



การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้าน
ภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาค้นคว้าอิสระ

วณิชยา ใจเร็ว

คุณูปการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้าน
ภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาค้นคว้าอิสระ



คุณนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

DEVELOPMENT OF MENTAL IMAGERY PROGRAM BASED ON MIRROR NEURON
THEORY FOR ENHANCING PHONOLOGICAL WORKING MEMORY OF PRIMARY SCHOOL
STUDENTS: ELECTROENCEPHALOGRAM STUDY



A DISSERTATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR DOCTOR DEGREE OF PHILOSOPHY
IN RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE
COLLEGE OF RESEARCH METHODOLOGY AND COGNITIVE SCIENCE
BURAPHA UNIVERSITY
2025
COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมคุณิพนธ์และคณะกรรมการสอบคุณิพนธ์ได้พิจารณาคุณิพนธ์ของ วนิชยา ใจเร็ว ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาคุณิพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมคุณิพนธ์

คณะกรรมการสอบคุณิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริกรานต์ จันทเปรมจิตต์)

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแพง)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริกรานต์ จันทเปรมจิตต์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา แก้วแก่น)

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สญา อุระฉัตรตระกูล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับคุณิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาคุณิพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิหวัธ แจ่มเยี่ยม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

63810098: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา; ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทาง
วิทยาการปัญญา)

คำสำคัญ: โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ ทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ความจำขณะคิดด้านภาษา
คลื่นไฟฟ้าสมอง P300

วนิชา ใจเร็ว : การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา
สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง.
(DEVELOPMENT OF MENTAL IMAGERY PROGRAM BASED ON MIRROR NEURON
THEORY FOR ENHANCING PHONOLOGICAL WORKING MEMORY OF PRIMARY SCHOOL
STUDENTS: ELECTROENCEPHALOGRAM STUDY) คณะกรรมการควบคุมดัชนีพนธ์: ปริญญา
เรื่องทิพย์, ปร.ด., สิริกรานต์ จันทเปรมจิตต์, ปร.ด. ปี พ.ศ. 2568.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์
กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยมุ่งพัฒนา
กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์และศึกษาผลของการใช้โปรแกรม
ดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วยนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน
ซึ่งได้รับการคัดเลือกจากการสุ่มอย่างง่าย โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา กิจกรรม
ทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา และการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ผลการวิจัย
พบว่า 1) โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาผ่านเกณฑ์การประเมินความ
เหมาะสมด้านเนื้อหา 2) กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์สามารถ
ใช้วัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมทดสอบได้ 3) ผลการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ พบว่า
กลุ่มทดลองมีคะแนนความถูกต้องเพิ่มขึ้นและระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองน้อยลงเมื่อเทียบกับกลุ่ม
ควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมอง
พบว่า กลุ่มทดลองมีการใช้พลังงานศักย์ไฟฟ้าสมองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย
ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 น้อย
กว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมในบางตำแหน่ง และค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ของ
กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมในหลายตำแหน่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ แสดงให้
เห็นว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้สำหรับ
เพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้



63810098: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE; Ph.D.
(RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)

KEYWORDS: MENTAL IMAGERY TRAINING PROGRAM MIRROR NEURON THEORY
PHONOLOGICAL WORKING MEMORY PROCESSING P300 BRAINWAVE

WANICHAYA JAIREW : DEVELOPMENT OF MENTAL IMAGERY

PROGRAM BASED ON MIRROR NEURON THEORY FOR ENHANCING PHONOLOGICAL
WORKING MEMORY OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS: ELECTROENCEPHALOGRAM
STUDY. ADVISORY COMMITTEE: PARINYA RUENG TIP, Ph.D. SIRIKRAN JUNTAPREM JIT,
Ph.D. 2025.

This study aims to develop a mental imagery training program based on the Mirror Neuron Theory to enhance phonological working memory during processing in primary school students. (2) to design activities for assessing phonological working memory through computer-based tasks, and (3) to examine the effects of the developed program on phonological working memory in primary school students. The study sample consisted of 60 first-grade students selected through simple random sampling, divided into an experimental group (30 students) and a control group (30 students). Research instruments included the mental imagery training program based on the Mirror Neuron Theory, phonological working memory test activities, and event-related electroencephalogram (EEG) recordings. The results showed that 1) the mental imagery training program based on the mirror neuron theory was appropriate and met the criteria for content validity index; 2) the activities for testing phonological working memory through the computer screen could be used to record brainwaves during the tests; and 3) the experimental group had higher accuracy scores and shorter response times than the control group, which was statistically significant. When analyzing brainwaves, the experimental group showed lower brain potential energy than the control group. When the average P300 brainwave results were compared, the experimental group had a smaller P300 wave width in some places and a higher P300 wave height in other places, with statistical significance.



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้มอบโอกาสให้ผู้วิจัยได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา และดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริกรานต์ จันทเปรมจิตต์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกคน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพันธ์ พานิชย์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ งามกนก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เด่นชัย ปราบจันดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา แก้วแก่น และ ดร.วิทวัส เพ็ญภู ที่ได้ให้ความกรุณาและอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง เป็นกำลังใจและให้การช่วยเหลือสนับสนุนดูแลผู้วิจัยในทุกด้าน ขอขอบคุณเพื่อนและเจ้าหน้าที่วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาที่เป็นกำลังใจทั้งทางตรงและทางอ้อม และมีส่วนช่วยให้การทำดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

วณิชชา ใจเร็ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ด
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
สมมติฐานการวิจัย	12
ขอบเขตของการวิจัย.....	12
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้.....	16
ตอนที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีการรับรู้ทางการมองเห็น.....	24
ตอนที่ 3 แนวคิดและทฤษฎีเซลล์กระจกเงา.....	41
ตอนที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีการสร้างภาพในใจ.....	46
ตอนที่ 5 องค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษา	55
ตอนที่ 6 การฝึกความจำขณะคิด.....	75
ตอนที่ 7 การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง.....	86

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	113
ระยะที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่ม ความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา.....	115
ระยะที่ 2 การพัฒนากิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา	143
ระยะที่ 3 การศึกษาผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา.....	154
บทที่ 4 ผลการวิจัย	182
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่ม ความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา.....	183
ตอนที่ 2 ผลการสร้างกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา	192
ตอนที่ 3 ผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่ม ความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา.....	205
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล	240
สรุปผลการวิจัย.....	241
อภิปรายผลการวิจัย.....	246
ข้อเสนอแนะ	259
บรรณานุกรม.....	261
ภาคผนวก.....	277
ภาคผนวก ก การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย	278
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัย	289
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	311
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน	328
ภาคผนวก จ ผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	333

ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	341
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	345



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 โครงสร้างกิจกรรมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา.....	134
ตารางที่ 2 แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Pretest - Posttest Control Group Design	156
ตารางที่ 3 แสดงกิจกรรมในโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา.....	170
ตารางที่ 4 กิจกรรมและจำนวนครั้งในการฝึกของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎี เซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา	186
ตารางที่ 5 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎี เซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา	187
ตารางที่ 6 ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์	202
ตารางที่ 7 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....	205
ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบ ความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึก การสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	208
ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบ ความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึก การสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา จำแนกตามกิจกรรม 3 กิจกรรม	209
ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำ ขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการ สร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	211

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบ ความจำขณะคิด ด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วย โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา จำแนกตามกิจกรรม.....	213
ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบ ความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วย โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	215
ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบ ความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองใช้ โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	216
ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองขณะทำ กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่ม ทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	218
ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรม ทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา.....	219
ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองใน กลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	221
ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสูงคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรม ทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วย โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	224
ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	227
ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	228

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	232
ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำ กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลัง การทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับ กลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	233



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
ภาพที่ 2 Law of Figure – Ground	26
ภาพที่ 3 Law of Similarity	26
ภาพที่ 4 Law of Proximity	27
ภาพที่ 5 Law of Closure	27
ภาพที่ 6 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล Atkinson & Shiffrin	29
ภาพที่ 7 ลำดับขั้นการพัฒนาการด้านการรับรู้ทางสายตา Schneek	32
ภาพที่ 8 แผนภาพการรับรู้ตามทฤษฎี Feature Integration Theory	33
ภาพที่ 9 เส้นทางการประมวลผลของระบบประสาทการรับรู้ทางการมองเห็น	36
ภาพที่ 10 บริเวณสมองในโครงข่ายระบบประสาทกระจกเงาพาไรโตฟรอนทอล	43
ภาพที่ 11 ระบบความจำของ Atkinson and Shiffrin	58
ภาพที่ 12 ระบบจำของ Atkinson and Shiffrin	60
ภาพที่ 13 แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของ Broadbent	62
ภาพที่ 14 แบบจำลอง Atkinson & Shiffrin	63
ภาพที่ 15 แบบจำลองระดับของการประมวลผลของ Craik & Lockhart	64
ภาพที่ 16 แบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำระยะคิดของ Baddeley and Hitch	65
ภาพที่ 17 แบบจำลองของ Baddeley	66
ภาพที่ 18 วงทำงานขององค์ประกอบด้านภาษา Baddeley	70
ภาพที่ 19 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำระยะคิด Automated Working	74
ภาพที่ 20 ตัวอย่างกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth	75

