลูก ยืนห่างจากกัน 5 เมตร
2. ผู้ฝึกยืนอยู่ตรงกลางระหว่างมาร์กเกอร์พร้อมกับควบคุมบอลลูกฟุตบอลตามท่าที่โค้ชให้ฝึก พร้อม กับตอบคำถามตามที่ได้รับ เช่น สี ตัวเลข
3. ผู้ฝึกอีกคนจะเป็นผู้ชูสัญญาณลักษณะ สีหรือตัวเลข แล้วแต่ผู้ฝึกสอนจะกำหนดในแต่ละสัปดาห์นั้นๆ แล้วสลับตำแหน่งกัน



แบบฝึกที่ 2

Cognitive training drill (Develop passing) แบบฝึกการฝึกสมองเพื่อพัฒนาทักษะการส่งบอล คือ แบบฝึกที่ผสมผสานการฝึกทักษะฟุตบอล (การส่งบอล) เข้ากับการฝึกสมองด้านการคิด การตัดสินใจ และการตอบสนอง เพื่อให้ นักกีฬาไม่เพียงแต่ส่งบอลได้ดีเท่านั้น แต่ยังสามารถอ่านสถานการณ์และตัดสินใจได้รวดเร็วในเกมจริง

วัตถุประสงค์

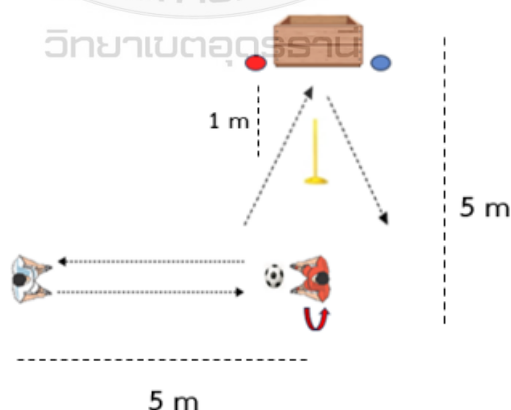
เพื่อพัฒนาการส่งบอลให้แม่นยำและต่อเนื่อง กระตุ้นการทำงานของสมอง เช่น ความจำ การสลับงาน (Switching) และการคิดหลายอย่างพร้อมกัน (Multi-tasking) สร้างความสามารถในการตัดสินใจภายใต้แรงกดดันเพิ่มสมาธิและความเร็วในการตอบสนอง

อุปกรณ์



ขั้นตอนการฝึก

1. ใช้พื้นที่ 5x5 เมตร โดยการวางมาร์กเกอร์ วางกล่องบล็อกไม้ไว้ตรงกลาง ตรงข้างของบล็อกไม้จะวางมาร์กเกอร์คนละสี่อัน และตรงกลางระหว่างมาร์กเกอร์จะปักเสาสาลอมห่างจากบล็อกไม้ 1 เมตร
2. ผู้ฝึกจับคู่กัน 2 คนต่อลูกบอล 1 ลูก ผู้ฝึกทำการพาสบอลกับคู่ฝึก รอฟังสัญญาณจากโค้ชที่จะบอกสี เมื่อได้ยินเสียง ผู้ฝึกจะต้องเทิร์นบอลมาเพื่อทำชิ่งกับกล่องบล็อกไม้ และก็กลับไปพาสบอลกับเพื่อนต่อรอสัญญาณต่อไป
3. แล้วเมื่อครบเวลาหรือเช็ทก็สลับตำแหน่งกัน



แบบฝึกที่ 3

Ball Reaction drills (Passing + visual & Auditory cue) การฝึกตอบสนองต่อลูกบอลของนักกีฬาเมื่อได้รับสิ่งเร้าจากลูกบอลที่เคลื่อนที่อย่างไม่แน่นอน คือรูปแบบการฝึกที่ผสมผสานระหว่างทักษะการ ส่งบอล-รับบอล กับ การตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ ได้ยิน และ มองเห็น

วัตถุประสงค์

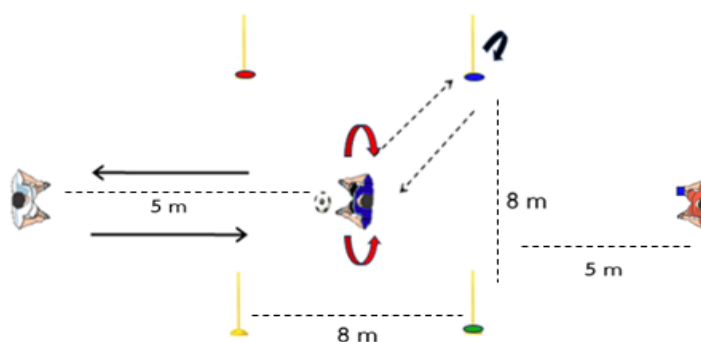
เพื่อพัฒนาความสามารถในการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ไม่แน่นอนอย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยเสริมสร้างการประสานงานระหว่างการมองเห็น การได้ยิน และการเคลื่อนไหว เพื่อส่งเสริมการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์



ขั้นตอนการฝึก

1. ใช้พื้นที่สี่เหลี่ยม 8x8 เมตร – 10x10 เมตร โดยการวางมาร์กเกอร์แต่ละอันมีสีแตกต่างกัน 4 สีในเสาสลalom ผู้ฝึกจับคู่กัน 2 คน ต่อบอล 1 ลูก
2. ผู้ฝึกแต่ละคู่ 1 คนจะยืนอยู่ตรงกลางเสาสลalomที่มีมาร์คเกอร์ 4 สีที่โค้งวางไว้ และอีกคนจะยืนห่างออกไปประมาณ 5-8 เมตร ผู้ฝึกหันหน้าเข้าหากัน และส่งบอลสลับเท้าซ้ายและเท้าขวาไปมาอย่างต่อเนื่อง
3. โค้ชยืนอยู่ข้างหลังผู้ฝึกที่ยืนตรงกลางเสาสลalomที่มีมาร์คเกอร์ 4 สี พร้อมถือมาร์คเกอร์สีต่างๆ และรอให้สัญญาณเสียงนกหวีด เมื่อได้ยินเสียงนกหวีด ผู้ฝึกจะต้องหยุดส่งบอล แล้วเทิร์นลูกบอลมาหาโค้ช พร้อมรับรู้สีที่โค้ชชูขึ้น
4. ผู้ฝึกรับเลี้ยงลูกบอลไปรอบมาร์คเกอร์สีที่โค้ชกำหนดให้เร็วที่สุด 1 รอบ ใช้เวลาประมาณ 10-15 วินาทีต่อรอบ เมื่อเลี้ยงรอบเสร็จแล้ว ให้ผู้ฝึกกลับมาปฏิบัติต่อเหมือนเดิม ฝึกตามเวลาที่กำหนดแล้วค่อยสลับกัน หรือตามเงื่อนไขที่ผู้ฝึกสอนกำหนดไว้แต่ละสัปดาห์



แบบฝึกที่ 4

Cognitive Dribbling & Shooting Drill แบบฝึกเลี้ยงบอลและยิงประตูควบคุมการฝึกสมอง คือแบบฝึกที่ผสมผสาน ทักษะฟุตบอลด้านการเลี้ยงบอลและยิงประตู เข้ากับ การฝึกสมองด้าน ความจำ

และการตัดสินใจ

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาทักษะการเลี้ยงการยิงประตูและควบคุมบอลให้มีความแม่นยำและคล่องตัว ควบคู่กับการเสริมสร้างสมรรถภาพทางปัญญา ได้แก่ การตัดสินใจภายใต้แรงกดดัน ความยืดหยุ่นทาง ความคิด สมาธิ และการแก้ปัญหาเชิงกลยุทธ์ อีกทั้งยังช่วยพัฒนาการประสานงานระหว่างตา-เท้า การรับรู้พื้นที่ และการทำงานร่วมกันของสมองกับกล้ามเนื้อ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักกีฬาสามารถ ปรับตัวและตอบสนองต่อสถานการณ์จริงในเกมการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์