ภาพที่ 21 การเคลื่อนที่ของกระแสประสาท (Nerve Impulse Action Potential).....	87
ภาพที่ 22 คลื่นไฟฟ้าสมอง (Brain Wave)	89
ภาพที่ 23 ตำแหน่งการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง	91
ภาพที่ 24 Bipolar Montages	92
ภาพที่ 25 Common Reference Montage	93
ภาพที่ 26 Average Reference Montage.....	94
ภาพที่ 27 การเกิดคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์	96
ภาพที่ 28 ตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะ	102
ภาพที่ 29 ขั้นตอนการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง.....	102
ภาพที่ 30 อุปกรณ์การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง	103
ภาพที่ 31 แสดงแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา.....	112
ภาพที่ 32 ขั้นตอนการวิจัย.....	114
ภาพที่ 33 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	115
ภาพที่ 34 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมภาพตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา.....	119
ภาพที่ 35 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 1 ช่วงที่ 1.....	123
ภาพที่ 36 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 1 ช่วงที่ 1.....	124
ภาพที่ 37 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 1 ช่วงที่ 2.....	124
ภาพที่ 38 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 1 ช่วงที่ 3.....	125
ภาพที่ 39 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 2 ช่วงที่ 4.....	126
ภาพที่ 40 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 2 ช่วงที่ 4.....	126
ภาพที่ 41 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 2 ช่วงที่ 5.....	127
ภาพที่ 42 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 2 ช่วงที่ 6.....	128
ภาพที่ 43 กิจกรรมชวนวาด ระยะที่ 3 ช่วงที่ 1	129
ภาพที่ 44 กิจกรรมชวนวาด ระยะที่ 3 ช่วงที่ 1	129

ภาพที่ 45 กิจกรรมชวนวาด ระยะที่ 3 ช่วงที่ 2	130
ภาพที่ 46 กิจกรรมที่ 1 การจับคู่.....	132
ภาพที่ 47 กิจกรรมที่ 2 การจัดหมวดหมู่.....	132
ภาพที่ 48 กิจกรรมที่ 3 การบอกตำแหน่ง	133
ภาพที่ 49 ขั้นตอนการพัฒนากิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา	143
ภาพที่ 50 กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task).....	147
ภาพที่ 51 กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task).....	149
ภาพที่ 52 กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ Automated Reading Span Task).....	151
ภาพที่ 53 ขั้นตอนการศึกษาผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎี.....	154
ภาพที่ 54 หน้าจอโปรแกรม Psychopy Psychology Software in Python.....	160
ภาพที่ 55 ส่วนของคำชี้แจงขั้นตอนการทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา	161
ภาพที่ 56 คีย์บอร์ดในการกดเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรม.....	162
ภาพที่ 57 ส่วนของการทำกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร.....	163
ภาพที่ 58 อุปกรณ์การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง EPOC X-14 Channel Wireless EEG	166
ภาพที่ 59 การเชื่อมต่อ อุปกรณ์การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง	167
ภาพที่ 60 ติดตั้งอุปกรณ์การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองบนศีรษะผู้เข้าร่วมทดลอง	167
ภาพที่ 61 การตรวจเช็คความพร้อมของระบบเชื่อมต่อโปรแกรมกับอุปกรณ์การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง	168
ภาพที่ 62 ดำเนินการการทดสอบและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยการทำงานอัตโนมัติของโปรแกรม	168
ภาพที่ 63 การบันทึกเพิ่มข้อมูลพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมองโดยการทำงานอัตโนมัติของโปรแกรม	169
ภาพที่ 64 โปรแกรม MATLAB R2024b.....	172
ภาพที่ 65 การกรองสัญญาณ (Filter) คลื่นไฟฟ้าสมอง	172
ภาพที่ 66 การกรองสัญญาณช่วงความถี่ผ่าน (Basic FIR filter (new, default).....	173

ภาพที่ 67 การเลือกช่องสัญญาณ (Chanel) ที่ 14 ช่องสัญญาณ.....	174
ภาพที่ 68 โปรแกรมดำเนินการการตัดสัญญาณรบกวน (Artifact Reduction).....	174
ภาพที่ 69 การปรับฐาน trigger/marker/boundary ต่าง ๆ	175
ภาพที่ 70 การปรับฐาน trigger/marker/boundary ต่าง ๆ	175
ภาพที่ 71 การปรับฐาน trigger/marker/boundary ต่าง ๆ	176
ภาพที่ 72 การเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์รายบุคคล (Subject Averaging) และการเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์ราย กลุ่ม (Grand Averaging).....	176
ภาพที่ 73 การเรียกดูรูปคลื่นไฟฟ้าสมองเรียกแบบกราฟ.....	177
ภาพที่ 74 การเรียกดูรูปคลื่นไฟฟ้าสมองเรียกแบบแสดงบนสรีระ 2 มิติ	177
ภาพที่ 75 การเรียกดูรูปคลื่นไฟฟ้าสมองเรียกแบบแสดงบนสรีระ 3 มิติ	178
ภาพที่ 76 การรายงานค่าความกว้าง (Latency) และค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง	178
ภาพที่ 77 การบันทึกข้อมูลค่าความกว้าง (Latency) และค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้า สมอง P300.....	179
ภาพที่ 78 การแปลง Text File ให้อยู่ในรูปของ Excel File เพื่อให้ได้ค่าความกว้าง (Latency) และ ค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300	179
ภาพที่ 79 ไอคอนการเข้าโปรแกรม	185
ภาพที่ 80 หน้าต่างแสดงไฟล์เดอริกกิจกรรม	185
ภาพที่ 81 ผังการทำงานส่วนคำชี้แจงการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา	193
ภาพที่ 82 ผังการใช้ระยะเวลาในการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา	194
ภาพที่ 83 ไอคอนการเข้าโปรแกรม	195
ภาพที่ 84 หน้าต่างแสดงไฟล์เดอริกกิจกรรม	196
ภาพที่ 85 แสดงปุ่ม Run สำหรับเริ่มต้นทำกิจกรรม.....	196
ภาพที่ 86 หน้าจอสำหรับใส่ชื่อและรหัสทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา.....	197
ภาพที่ 87 Text File และจัดเก็บใน Folder ชื่อ Data ทำกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร.....	198

ภาพที่ 88 การใช้ระยะเวลาการกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร	198
ภาพที่ 89 Text File และจัดเก็บใน Folder ชื่อ Data ทำกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ.....	199
ภาพที่ 90 การใช้ระยะเวลาการกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ	200
ภาพที่ 91 Text File และจัดเก็บใน Folder ชื่อ Data กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ.....	201
ภาพที่ 92 การใช้ระยะเวลาการกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ.....	201
ภาพที่ 93 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิด ด้านภาษาของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมการสร้างภาพ ใน ใจในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา.....	209
ภาพที่ 94 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิด ด้านภาษา ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพ ในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา จำแนกตามกิจกรรม.....	210
ภาพที่ 95 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบ ความจำขณะคิดด้านภาษาของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรม ฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	212
ภาพที่ 96 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบ ความจำขณะคิดด้านภาษาของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรม ฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา จำแนกตามกิจกรรม.....	214
ภาพที่ 97 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิด ด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้าง ภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	217
ภาพที่ 98 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบ ความจำขณะคิด	220
ภาพที่ 99 แผนภูมิเส้นแสดงค่าเฉลี่ยของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรม ทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง	222
ภาพที่ 100 ตำแหน่งชั่วไฟฟ้าที่มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรม	223

ภาพที่ 101 แผนภูมิเส้นแสดงค่าเฉลี่ยของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง	225
ภาพที่ 102 ตำแหน่งชั่วไฟฟ้าที่มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรม	226
ภาพที่ 103 แผนภูมิเส้นแสดงค่าเฉลี่ยของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรม	231
ภาพที่ 104 ตำแหน่งชั่วไฟฟ้าที่มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรม	232
ภาพที่ 105 แผนภูมิเส้นแสดงค่าเฉลี่ยของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรม	236
ภาพที่ 106 ตำแหน่งชั่วไฟฟ้าที่มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรม	237
ภาพที่ 107 คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งชั่วไฟฟ้าช่วงเวลาตั้งแต่ 0- 550 มิลลิวินาที ของกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ก่อนและหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	238
ภาพที่ 108 คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งชั่วไฟฟ้าช่วงเวลาตั้งแต่ 0- 550 มิลลิวินาที ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา	238