ลูกฟุตบอล



มาร์กเกอร์



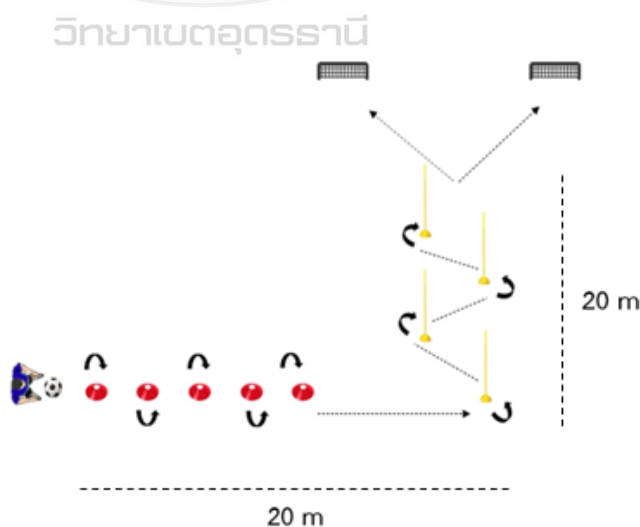
เสาสนาม



ประตูเล็ก

ขั้นตอนการฝึก

1. พื้นที่ 20x20 เมตร วางกรวยและเสาสนาม 4-6 จุด สำหรับเลี้ยงบอลอ้อม และกำหนดสี่ประตูในการยิงประตูโดยการวางมาร์กเกอร์ไว้ที่หน้าประตู
2. ผู้เล่นจะเลี้ยงลูกฟุตบอลผ่านสิ่งกีดขวางตามที่โค้ชวางไว้ และยิงประตูตามสี่ที่โค้ชกำหนด เช่น สีแดงคือยิงประตูซ้าย สีน้ำเงินคือประตูขวา หรือตามเงื่อนไขที่ตกลงกันไว้ก่อน



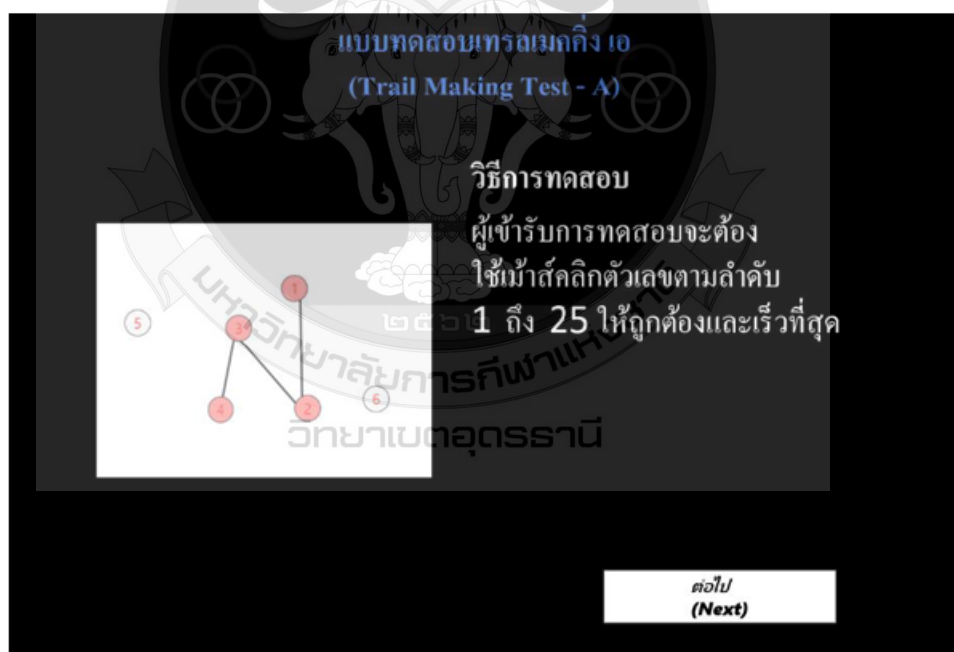


เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. ชุดทดสอบความสามารถทางสมองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (The computerized test battery CNS Vital Signs) (อัครรัฐ ยงทวี และคณะ, 2563, น. 60-71) ประกอบด้วย

1.1 แบบทดสอบเทรลเมคคิง หรือ Trail making test (TMT) ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินความสามารถของสมองหลายลักษณะ ได้แก่ ความสนใจ (Attention) ความสามารถในการจัดการ (Executive functions) ความยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) ความจำใช้งาน (Working memory) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ แบบ A และ B ซึ่งจะทำการทดสอบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการทดสอบที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ เวลาที่ใช้ (Time to complete) จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (Error response) ความต่างของเวลาที่ใช้ในการทดลองระหว่าง เอ และ บี ($B - A$) และอัตราส่วนของเวลาที่ใช้ในการทดสอบระหว่าง เอ และ บี (B/A) วิธีการทดสอบมีรายละเอียด ดังนี้

1.1.1 การทดสอบ Trail making test แบบ A ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องหาตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 25 และใช้เมาส์คลิกตัวเลขตามลำดับให้ถูกต้องและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้



1.1.2 การทดสอบ Trail making test แบบ B ประกอบด้วยตัวเลข 13 ตัว คือ 1 ถึง 13 และตัวอักษรภาษาอังกฤษ 12 ตัว คือ A ถึง L โดยผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องใช้เมาส์คลิกที่ตัวเลขสลับกับตัวอักษรภาษาอังกฤษตามลำดับให้ถูกต้องและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ตัวอย่างเช่น (① A ② B ③ C, ... L ⑬)



1.2 แบบทดสอบแฟลนเคอร์ หรือ Flanker test (FKT) ถูกนำมาใช้เพื่อทดสอบความสามารถของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการจัดการ (Executive function) คือความสามารถในการควบคุมและยับยั้ง (Inhibition) และด้านสมาธิและความสนใจเฉพาะอย่าง (Selective attention) และการทดสอบแฟลนเคอร์ ประกอบด้วย 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ 1) รูปแบบที่สอดคล้องกัน (Congruent trials) ซึ่งวัตถุเป้าหมาย คือ ลูกศรที่อยู่ตรงกลาง 1 อัน ที่ชี้ไปในทิศทางเดียวกันกับลูกศร 4 อันที่เหลือ (< < < < < หรือ > > > > >) 2) รูปแบบที่ไม่สอดคล้องกัน (Incongruent trials) ซึ่งวัตถุเป้าหมาย คือ ลูกศรที่อยู่ตรงกลาง 1 อัน ที่ชี้ไปในทิศทางตรงข้ามกับลูกศร 4 อันที่เหลือ (< < > < < หรือ > > < > >)

วิธีการทดสอบ มีรายละเอียด ดังนี้

อันดับแรกผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องมองที่จอคอมพิวเตอร์ และจะต้องทำการตอบสนองต่อวัตถุเป้าหมายหรือสิ่งเร้า (Stimuli) ที่มีเงื่อนไขการทดสอบแตกต่างกัน และจะสุมปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. ถ้า “ลูกศรตรงกลาง ชี้ไปทางซ้าย” จะต้องปฏิบัติการทดสอบโดยใช้นิ้วชี้ของมือซ้าย กดที่ ปุ่ม “Z” ที่อยู่บนแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ให้ถูกต้องและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

2. ถ้า “ลูกศรตรงกลาง ชี้ไปทางขวา” จะต้องปฏิบัติการทดสอบโดยใช้นิ้วชี้ของมือขวา กดที่ ปุ่ม “/” ที่อยู่บนแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ให้ถูกต้องและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

แบบทดสอบแฟลนเคอร์(Flanker Test)

วิธีการทดสอบ

1. เมื่อเครื่องหมาย + ปรากฏ ให้เตรียมพร้อมทดสอบ
2. สังเกตทิศทางของลูกศรที่อยู่ตรงกลาง (< <<> <<) และปฏิบัติ ดังนี้
 - ถ้า ลูกศรที่อยู่ตรงกลางชี้ไปทาง **ซ้าย** ให้ กดปุ่ม **Z** (<<<<<<<< หรือ >>>>>>>>)
 - ถ้า ลูกศรที่อยู่ตรงกลางชี้ไปทาง **ขวา** ให้ กดปุ่ม **/** (>>>>>>>> หรือ <<<<<<<<)
3. เมื่อจอสีดำปรากฏ ให้เตรียมทำแบบทดสอบต่อไป จนเสร็จสิ้นการทดสอบทั้งหมด

ต่อไป (Next)

โดยจะต้องทำการทดสอบรวมทั้งหมด 40 ครั้ง (40 Trials) อย่างต่อเนื่อง ซึ่งแต่ละรูปแบบจะปรากฏ 20 ครั้ง ผลการทดสอบที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการตอบสนองที่ถูกต้อง (Average response time of correct response) และอัตราความถูกต้องหรือแม่นยำ (Accuracy rate : percentage (%)) ของแต่ละรูปแบบ (Congruent and incongruent trials)