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนรู้ภาษาต่างประเทศถือเป็นทักษะที่สำคัญ เนื่องจากช่วยให้บุคคลสามารถสื่อสารและเข้าใจวัฒนธรรมที่หลากหลาย รวมถึงเปิดโอกาสในการเข้าถึงข้อมูลและแหล่งความรู้จากทั่วโลก โดยเฉพาะภาษาอังกฤษซึ่งเป็นภาษาสากลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร การศึกษาหาความรู้ และการทำงานในหลายสาขา นอกจากนี้ การเรียนรู้ภาษายังมีผลต่อการพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่ช่วยให้บุคคลสามารถเติบโตในสังคมโลกที่มีความหลากหลายและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยเฉพาะในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มีการเน้นการพัฒนาทักษะทางภาษา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้ภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่ต้องมีการจัดการเรียนการสอนในสาระการเรียนรู้พื้นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลากหลายสถานการณ์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2561)

การเรียนรู้ภาษาอังกฤษให้ได้ดีนั้นจำเป็นต้องพัฒนาทักษะทั้งสี่ด้าน ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน โดยทุกทักษะล้วนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความสามารถในการสื่อสารภาษาอังกฤษอย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกฝนทักษะเหล่านี้จึงเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาภาษา เนื่องจากจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและการใช้ภาษาที่เหมาะสมในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน (Harmer, 2015) หนึ่งในทักษะพื้นฐานที่สำคัญในกระบวนการเรียนภาษาคือ "ทักษะการอ่าน" ซึ่งช่วยให้เด็กสามารถเข้าใจเนื้อหาทางภาษาและใช้ภาษานั้นในการสื่อสารและคิดอย่างมีเหตุผล และการอ่านเป็นทักษะที่สำคัญในตัวเอง และเป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาทักษะอื่น ๆ ทั้งการฟัง การพูด และการเขียน เพราะการอ่านที่มีประสิทธิภาพจะช่วยเพิ่มการรับรู้ภาษาของผู้เรียน และทำให้การใช้ภาษาในสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นเรื่องที่ยง่ายขึ้น (Laličić & Dubravac, 2021)

การพัฒนาทักษะการอ่านในเด็กวัยประถมศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้และความสำเร็จทางการศึกษาในระยะยาว (Cayir, 2017) การเรียนภาษาต่างประเทศ ไม่ได้เรียนภาษาเพื่อความรู้เกี่ยวกับภาษาเท่านั้น แต่เรียนภาษาเพื่อให้สามารถใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่นได้ตามความต้องการในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพ การที่ผู้เรียนจะใช้ภาษาได้ถูกต้องคล่องแคล่วและเหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับทักษะของการใช้ภาษาดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนภาษาที่ดี ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสดำเนินการฝึกทักษะการใช้ภาษาให้มากที่สุดทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนการจัดการกระบวนการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับธรรมชาติ และ

ลักษณะเฉพาะของภาษา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนภาษา จึงควรจัดกิจกรรมให้หลากหลาย ทั้งกิจกรรมการฝึกทักษะทางภาษาและกิจกรรมการฝึกผู้เรียนให้รู้วิธีการเรียนภาษาด้วยตนเองควบคู่ไปด้วย อันจะนำไปสู่การเป็นผู้เรียนที่พึ่งตนเองได้

กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ความจำ โดยเด็กจะใช้ความจำในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เช่น การจำรูปร่าง การจำการกระทำ หรือแม้แต่การจำสถานที่ในโลกของเขา ความสามารถในการจำสิ่งเหล่านี้เป็นพื้นฐานของการพัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับโลก และความจำไม่ใช่สิ่งที่เด็กเกิดมามี แต่เป็นกระบวนการที่พัฒนาไปตามช่วงเวลาของการเติบโต โดยเด็กเริ่มต้นด้วยการเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เรียบง่าย และเมื่อเด็กโตขึ้น ความสามารถในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลจะมีความซับซ้อนมากขึ้น เขาเชื่อว่าในช่วงวัยเด็ก ความสามารถในการจำยังไม่พัฒนาเต็มที่เท่ากับผู้ใหญ่ ซึ่งส่งผลต่อวิธีที่เด็กเก็บข้อมูลและเรียกคืนมันในอนาคต (Kilag et al., 2022)

เด็กจะเริ่มพัฒนาทักษะการคิดเชิงบริหารจัดการ (Executive Function: EF) มากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้พวกเขาสามารถพัฒนาและใช้ทักษะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เช่น การหยุดหรือยับยั้งพฤติกรรม การยืดหยุ่นทางความคิด การควบคุมอารมณ์ ความจำขณะคิด และการวางแผนจัดการ ซึ่งมีผลต่อความสำเร็จทั้งในด้านการเรียน การทำงาน สุขภาพ และการใช้ชีวิตร่วมกับผู้อื่น (ดวงฤทัย เสมอคุ้มหอม, สุภารัตน์ วันงามพิเศษ, & ธมกร เอียรฐริเดช, 2563) หากต้องการพัฒนาทักษะการอ่านและการเขียนในเด็กวัยประถมควรเริ่มต้นตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยเน้นการฝึกฝนกระบวนการอ่านและการทำความเข้าใจ เนื่องจากการฝึกทักษะเหล่านี้จะส่งผลให้เด็กสามารถเรียนรู้และประสบความสำเร็จในด้านการศึกษาในระยะยาว (Cayir, 2017)

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันพบว่า นักเรียนบางคนสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ในขณะที่บางคนไม่สามารถจดจำและทำงานได้ครบถ้วน ทำให้เกิดปัญหางานไม่เสร็จ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากขนาดหน่วยความจำที่เล็กกว่าคนอื่น ๆ ทำให้ไม่สามารถรับรู้และประมวลผลข้อมูลได้อย่างเต็มที่ ถึงแม้ว่านักเรียนจะตั้งใจฟังการสอน แต่กลับไม่สามารถจดจำหรือทำงานได้ดีนัก โดยไม่ใช่เป็นเพราะความไม่ตั้งใจหรือความไม่สนใจ แต่เป็นเพราะปัญหาทางด้านหน่วยความจำ ซึ่งอาจทำให้เกิดการสับสนในเรื่องต่าง ๆ เช่น คำศัพท์ ตัวเลข หรือคำสั่งที่มักทำผิดซ้ำ ๆ ดังนั้นความจำจึงมีบทบาทสำคัญในระบบการรับรู้และเข้าใจสิ่งเร้าที่ผ่านระบบสัมผัสต่าง ๆ และยังช่วยให้บุคคลสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ในอดีต เข้าใจสิ่งต่าง ๆ ในปัจจุบัน และคาดการณ์อนาคตได้ ได้ (Jarrold, Baddeley, & Hewes, 1999) โดยมีความจำขณะคิดเป็นส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความสามารถทางสมองอย่างซับซ้อน เช่น การคิดเลขในใจขณะที่คุยโทรศัพท์ หรือการตัดสินใจเลือกเส้นทางขับรถขณะฟังวิทยุ (Hornung, Brunner, Reuter, & Martin, 2011) อย่างไรก็ตามในสถานการณ์ปัจจุบัน พบว่าเด็กบางคนยังประสบปัญหาด้านการจดจำข้อมูลหรือความหมายจากการ

อ่าน เช่น การจำคำศัพท์หรือหลักการอ่านและทำความเข้าใจ ซึ่งอาจเกิดจากปัญหาความจำขณะคิดที่ไม่สามารถประมวลผลข้อมูลในระยะสั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการอ่านและการเรียนภาษาอังกฤษในเด็กได้มีการศึกษามากมายในหลายบริบทที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการศึกษาที่เน้นการพัฒนาความจำและทักษะการออกเสียงที่มีความยากลำบาก ซึ่งการออกเสียงเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาทักษะการพูดและการเข้าใจภาษาได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ปัญหาการออกเสียงในภาษาอังกฤษมักพบได้ในเด็กที่เรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศ เนื่องจากความแตกต่างระหว่างเสียงในภาษาอังกฤษและภาษาแม่ทำให้เกิดความยากลำบากในการออกเสียงคำศัพท์ที่ไม่คุ้นเคย เช่น เสียงที่มีการออกเสียงที่ไม่ตรงตามตัวอักษร หรือการออกเสียงที่มีความซับซ้อนทางด้านสัทศาสตร์ (phonology) ที่ไม่สามารถแยกแยะได้ในภาษาแม่ของเด็ก (Seibold et al., 2015)