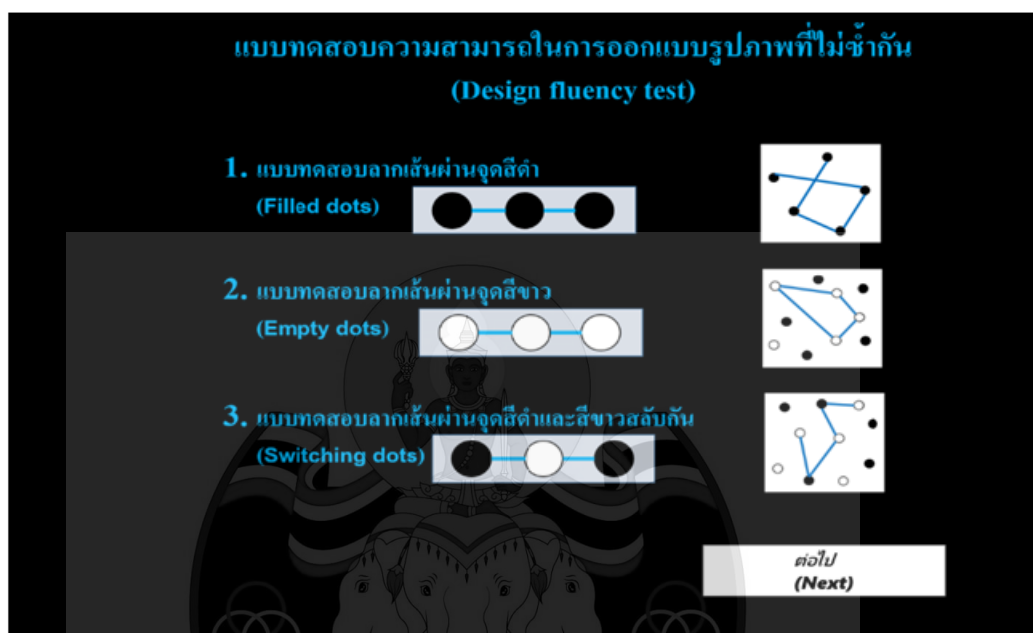
วิทยาเขตอุดรธานี

1.3 แบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน หรือ Design fluency test (DFT) มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความสามารถของสมองเกี่ยวกับความสามารถในการจัดการ (Executive function) ด้านความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) ซึ่งมีค่าความเที่ยงแบบทดสอบซ้ำตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.58 วิธีการทดสอบมีรายละเอียด ดังนี้ ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องวาดรูปภาพโดยใช้การลากเส้นตรง 4 เส้น เชื่อมต่อกันโดยที่ภาพที่วาดจะต้อง ไม่ซ้ำกันให้ได้จำนวนภาพมากที่สุด ภายใน 1 นาที ในแต่ละแบบทดสอบย่อยที่ประกอบด้วย

1.3.1 แบบทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีดำ (Filled dots)

1.3.2 แบบทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีขาว (Empty dots)

1.3.3 แบบทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีดำและจุดสีขาวสลับกัน (Switching dots) สำหรับการคิดคะแนนนั้น จะนับคะแนนรูปที่วาดได้อย่างถูกต้องตามข้อกำหนดของแต่ละแบบทดสอบย่อยและจำนวนรูปที่วาดถูกต้องของ 3 แบบทดสอบย่อยรวมกัน



1.4 การแปลผลการทดสอบความสามารถทางสมอง (อัจฉริยภาพ และคณะ, 2563, น. 71) ดังนี้

1.4.1 แบบทดสอบเทรลเมคคิง หรือ Trail making test ผลการทดสอบที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ Trail making test A และ B โดยแต่ละรูปแบบจะแสดงผลดังนี้ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (Time to complete: seconds) จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (Number of Error) ความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการทดสอบระหว่าง เอ และ บี ($B - A$) และอัตราส่วนของเวลาที่ใช้ในการทดสอบระหว่าง เอ และ บี (B/A)

1.4.2 แบบทดสอบแฟลนเคอร์ หรือ Flanker test ผลการทดสอบที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ Congruent and incongruent trials โดยแต่ละรูปแบบจะแสดงผล ดังนี้ ค่าเฉลี่ยของเวลาการตอบสนองที่ถูกต้อง (Average response time of correct response: milliseconds) และอัตราความถูกต้องหรือแม่นยำ (Accuracy rate: percentage (%))

1.4.3 แบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน หรือ Design fluency test ผลการทดสอบที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ จำนวนรูปที่วาดได้อย่างถูกต้องและไม่ซ้ำกัน จากการทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีดำ (Filled dots) การทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีขาว (Empty dots) การทดสอบการลากเส้นเชื่อมต่อจุดสีดำและขาวสลับกัน (Switching dots) และจำนวนรูปที่วาดถูกต้องและไม่ซ้ำกันทั้งหมด







ภาคผนวก จ
เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัย

วิทยาเขตอุดรธานี



เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัย
(สำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปี บริบูรณ์ แต่ไม่ถึง 20 ปี บริบูรณ์)

เค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของ
สมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน

วันที่ให้คำยินยอมวันที่.....เดือน พ.ศ.
ข้าพเจ้า (เด็กชาย/ เด็กหญิง/ นาย/ นางสาว) (ผู้เข้าร่วมการวิจัย)
ที่อยู่.....

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

ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการวิจัยด้วยความสมัครใจ

ลงนาม.....ผู้เข้าร่วมการวิจัย
(.....)

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว)..... ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็น.....
(บิดา/ มารดา/ ผู้ปกครอง) ของ (เด็กชาย/ เด็กหญิง/ นาย/ นางสาว)..... (ผู้เข้าร่วมการวิจัย) ยินดี
ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย เข้าร่วมการวิจัยดังกล่าว

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

ลงนาม.....พยาน
(.....)

ลงนาม.....พยาน
(.....)

หมายเหตุ

1. บรรลุนิติภาวะ หมายถึง บุคคลที่มีอายุ 20 ปี บริบูรณ์ขึ้นไป หรือ อายุไม่ถึง 20 ปี บริบูรณ์ แต่ได้มี
การจดทะเบียนสมรส
2. ในกรณี ผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีอายุตั้งแต่ 13 ปี บริบูรณ์ แต่ยังไม่บรรลุนิติภาวะ นั้น บิดา/ มารดา/
ผู้ปกครองจะไม่เข้าร่วมในระหว่างที่นักศึกษาอธิบายเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยก็ได้
3. เมื่อผู้ดำเนินการหลักให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย และ บิดา/ มารดา/ ผู้ปกครองของผู้เข้าร่วมการวิจัย
ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัยแล้ว ให้เก็บเอกสารไว้ที่ผู้ดำเนินการหลัก
4. เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว ให้ผู้ดำเนินการหลักส่งสำเนาเอกสารแสดงความยินยอมของ
ผู้เข้าร่วมการวิจัย จำนวน 1 ฉบับ มายังกองวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา กลุ่มวิจัยและนวัตกรรม





AF 04-03

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา
เลขที่ 91 ถนนเทศบาล 1 ตำบลสะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000 โทรศัพท์ 0 7321 2863 ต่อ 131
E-mail: scphylirb@yala.ac.th Website: http://www.yala.ac.th/IRB-SCPHYL/

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ชื่อโครงการวิจัย	ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมอง ด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน		
รหัสจริยธรรมการวิจัย	SCPHYLIB-2568/983		
ผู้วิจัยหลัก	นายธนศานต์ แก้วไวยุทธ์		
สังกัด	มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี		
วิธีการพิจารณา	Expedited		
วันที่ส่ง	22 ธันวาคม 2568	วันที่พิจารณา	09 มกราคม 2569
วันที่รับรอง	19 มกราคม 2569	วันหมดอายุ	19 มกราคม 2570

เอกสารที่รับรอง

1. โครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงข้อมูลอาสาสมัครวิจัย
4. เอกสารแสดงความยินยอมโดยได้รับการบอกกล่าว
5. ประวัตินักวิจัย/คณะนักวิจัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา
ได้พิจารณาโครงการวิจัยแล้ว ตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ตามระเบียบแนวทาง
และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

หมายเหตุ:

1. กำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า 19 กรกฎาคม 2569 แบบฟอร์ม AF 03-19
2. กำหนดส่งรายงานสิ้นสุดโครงการ 19 กุมภาพันธ์ 2570 แบบฟอร์ม AF 03-20
3. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัยหลังได้รับการ
รับรอง ให้นักวิจัยขออนุมัติปรับรายละเอียด แบบฟอร์ม AF 07-01
และ AF 07-02
4. หากดำเนินการวิจัยไม่แล้วเสร็จภายในระยะเวลารับรอง
ให้นักวิจัยขออนุมัติขยายระยะเวลา แบบฟอร์ม AF 03-18

(นายอวิรุทธิ์ สิงห์กุล)

เลขานุการคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม
การวิจัยในมนุษย์



(ผศ.ดร.ภคณัฐ วีระจร)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม
การวิจัยในมนุษย์

(หนังสือรับรองมีปณิธานตราสัญลักษณ์วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา)



ภาคผนวก ข
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

วิทยาเขตอุดรธานี



ประกาศมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
เรื่อง แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