หลายการศึกษาที่สำรวจปัญหาการออกเสียงในภาษาอังกฤษพบว่าเด็กที่เรียนภาษาอังกฤษมักจะมีปัญหาเกี่ยวกับการออกเสียงเสียงบางตัว เช่น เสียง /θ/ ในคำว่า "think" หรือเสียง /ʃ/ ในคำว่า "ship" ซึ่งเป็นเสียงที่ไม่มีในหลายภาษาพื้นเมืองของเด็ก เช่น ภาษาไทย ซึ่งไม่ใช่ทุกคนที่สามารถออกเสียงได้ถูกต้องในระยะแรก ซึ่งการฝึกฝนการออกเสียงจึงมีความสำคัญในการพัฒนาและปรับปรุงความสามารถในการสื่อสารของเด็ก (Zhang, Cisse, Dauphin, & Lopez-Paz, 2017) นอกจากนี้ยังพบว่าปัญหาการออกเสียงอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นใจในการใช้ภาษาอังกฤษของเด็ก โดยเฉพาะในเรื่องการพูดหรือการฟัง ทำให้เด็กอาจรู้สึกไม่มั่นใจในการแสดงออกทางภาษาหรืออาจกลัวการทำผิดในที่สาธารณะ (Zhao, Joshi, Dixon, & Chen, 2017) และการศึกษาของ Nguyen and Boers (2015) ชี้ให้เห็นว่า ปัญหาการออกเสียงไม่ได้เป็นเพียงแค่ความยากในการสร้างเสียงที่เหมาะสม แต่ยังเกี่ยวข้องกับความสามารถในการจดจำเสียงในภาษาต่างประเทศด้วย การจดจำเสียงและความสัมพันธ์ระหว่างเสียงกับตัวอักษรในภาษาอังกฤษเป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลาในการฝึกฝน โดยเฉพาะการเรียนรู้ในการเชื่อมโยงระหว่างตัวอักษรและเสียง (grapheme-phoneme correspondence) ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาทักษะการอ่านและการฟัง (Snow, 2010) ในส่วนของการพัฒนาทักษะการอ่านและการเข้าใจเนื้อหา เด็กสามารถเรียนรู้ได้ผ่านกระบวนการฝึกฝนที่ต้องใช้ทั้งทักษะทางภาษาและความจำเป็นอย่างมาก การฝึกฝนการจำคำศัพท์และการใช้เสียงในการออกเสียงคำศัพท์จะช่วยเพิ่มความคล่องแคล่วในการใช้ภาษาได้ (Chou, 2016) อย่างไรก็ตาม เมื่อเด็กไม่สามารถออกเสียงคำศัพท์ที่ยากได้อย่างถูกต้อง การเข้าใจเนื้อหาภาษาอังกฤษจะได้รับผลกระทบ ทำให้การเรียนรู้ภาษาหยุดชะงักและเกิดความยากลำบากในการพัฒนาทักษะอื่น ๆ อย่างเช่น การฟังและการพูด (Zhao et al., 2017)

ความจำขณะคิด เป็นส่วนประกอบสำคัญของสติปัญญาที่มีบทบาทในการเรียนรู้ โดยเกี่ยวข้องกับทักษะทางวิชาการหลายด้าน เช่น ภาษา การอ่านและทำความเข้าใจ การเขียน การคิด คำนวณ และการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ เด็กที่มีความจำขณะคิดที่ดีและมีประสิทธิภาพมักจะประสบความสำเร็จในการศึกษา ในขณะที่เด็กที่มีความจำขณะคิดต่ำหรือบกพร่องมักจะมีปัญหาด้านทักษะ การอ่าน การสะกดคำ และการคำนวณ ส่งผลทำให้ผลการเรียนรู้ของพวกเขาช้ากว่าคนอื่น ๆ จนอาจไม่ทันเพื่อน ดังนั้น Baddeley (2000) ได้นำเสนอแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิด (The Multicomponent Working Memory Model) ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนการประมวลผลกลาง (Central Executive Function) บทบาทหลักในการตัดสินใจและเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ โดยสมองส่วนนี้จะทำให้แต่ละบุคคลมีความจำใช้งานที่แตกต่างกัน 2) ส่วนที่เกี่ยวกับระบบเก็บจำด้านภาษา (Phonological Loop) เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ภาษาซึ่งจะสูญหายหรือหลงลืมได้หากขาดการทวนซ้ำและการกระตุ้นให้ข้อมูลคงอยู่ในความทรงจำ 3) ส่วนที่เกี่ยวกับระบบเก็บจำด้านภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo-spatial Sketchpad) มีบทบาทในการจดจำวัตถุ สถานการณ์ หรือการจินตนาการ และ 4) ส่วนที่เกี่ยวกับการพักและเรียกข้อมูลความจำระยะยาว (Episodic Buffer) ระบบเก็บข้อมูลชั่วคราวที่มีความจุจำกัดแต่สามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าในส่วนเก็บจำด้านภาษาและการมองเห็น (Baddeley, Allen, & Hitch, 2010; Sweatt, 2009) ความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Loop) มีบทบาทสำคัญในการประมวลผลทางภาษา การอ่านออกเขียนได้ (Literacy) และการเรียนรู้ โดยเฉพาะความสามารถในการท่องจำสิ่งเร้าทางวาจา ซึ่งเป็นกลยุทธ์ที่ช่วยป้องกันการสูญหายของข้อมูล (Decay) Baddeley (2003)

นอกจากนี้ยังมีวิธีการอื่น ๆ ที่ช่วยเพิ่มความจำขณะคิด เช่น การฝึกพัฒนาความจำขณะคิด ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการเก็บรักษาและประมวลผลข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้และการทำกิจกรรมในห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกฝนอย่างต่อเนื่องจะเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานหลาย ๆ อย่างพร้อมกัน (Multitasking) และยังช่วยพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill) ทำให้สามารถเรียนรู้และจดจำสิ่งใหม่ ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้พัฒนาการด้านการเรียนรู้ และสติปัญญาของแต่ละบุคคลดีขึ้น โดยคำนึงถึงความแตกต่างเฉพาะตัวของแต่ละคน (Magalhaes, 2013; Packiam Alloway & Alloway, 2014; Skranes et al., 2011; Willis & Willis, 2020)

ในสมองของมนุษย์เรานั้น มีเซลล์ชนิดหนึ่งที่ชื่อว่า “Mirror Neuron” หรือ “เซลล์สมองกระจกเงา” ซึ่งเป็นเซลล์ที่สามารถตอบสนองต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ของมนุษย์ผ่านการรับรู้ทางประสาทสัมผัส เช่น การตอบสนองต่อการมองเห็น การได้ยิน การได้เห็นภาพ การได้กลิ่น และการสัมผัส เป็นต้น ทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mirror Neuron Theory (Rizzolatti & Craighero, 2004) จะมีปฏิกิริยาเชิงสะท้อน (Mirror Reaction) เป็นการสะท้อนภาพที่มองเห็นเข้าไปในสมอง จากนั้นดำเนินการกระตุ้นสมองส่วนอื่น ๆ ให้เกิดกระบวนการต่อเนื่องตามมา สุดท้ายจะทำให้เกิดการ

เลียนแบบพฤติกรรมที่เรามองเห็น (Imitation) ผู้เรียนจะเลียนแบบพฤติกรรมและการเข้าใจความรู้สึกเดียวกับคนที่เราได้เห็นภาพ (Empathy) ทฤษฎีเซลล์กระจกเงาจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการกระตุ้นพัฒนาการของเด็กในการเรียนรู้ (Rizzolatti & Sinigaglia, 2006) เซลล์ประสาทกระจกเงาช่วยอำนวยความสะดวกในกระบวนการเรียนรู้เลียนแบบ เช่นเดียวกับการสื่อสารด้วยวาจา การทำความเข้าใจต่อการกระทำและความตั้งใจของผู้อื่น และเซลล์กระจกเงามีความสำคัญในการเรียนรู้ทักษะใหม่ผ่านการทำงานของเซลล์ประสาทกระจกเงาอย่างมีประสิทธิภาพนำไปสู่การพัฒนาที่ดีในทุกด้าน (Mara, 2017) และผลกระทบของเซลล์ประสาทกระจกเงาต่อกิจกรรมในห้องเรียนและการศึกษาอื่นๆ และการทำกิจกรรมต่าง ๆ ยังเป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูและนักเรียน ครูสามารถเข้าใจความรู้สึก อารมณ์ และปัญหาของนักเรียนและช่วยเหลือได้ตามนั้น (Sasikumar, FATHIMA, & ROJA, 2013)