ตามที่มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี เชิญผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายธณศานต์ แก้วไวยุทธ์ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ในกรณีนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ดำเนินการตอบรับและยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยแล้วนั้น

ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ดังรายชื่อต่อไปนี้

ผู้วิจัย	หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
นายธณศานต์ แก้วไวยุทธ์ (Mob๑๖๑๓๐๒๐๑๑)	ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน	๑. นายอัครฐ์ ยงทวี ๒. นายธวัชชัย ดำรงอ่องตระกูล ๓. นายพรรษา มีสัตย์ธรรม ๔. นายธนา ชะนะบุตร ๕. นายสุพล ยะปะภา

ประกาศ ณ วันที่ ๑๓ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๘

๒๕๖๘

วิทยาเขตอุดรธานี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพบูลย์ จันทร์เสม)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี

**แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คณะศึกษาศาสตร์**

ตามหนังสือที่ กก ๐๕๒๐/ว ๕๐๗ ลงวันที่ ๒๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๘ ได้ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายธนศักดิ์ แก้วไวยุทธ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา M๒๗๑๖๑๓๐๒๐๑๐
นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติ
ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถ
ของสมองด้านการจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย นั้น

ข้าพเจ้านายอัครัฐ ยงทวี ได้พิจารณาแล้ว

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายอัครัฐ ยงทวี)



แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คณะศึกษาศาสตร์

ตามหนังสือที่ กก ๐๕๒๐/ว ๕๐๓ ลงวันที่ ๒๖ พฤศจิกายน ๒๕๖๘ ได้ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายธนศานต์ แก้วไวยุทธ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา M๒๗๑๑๓๐๒๐๑๐
นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติ
ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถ
ของสมองด้านการจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย นั้น

ข้าพเจ้า นายธวัชชัย ดำรงค์อ่องตระกูล ได้พิจารณาแล้ว

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายธวัชชัย ดำรงค์อ่องตระกูล)



วิทยาเขตอุดรธานี

แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คณะศึกษาศาสตร์

ตามหนังสือที่ กก ๐๕๒๐/ว๕๐๓ ลงวันที่ ๒๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๘ ได้ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายธนศักดิ์ แก้วไวฤทธิ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา M๒๗๑๖๑๓๐๒๐๑๐
นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติ
ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถ
ของสมองด้านการจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย นั้น

ข้าพเจ้า นายพรชามี สัตย์ธรรม ได้พิจารณาแล้ว

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายพรชามี สัตย์ธรรม)



วิทยาเขตอุดรธานี

แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คณะศึกษาศาสตร์

ตามหนังสือที่ กก ๐๕๒๐/ว ๕๐๗ ลงวันที่ ๒๕๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๘ ได้ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายธนาคนต์ แก้วไวยุทธิ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา Mb๗๑๖๑๓๐๒๐๑๐
นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติ
ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถ
ของสมองด้านการบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย นั้น

ข้าพเจ้า นายธนา ชะนะบุตร ได้พิจารณาแล้ว

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายธนา ชะนะบุตร)



แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คณะศึกษาศาสตร์

ตามหนังสือที่ กก ๐๕๒๐.๐๔/๑๑๑๒ ลงวันที่ ๒๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๘ ได้ขอความอนุเคราะห์
เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ของนายธนศานต์ แก้วไวยุทธิ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา
Mb๗๑๖๑๓๐๒๐๑๐ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา
ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล
ต่อความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนา
เครื่องมือการวิจัย นั้น

ข้าพเจ้า นายสุพล ยะปะภา ได้พิจารณาแล้ว

- ☒ ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้
☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย ในครั้งนี้

เนื่องจาก.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุพล ยะปะภา)



วิทยาเขตอุดรธานี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ...งานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี IP: Phone ๒๕๑๒๖

ที่ กก.๐๕๒๐.๐๔/๑๑๐๒ วันที่ ๒๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง...ขอความอนุเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ

ด้วย คณะศึกษาศาสตร์ โดยงานบัณฑิตศึกษา มีนักศึกษาราย นายธณศนต์ แก้วไวยุทธ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา Mb๗๑๖๑๓๐๒๐๑๐ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอล ต่อความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ โดยงานบัณฑิตศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าบุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดของท่าน ได้แก่ นายสุพล ยะปะภา ตำแหน่ง อาจารย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลสำหรับการดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป รายละเอียดแนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี
เช่นเคย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนิศ ลิเลิศ)

เรียน รองคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ หัวหน้าสำนักงานรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

- งานบัณฑิตศึกษา มกช.อด.เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ปฏิบัติราชการแทนรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย คือ นายสุพล

ยะปะภา

เห็นควรมอบ/แจ้ง

- ทราบ

รศ. กุญแจ

(นางอัญญาภรณ์ นันพิลา)

เจ้าหน้าที่ธุรการ

๒๕ พ.ย. ๒๕๖๒

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ)

หัวหน้าสำนักงานรองคณบดี

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ

๒๕ พ.ย. ๒๕๖๒

(นางสาวสุธิดา เจริญผล)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดี

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ

๒๑ พ.ย. ๒๕๖๒

ที่ กก ๐๕๒๐/ว ๕๐๗

มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ๔๑๐๐๐

๒๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายอัครฐิ ยงทวี

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโคร่งวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี มีนักศึกษาราย นายธนศานต์ แก้วไวยุทธิ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา Mb๗๑๖๑๓๐๒๐๑๑ คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลสำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยุทธิ์ จันทร์เสน)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี

วิทยาเขตอุดรธานี

สำนักงานรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

โทร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

โทรสาร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

ที่ กก ๐๕๒๐/ว ๕๐๘

มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ๔๑๐๐๐

๒๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายธวัชชัย คำวงศ์อรรถกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำขอวิทยานิพนธ์

จำนวน ๑ ชุด

๒. แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี มีนักศึกษาราย นายธนศานต์ แก้วไวยุทธิ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา M๖๗๑๖๑๓๐๒๐๑๑ คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างยิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลสำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยุทธิ์ จันทร์เสน)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี

วิทยาเขตอุดรธานี

สำนักงานรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

โทร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

โทรสาร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

ที่ กก ๐๕๒๐/ว ๕๐๘

มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ๔๑๐๐๐

๒๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายพรชามี สัตย์ธรรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์

จำนวน ๑ ชุด

๒. แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

จำนวน ๑ ชุด

ด้วย มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี มีนักศึกษาราย นายธนศานต์ แก้วไวยุทธิ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา M๒๗๑๖๑๓๐๒๐๑๑ คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา พลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจง ในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ซึ่งขณะนี้อยู่ใน ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไป ด้วยความเรียบร้อย จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูล สำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยุทธิ์ จันทร์เสมอ)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี

วิทยาเขตอุดรธานี

สำนักงานรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

โทร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

โทรสาร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

ที่ กก ๐๕๒๐/ว ๕๐๙

มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ๔๑๐๐๐

๒๖ พฤศจิกายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายธนา ชนชนะบุตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครววิทยานิพนธ์

จำนวน ๑ ชุด

๒. แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี มีนักศึกษาราย นายธนาชานต์ แก้วไวยฤทธิ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา Mb๗๑๖๑๓๐๒๐๑๑ คณะศึกษาศาสตร์ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลศึกษาและกีฬา ได้รับการอนุมัติในการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการฝึกเชิงสติปัญญาที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาฟุตบอลต่อความสามารถของสมองด้านบริหารจัดการของนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

ในการนี้ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์อย่างดียิ่ง ดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลสำหรับดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ต่อไป รายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยจน์ จันทร์เสมอ)

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตอุดรธานี

วิทยาเขตอุดรธานี

สำนักงานรองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

โทร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

โทรสาร. ๐-๔๒๒๒-๑๙๕๑

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุลผู้วิจัย	นายชนานต์ แก้วไวยุทธ์
วัน เดือน ปี เกิด	3 เมษายน 2539
สถานที่เกิด	อำเภอโซ่พิสัย จังหวัดบึงกาฬ
ที่อยู่ปัจจุบัน	219 ม.11 ต.นาทับไฮ อ.รัตนวาปี จ.หนองคาย 43120
ตำแหน่งงาน	นักวิทยาศาสตร์การกีฬา
สถานที่ทำงาน	สโมสรฟุตบอลหนองบัวพิชญเอฟซี 171/2 หมู่ 2 ถนนวิจารณ์รังสรรค์ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู 3900
วุฒิการศึกษา	ปี 2558 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหนองยองวิทยาคม ปี 2562 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัย มหาสารคาม



วิทยาเขตอุดรธานี