การเรียนรู้ด้วยการรับรู้สามารถเกิดขึ้นได้จากการฝึกโดยที่ไม่มีการกระตุ้นทางกายภาพ การสร้างภาพในใจถึงส่วนสำคัญของการกระตุ้นสองส่วนด้วยภาพซ้ำ ๆ (การตัดสินใจมีมิติสัมพันธ์ด้วยภาพ) หรือภาพในใจถึงรูปแบบ Gabor ที่มีคอนทราสต์ต่ำ (การตัดสินใจที่ตัดกัน) จะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพของงานการรับรู้ที่ตามมา (Tartaglia, Bamert, Mast, & Herzog, 2009) การทำงานของสมองในส่วนที่มีความสัมพันธ์กันและเป็นบริเวณเกี่ยวข้องกัน เมื่อบุคคลรับรู้จากการมองเห็นภาพหรือสิ่งนั้นไว้ เกิดการจดจำข้อมูลนั้นกลายเป็นความทรงจำของบุคคลมีการเรียกคืนข้อมูลจากความทรงจำนั้นขึ้นมาใช้งานโดยสิ่งนั้นอาจจะเป็นข้อมูลหรือความรู้ที่เป็นประสบการณ์ในอดีตหรือยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน การรับรู้และภาพสร้างในใจมีความคล้ายคลึงกันและส่งผลต่อกันหากการรับรู้ผิดพลาดหรือ (Kosslyn, Behrmann, & Jeannerod, 1995) ทำนองเดียวกัน การสร้างภาพในใจถึงการกระทำของกลไกช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการฝึกส่วนที่เกี่ยวข้องของเยื่อหุ้มสมองสั่งการ และโดยการเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการและการกระทำ (Feltz & Landers, 2007) จนถึงปัจจุบัน การวิจัยได้เน้นไปที่การฝึกอบรมภาพเป็นหลักในงานด้านการรับรู้ที่ตามมาโดยตรงที่อิทธิพลของการฝึกการสร้างภาพในใจที่มีต่อความชัดเจนของภาพ การฝึกการสร้างภาพในใจทางจิตอย่างต่อเนื่องสามารถเปิดเป็นการรับรู้ของการแสดงผลที่คลุมเครือ ส่งผลให้มีการวัดความแข็งแกร่งของภาพที่เชื่อถือได้ในการทดลอง เมื่อผู้คนให้คะแนนภาพของพวกเขาว่ามีความสดใสมากขึ้น โอกาสที่ภาพจะมีอิทธิพลต่อการรับรู้จะมีมากขึ้น (Pearson, Clifford, & Tong, 2008) ดังนั้น การรับรู้การกระทำในสมองและการใช้การสร้างภาพในใจเชื่อมโยงในกระบวนการประมวลผลในสมอง โดยเน้นการฝึกทางจิต (mental practice) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวและการประมวลผลการกระทำในสมอง แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการเข้าใจการทำงานร่วมกันระหว่างการรับรู้การกระทำและการสร้างภาพในใจในการพัฒนาแนวทางการฝึกฝนที่มีประสิทธิภาพ (Savaki & Raos, 2019)

การฝึกการสร้างภาพในใจมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะทางกายและการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสามารถช่วยเสริมสร้างการพัฒนาความสามารถในการจำและการประมวลผลข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ การสร้างภาพในใจช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะโปรแกรมการฝึกที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภาพในใจที่มีการแสดงออกทางร่างกาย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการศึกษา การพัฒนาทักษะ หรือแม้กระทั่งการบำบัดในกรณีของผู้ที่มีปัญหาด้านความจำ (Marre, Huet, & Labeye, 2021) นอกจากนี้ การฝึกการสร้างภาพในใจยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความจำและความสามารถในการคิดของเด็ก ซึ่งช่วยให้เด็กสามารถจำและประมวลผลข้อมูลได้ดีขึ้น ทำให้การเรียนรู้ในห้องเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ในอนาคต (Yousef Alsheef, 2024)

การเสริมสร้างการสร้างภาพในใจด้วยภาพให้กับเด็กที่อยู่ในช่วงวัยหน้าต่างแห่งการเรียนรู้ นั้น เป็นรากฐานที่สำคัญในการให้การสนับสนุน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ได้มากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Cognitive Development Theory) (Lall & Lall, 1983) ที่ได้กล่าวถึงเด็กในช่วงอายุ 4-7 ปี เด็กจะเกิดความคิดรวบยอด เข้าใจความหมายในเรื่องของมิติสัมพันธ์ ระยะทาง เริ่มมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สามารถแยกวัตถุสิ่งของได้ ซึ่งนั่นเปิดช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการเสริมสร้างการสร้างภาพในใจด้วยภาพทั้ง 5 ด้านที่สำคัญได้แก่ การรับรู้มิติสัมพันธ์ การรับรู้ของวัตถุ การรับรู้รูปแบบพื้นที่ ภาพหมุนทางความคิด และแผนที่การรู้คิด จะทำให้เด็กสามารถมองภาพของสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างมิติต่อเนื่องและเป็นเหตุเป็นผล เพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง และพฤติกรรมที่เหมาะสม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่า ความจำขณะคิดมีความสำคัญในการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะการอ่าน การเขียน และการคำนวณ และยังส่งผลต่อประสิทธิภาพของความสำเร็จในการศึกษา ดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของเด็กในปัจจุบัน จึงมีความจำเป็นต้องหาแนวทางที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาความจำขณะคิดของเด็กให้เพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระเจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยอาศัยหลักการทำงานของสมองซึ่งมีความแตกต่าง การวิจัยนี้ได้พัฒนารูปแบบการฝึกสมองด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้พัฒนาระบบการทางปัญญาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ทำให้เพิ่มความจำขณะคิดของนักเรียนสูงขึ้นเพื่อส่งผลต่อการเรียนและพัฒนาทางการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา
2. เพื่อพัฒนากิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่พัฒนาขึ้น ดังนี้
 - 3.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา
 - 3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา
 - 3.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา
 - 3.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

กรอบแนวคิดในการวิจัย

โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ประกอบด้วยแนวคิดหลัก 3 ประการ ได้แก่ ประการที่หนึ่ง ทฤษฎีการเรียนรู้จากตัวแบบที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic Model) ของแบน (Bandura & Walters, 1977) เป็นตัวแบบที่บุคคลสังเกตหรือสัญลักษณ์ผ่านทางสื่อต่าง ๆ เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นทำให้การทำงานของระบบประสาทการรับสัมผัสในเรื่องสี ขนาด รูปร่างของภาพ เสียงและท่าทางการเคลื่อนไหวของร่างกาย ทำให้สมองมีการประมวลข้อมูลในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบการรับรู้ภาพและเสียง ประการที่สอง ทฤษฎีเซลล์ประสาทกระจกเงา (Mirror Neurons Theory) ทฤษฎีนี้เริ่มต้นจากการค้นพบของเซลล์ประสาทในสมองของลิงในช่วงปี 1990 โดยนักวิจัยชาวอิตาลีชื่อ Giacomo Rizzolatti และคณะ เป็นเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่เลียนแบบพฤติกรรมที่มองเห็น โดยเซลล์ประสาท

กระจกเงาจะมีกระบวนการปฏิกิริยาเชิงสะท้อน (Mirror Reaction) ที่สะท้อนตัวแบบที่เรามองเห็น เสมือนหนึ่งว่าเป็นกระจกที่สะท้อนทุกอย่างเข้าไป (Rizzolatti & Craighero, 2004) โดยการสะท้อน ภาพเข้าไปในสมอง จากนั้นจึงดำเนินการกระตุ้นสมองส่วนอื่น ๆ ให้เกิดกระบวนการต่อเนื่องตามมา ทำให้เกิดการเลียนแบบพฤติกรรมที่มองเห็น (Imitation) และเป็นการเลียนแบบพฤติกรรมที่มีความ เข้าใจความรู้สึกของตัวแบบ (Empathy) และมีความรู้สึกเดียวกับสิ่งเร้าที่ได้เห็นผ่านการทำงานของ เซลล์กระจกเงา (Rizzolatti & Sinigaglia, 2006) ประการสุดท้าย การสร้างภาพในใจตามแนวคิด ริชาร์ดสัน (A. Richardson, 2013) เป็นภาพที่เกิดจากการจำค้ำของภาพในระบบประสาทและแสดง ออกมาในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องจากที่ได้มองเห็นภาพดังกล่าว ซึ่งภาพนั้นมีลักษณะแบบภาพเชิงลบ (Image Negative) เรียกภาพนี้ว่า ภาพติดตา (After Imagery) มีกระบวนการนำไปใช้ในการสร้าง ภาพในจิตใจซึ่งทำให้เกิดภาพจำในใจเพื่อช่วยในการจำเนื้อหาหรือสิ่งต่าง ๆ และสามารถสะท้อน ความเข้าใจออกมาเป็นภาพได้

หลักการของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำ ขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีตัวแบบที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic Model) เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นทำให้การทำงานของระบบประสาทการรับสัมผัส ได้แก่ 1) สี (Colors) สีของ ตัวอักษรและพื้นหลัง ตามทฤษฎีสีทางจิตวิทยาแบบกลุ่มสีโทนร้อนและการใช้สีคู่ตรงข้ามตามคานดิน สกี (Barasch, 1990) 2) ภาพ (Picture) ตามทฤษฎีภาพติดตาเชิงลบ (Negative Afterimage) (A. D. Richardson et al., 2013) 3) เสียง (Sound) เป็นการออกเสียงของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) (Mora et al., 2006) และ 4) ท่าทางการเคลื่อนไหว (Movement) เป็นการสอนโดยการ แสดงท่าทางของร่างกายที่เกี่ยวกับคำศัพท์ (Asher, Whitehurst, & Zimmerman, 1979)

กลไกการเรียนรู้ของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่ม ความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีกระบวนการเรียนรู้ดังนี้ 1) การกระทำ (Actions) 2) การรับสัมผัส (Sensations) 3) การเข้าใจการกระทำ (Action Understanding) 4) การเลียนแบบพฤติกรรม (Imitation) และ 5) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathy) ซึ่งมีความ สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของเฮบบ์ (Hebbian learning) (Hebb, 1949 ; Rizzolatti and Sinigaglia, 2006 ; Keysers & Gazzola, 2009) กล่าวว่า การเรียนรู้ของสมองสามารถอธิบายได้ด้วย รูปแบบโครงข่ายของเซลล์ประสาท เซลล์สมองจะถูกกระตุ้นพร้อมๆ กันโดยจะเชื่อมต่อเป็นวงจร เดียวกัน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงระหว่างพฤติกรรมที่มองเห็นของบุคคลกับสภาวะภายใน ของคนอื่น โดยถ้าเป็นด้านการกระทำ เซลล์กระจกเงาที่อยู่ในส่วนของสมองบริเวณพรีมอเตอร์ คอร์ เท็กซ์ (Premotor cortex) โซมาโตเซนซอรี (Somatosensory) ส่วนหลังของสมองส่วนกลาง (Posterior parietal lobe) เทมพอรอล คอร์เท็กซ์ (Temporal cortex) และสมองน้อยจะทำงาน ด้านการรับสัมผัส เซลล์กระจกเงาที่อยู่ในส่วนของสมองบริเวณโซมาโตเซนซอรี คอร์เท็กซ์

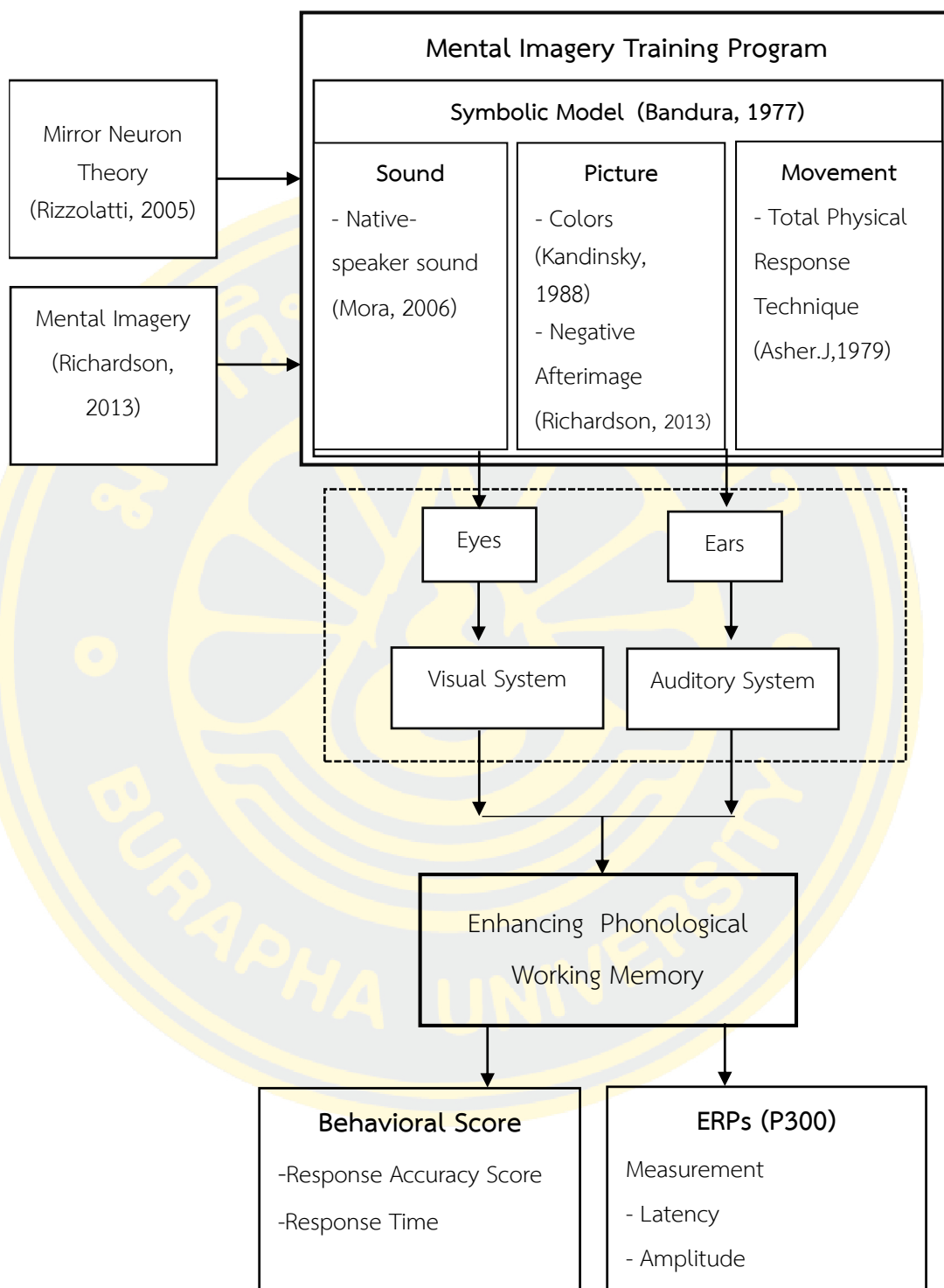
(Somatosensory cortex) ด้านอารมณ์ เซลล์กระจกเงาที่อยู่ในส่วนของสมองบริเวณ พรีมอเตอร์ และสมองบริเวณพรีมอเตอร์โซมาโตเซนซอรี คอร์เท็กซ์ และอินซูลา (Insula) ด้านการสัมผัส (Touch) สมองบริเวณโซมาโตเซนซอรี คอร์เท็กซ์ จะถูกกระตุ้นขณะสังเกตผู้อื่นและกระทำเอง ทำให้รู้สึกเหมือนถูกสัมผัสจริง ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างอวัยวะเคลื่อนไหวและประสาทรับสัมผัสทางร่างกายที่กระทำกับภาพและเสียงที่เข้ามา ในเรื่องของอารมณ์และประสาทสัมผัสก็มีลักษณะทำนองเดียวกัน (Keysers & Gazzola, 2009) Gallese (1996) สรุปว่า กลไกการทำงานของ เซลล์กระจกเงาอยู่บนพื้นฐาน ของความเข้าใจการกระทำ เซลล์กระจกเงาทำให้ผู้สังเกตเข้าใจเจตนา ของผู้กระทำหรือตัวแบบ

เส้นทางการประมวลผลของระบบประสาทเมื่อมีการฝึกกิจกรรมตามโปรแกรมฝึกการสร้าง ภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับ ประถมศึกษา คือ ทำให้เกิดการทำงานของระบบประสาทของความจำเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า ทางระบบประสาทการรับสัมผัส (Sensory System) ในเรื่องของการรับรู้ทางการได้ยินและรับรู้การ มองเห็นเป็นการกระตุ้นให้สมองเกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบการมองเห็น (Visual System) และ ระบบการได้ยิน (Auditory System) เมื่อมีการประสานคุณสมบัติของสิ่งกระตุ้นดังกล่าว ทำให้เกิด การบูรณาการของโครงสร้างระบบประสาทตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons Theory) ซึ่งเป็นการกระตุ้นการทำงานของสมองในแต่ละพื้นที่ (Brain Area) โดยเฉพาะสมองที่มีการ ประมวลผลข้อมูลของระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System) ที่เกี่ยวกับการมองเห็น (Visual Area) และการได้ยิน (Auditory Area) กลีบสมองส่วนกลาง (Parietal Lobe) ทำหน้าที่ใน การรับการนำเข้าประสาทสัมผัส แปลผลความรู้สึกและการสัมผัส โดยมีกลไกการทำงานของสมอง หลังจากถูกกระตุ้นด้วยคำศัพท์ รูปภาพและวัตถุที่ตนทำทางการเคลื่อนไหวประกอบคำศัพท์ ทำให้ สมองเข้าใจภาษาที่พูด การอ่าน การเขียน และการคำนวณ และสามารถเชื่อมโยงการรับรู้เกี่ยวกับ ความจำ การรับรู้วัตถุ การเข้าใจภาษา การพูด การฟัง จนเกิดกระบวนการรับรู้และตีความโดยจะเข้า สู่วิถีประสาทการมองเห็น (Visual Pathway) และระบบประสาทการได้ยิน (Auditory Cortex) จากนั้นสมองจะมีกระบวนการ โดยส่งกระแสประสาทไปตามเส้นประสาท เข้าสู่ไขสันหลัง (Spinal Cord) สั่งการไปยังหน่วยปฏิบัติการ (Effectors) เพื่อส่งคำสั่งไปทำการยับยั้งหรือกระตุ้นการทำงานของ ต่อมและอวัยวะที่เกี่ยวข้องเป็นกลไกการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทำให้แสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อ สิ่งเร้านั้นได้ และบริเวณสมองที่ได้กล่าวมานี้เป็นสมองส่วนสำคัญในการทำหน้าที่ที่เป็นองค์ประกอบ ด้านการเชื่อมโยงและบริหารจัดการข้อมูล (Executive Function) เมื่อมีการถูกกระตุ้นหรือการทำซ้ำ อยู่สม่ำเสมอจะส่งผลทำให้เกิดความจำขณะคิด (Working Memory)

การฝึกสมองโดยใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่ม ความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นนั้น โปรแกรมดังกล่าวจะส่งผลให้สมองมี

การทำงานในส่วนของกระบวนกระตุ้นโครงข่ายประสาทความจำ (Memory Network) ซึ่งมีความจำขณะคิด (Working Memory) เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการทำกิจกรรมของสมองชั้นสูง (Baddeley, 2003) แบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley (2000) ในส่วนองค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop) จะเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้านภาษา ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1) ส่วนที่เก็บรักษาข้อมูลภาษา (Phonological store) เป็นแหล่งเก็บความจำในสิ่งที่อ่านหรือได้ยิน ทำหน้าที่ในการเก็บจำข้อมูลทางภาษาที่ได้รับเข้ามา หากไม่มีการทวนซ้ำข้อมูลทางภาษาจะสูญหายไปหรือหลงลืมได้ และ 2) ส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม (Articulatory Loop) เป็นความจำระยะสั้นที่เกี่ยวกับการพูด (Verbal Short-term Memory) เป็นการเก็บข้อมูลในระยะสั้นเกี่ยวกับคำเกิดจากการใช้กระบวนการประมวลผลข้อมูลทางภาษา (Language Processing) การฝึกซ้ำ (Rehearsal) การแก้ปัญหาเกี่ยวกับคำ (Verbal problem solving) เลขคณิต (Arithmetic) การวัดความจำระยะสั้นเกี่ยวกับคำ สามารถวัดได้โดยการประเมินจากความสามารถในการจำตัวเลข (Digit Span) หรือคำศัพท์ (Verbal Span) และการเพิ่มภาระงานผสมผสานระหว่างการจำคำและการทำโจทย์ปัญหาเลขคณิต (Ashcraft & Radvansky, 2010; Dehn, 2011)

โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา ผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมขึ้นโดยนำทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons) เข้ามาร่วมในกิจกรรมการฝึกการสร้างภาพในใจ เพื่อจะช่วยกระตุ้นหน้าที่การทำงานของสมอง (Brain Function) ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยการเรียนรู้ (Learning) จากสิ่งเร้าที่มาจากตัวแบบ (Modeling) ในโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ ผ่านระบบประสาทการรับสัมผัสด้วยกระบวนการทำงานบนเครือข่ายสัญญาณเชื่อมโยงระบบประสาทในสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของความจำขณะคิด (Working Memory) ซึ่งจะส่งผลให้ความสามารถด้านการฟัง การอ่าน การเขียนและการเรียนรู้ของผู้ที่ได้รับการฝึกจากโปรแกรมหดความจำและมีการเรียนรู้ได้ดีขึ้น



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาที่พัฒนาขึ้นเหมาะสำหรับการเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. ผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีคะแนนความถูกต้องมากกว่าและระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองน้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

2.2 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีคะแนนความถูกต้องมากกว่าและระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

2.3 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 น้อยกว่าและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

2.4 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 น้อยกว่าและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2567 จำนวน 29,387 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเคหะชุมชนลาดกระบัง สังกัดสำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยที่ได้รับการอนุญาตจากผู้ปกครองและมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 60 คน และได้จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05 อำนาจทดสอบ (Power of Test) ที่ .75 และขนาดอิทธิพลของตัวแปร (Effect Size) ที่ .80 จะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 58 คน แต่เพื่อให้ครอบคลุมจึงกำหนดรูปแบบสัดส่วนเป็น 60 คน

3. ตัวแปร ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีการฝึกโดยใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

3.2 ตัวแปรตาม วัดได้จาก

3.2.1 คะแนนพฤติกรรม ได้แก่

1) คะแนนความถูกต้อง (Response Accuracy Score) จากการทดสอบกิจกรรมวัดความจำขณะคิดด้านภาษา (หน่วยวัดเป็นคะแนน)

2) ระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Response Time) ระยะเวลาในการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา (หน่วยวัดเป็นมิลลิวินาที : ms)

3.2.2 การเปลี่ยนแปลงของช่วงคลื่นไฟฟ้าสมอง ประกอบด้วยองค์ประกอบของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ในด้านความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Amplitude) (หน่วยวัดเป็นไมโวลต์: μV) และด้านกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Latency) (หน่วยวัดเป็นมิลลิวินาที : ms) ขณะทำกิจกรรมการประเมินความจำขณะคิดด้านภาษา

นิยามศัพท์เฉพาะ

การสร้างภาพในใจ (Mental Imagery) หมายถึง ความสามารถในการสร้างภาพขึ้นมาได้ในความนึกคิดโดยไม่จำเป็นต้องมีสิ่งเร้าทางกายภาพ เป็นผลมาจากประสบการณ์และการมีข้อมูลในเรื่องที่เกี่ยวข้องเก็บไว้เรียบร้อยแล้วในความทรงจำ ส่งผลเกิดเป็นภาพภายในสมองและจิตใจ

ความจำขณะคิด (Working Memory) หมายถึง กระบวนการทำงานของสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการจัดเก็บ และจัดกระทำข้อมูลไว้สำหรับใช้ในการทำกิจกรรมซับซ้อนทางปัญญา เมื่อต้องการใช้สามารถนำข้อมูลในสมองออกมาใช้งานได้อัตโนมัติ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ องค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop: PL) องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo-Spatial Sketchpad: VSSP) องค์ประกอบระบบบริหารส่วนกลาง (Central Executive: CE) และองค์ประกอบหน่วยพักข้อมูลร่วมชั่วคราว (Episodic Buffer: EB)

องค์ประกอบด้านเสียง (Phonological Loop: PL) หมายถึง องค์ประกอบหนึ่งของแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดตามแนวคิดของ Baddeley ที่ทำหน้าที่ในการเก็บจำ (Storage) และประมวลผลข้อมูลภาษา (Processing) มีการทำงานในลักษณะวง (Loop) ด้วยองค์ประกอบย่อย 2 ส่วน คือ 1) ส่วนเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Store) 2) ส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม (Articulatory Loop) โดยอาศัยกระบวนการเก็บจำข้อมูล

ความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บและประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเสียงหรือภาษาในระยะสั้น เพื่อใช้ในการทำงานทางจิตต่างๆ เช่น การฟัง การพูด หรือการเข้าใจข้อความ โดยสามารถรักษาข้อมูลเหล่านี้ในระยะสั้น ๑ ขณะที่ทำกิจกรรมทางจิตอื่น ๆ ไปพร้อมกัน

โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mental Imagery Program Based on Mirror Neuron Theory) หมายถึง ชุดกิจกรรมที่พัฒนาตัวแบบที่เป็นสัญลักษณ์ประกอบด้วยภาพ เสียง และการเคลื่อนไหว โดยภาพมีลักษณะเป็นภาพติดตาเชิงลบ (Negative Afterimage) สีของตัวอักษรและสีพื้นหลังแบบกลุ่มสีโทนร้อนและสีคู่ตรงข้าม เช่น สีแดงและสีน้ำเงิน หรือสีเหลืองและสีม่วง เป็นต้น และเสียงองเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) นอกจากนี้ยังให้นักเรียนได้แสดงท่าทางการเคลื่อนไหวตามลักษณะของคำศัพท์นั้น ๆ ตามจินตนาการของนักเรียน ซึ่งมีกระบวนการเรียนรู้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การฝึกซ้อมการจำข้อมูลและการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีกระบวนการดังนี้ 1) การกระทำ (Actions) 2) การรับสัมผัส (sensations) 3) การเข้าใจการกระทำ (Action Understanding) 4) การเลียนแบบพฤติกรรม (Imitation) 5) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathy) และขั้นตอนที่ 2 การเรียกคืนข้อมูลและการนำไปประยุกต์ใช้ มีจำนวนทั้งหมด 25 กิจกรรม

กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working Memory Task) หมายถึง การวัดความสามารถการจำตัวอักษรภาษาอังกฤษผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยเครื่อง EMOTIV EPOC X - 14 Channel ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Operation Span Task) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Reading Span Task) จำนวนกิจกรรมละ 40 ชุด สามารถบันทึกคะแนนความถูกต้อง ระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ความกว้างและความยาวของคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ของคลื่น P300

คะแนนความถูกต้อง (Response Accuracy Score) หมายถึง ข้อทั้งหมดที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกขณะทำแบบวัดด้านภาษา โดยการกดปุ่มเลือกคำตอบภายในระยะเวลาที่กำหนด

ระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Response Time) หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยที่กลุ่มตัวอย่างกดปุ่มตอบสนองขณะทำแบบวัดด้านภาษา คำนวณได้โดยการนำผลรวมของเวลาที่คิดตั้งแต่เริ่มต้นของแต่ละข้อที่ตอบถูกของแบบวัด เมื่อมีการกดปุ่มตอบสนองจากกลุ่มตัวอย่าง มาหารกับจำนวนข้อที่ตอบถูกทั้งหมด มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที (ms)

คลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event Related Brain Potentials: ERPs) หมายถึง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางศักย์ไฟฟ้า ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่เปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายหลังจากสิ่งเร้าปรากฏ (Sensory Stimuli) เมื่อเทียบกับสถานะ Baseline โดย

วัตถุประสงค์ประกอบของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ในด้านความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Amplitude) และด้านกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Latency)

คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 (P300 Brainwave) หมายถึง คลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาประมาณ 250–500 มิลลิวินาทีหลังจากได้รับสิ่งเร้าหรือการกระตุ้น ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับการรับรู้และการประมวลผลข้อมูลจากสิ่งเร้าในสภาพแวดล้อม คลื่น P300 เป็นคลื่นที่มีลักษณะเป็นพีคหรือยอดสูงในกราฟ EEG (Electroencephalography) และมักใช้ในการประเมินกระบวนการทางความคิด เช่น การตัดสินใจ การตอบสนอง และการให้ความสนใจกับสิ่งที่เกิดขึ้น

ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Amplitude) หมายถึง ขนาดของคลื่นไฟฟ้าที่วัดจากระดับสูงสุด (Peak) ไปจนถึงระดับต่ำสุด (Trough) ของคลื่น ซึ่งสามารถใช้วัดความแรงหรือขนาดของสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในสมอง

ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Latency) หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการตอบสนองของสมองต่อสิ่งเร้าหรือการกระตุ้น ซึ่งจะวัดจากเวลาที่สิ่งเร้าเกิดขึ้นจนถึงการเริ่มต้นของคลื่น P300

นักเรียนชั้นประถมศึกษา (Primary School) หมายถึง นักเรียนที่ศึกษาอยู่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2567

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 8 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้
- ตอนที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีการรับรู้ทางการมองเห็น
- ตอนที่ 3 แนวคิดและทฤษฎีเซลล์กระจกเงา
- ตอนที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีการสร้างภาพในใจ
- ตอนที่ 5 องค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษา
- ตอนที่ 6 การฝึกความจำขณะคิด
- ตอนที่ 7 คลื่นไฟฟ้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน ทฤษฎีการเรียนรู้จึงใช้เป็นแนวทางให้ผู้สอนได้เข้าใจถึงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งผู้สอนสามารถที่จะเชื่อมโยงแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยทฤษฎีการเรียนรู้มีอยู่หลายทฤษฎีในที่นี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่นำใช้ในการวิจัย ดังนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา (Social Cognitive Learning Theory) เป็นทฤษฎีของศาสตราจารย์แบนดูรา แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford) ประเทศสหรัฐอเมริกา แบนดูรามีความเชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์ส่วนมากเป็นการเรียนรู้โดยการสังเกตหรือการเลียนแบบ (Bandura 1961) จึงเรียกการเรียนรู้จากการสังเกตว่า “การเรียนรู้โดยการสังเกต” หรือ “การเลียนแบบ” และเนื่องจากมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์ (Interact) กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวอยู่เสมอ แบนดูราอธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมในสังคม ซึ่งทั้งผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อกันและกัน แบนดูรา (1977) จึงเปลี่ยนชื่อทฤษฎีการเรียนรู้ของท่านว่า การเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning Theory) แต่ต่อมาได้เปลี่ยนเป็น การเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา (Social Cognitive Learning Theory) ทั้งนี้ เนื่องจากแบนดูราพบจากการทดลองว่า

สาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนรู้ด้วยการสังเกต คือ ผู้เรียนจะต้องเลือกสังเกตสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ โดยเฉพาะ และสิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ผู้เรียนจะต้องมีการเข้ารหัส (Encoding) ในความจำระยะยาวได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้ ผู้เรียนต้องสามารถที่จะประเมินได้ว่าตนเลียนแบบได้ดีหรือไม่ดี และจะต้องควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้ด้วย (Metacognitive) แบนดูรา (Bandura, 1986) จึงสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยการสังเกตจึงเป็นกระบวนการทางการรู้คิดหรือพุทธิปัญญา (Cognitive Processes) การเรียนรู้โดยการสังเกตหรือการเลียนแบบ (Observational Learning หรือ Modeling) แบนดูรา (Bandura) มีความเห็นว่าทั้งสิ่งแวดล้อม และตัวผู้เรียนมีความสำคัญเท่า ๆ กัน แบนดูรา กล่าวว่า คนเรามีปฏิสัมพันธ์ (Interact) กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ตัวเราอยู่เสมอการเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้งผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อกันและกัน พฤติกรรมของคนเราส่วนมากจะเป็นการเรียนรู้โดยการสังเกต (Observational Learning) หรือการเลียนแบบจากตัวแบบ (Modeling) สำหรับตัวแบบไม่จำเป็นต้องเป็นตัวแบบที่มีชีวิตเท่านั้น แต่อาจจะเป็นตัวสัญลักษณ์ เช่น ตัวแบบที่เห็นในโทรทัศน์ หรือภาพยนตร์หรืออาจจะเป็นรูปภาพการ์ตูนหนังสือก็ได้

อัลเบิร์ต แบนดูรา (1986) ได้เสนอว่า การเรียนรู้โดยการสังเกต (Observational Learning) หรือการเลียนแบบ (Modeling) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลทางปัญญาและการควบคุมพฤติกรรมของตนเอง (Metacognition) ซึ่งผู้เรียนต้องสามารถประเมินความสามารถของตนเองในการเลียนแบบพฤติกรรมและควบคุมพฤติกรรมของตนได้ การเรียนรู้จากการสังเกตไม่ได้หมายถึงแค่การลอกเลียนแบบโดยไม่คิด แต่ต้องมีการประมวลผลข้อมูลที่สังเกตและนำไปใช้ในชีวิตจริง แบนดูราเน้นว่าการเรียนรู้เกิดจาก ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้งสองฝ่ายมีอิทธิพลต่อกันและกัน ตัวแบบในการเรียนรู้จากการสังเกตไม่จำเป็นต้องมีชีวิตเพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถเป็นสื่ออื่นๆ เช่น ภาพยนตร์หรือการบอกเล่าด้วยคำพูดได้ ผลการวิจัยแบนดูรา เช่น การทดลองเกี่ยวกับพฤติกรรมก้าวร้าวในเด็กพบว่าเด็กที่สังเกตตัวแบบที่แสดงพฤติกรรมก้าวร้าว มักจะแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวตามไปด้วย ซึ่งพิสูจน์ถึงความสำคัญของการเรียนรู้จากการสังเกตและความสามารถของผู้เรียนในการประมวลผลข้อมูลและควบคุมพฤติกรรมของตนเองในการแสดงพฤติกรรมที่ได้เรียนรู้.คำบอกเล่าด้วยคำพูดหรือข้อมูลที่เขียนเป็นลายลักษณ์อักษรก็เป็นตัวแบบได้ การเรียนรู้โดยการสังเกตไม่ใช่การลอกแบบจากสิ่งที่สังเกตโดยผู้เรียนไม่คิด คุณสมบัติของผู้เรียนมีความสำคัญ เช่น ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถที่จะรับรู้สิ่งเร้า และสามารถสร้างรหัสหรือกำหนดสัญลักษณ์ของสิ่งที่สังเกตเก็บไว้ในความจำระยะยาว และสามารถเรียกใช้ในขณะที่ยังสังเกตต้องการแสดงพฤติกรรมเหมือนตัวแบบแบนดูรา

นอกจากนี้ยังมีนักจิตวิทยาหลายท่านได้ใช้แบบการเรียนรู้ โดยวิธีการสังเกตในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ความคิดพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา

1. ความสำคัญของการปฏิสัมพันธ์ของอินทรีย์และสิ่งแวดล้อม และถือว่าการเรียนรู้ก็เป็นผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม โดยผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อกันและกันแบบคู่รา ได้ถือว่าทั้งบุคคลที่ต้องการจะเรียนรู้และสิ่งแวดล้อมเป็นสาเหตุของพฤติกรรมและได้อธิบายการปฏิสัมพันธ์ ดังนี้

B = พฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งของบุคคล

P = บุคคล (ตัวแปรที่เกิดจากผู้เรียน เช่น ความคาดหวังของผู้เรียน ฯลฯ)

E = สิ่งแวดล้อม

2. ความแตกต่างของการเรียนรู้ (Learning) และการกระทำ (Performance) ถือว่าความแตกต่างนี้สำคัญมาก เพราะคนอาจจะเรียนรู้อะไรหลายอย่างแต่ไม่กระทำ เป็นต้นว่านักศึกษาทุกคนที่กำลังอ่านเอกสารประกอบการสอนนี้คงจะทราบว่า การโกงในการสอบนั้นมีพฤติกรรมอย่างไร แต่นักศึกษาเพียงน้อยคนที่จะทำการโกงจริง ๆ แบบดูรา ได้สรุปว่าพฤติกรรมของมนุษย์อาจจะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

1) พฤติกรรมสนองตอบที่เกิดจากการเรียนรู้ ผู้ซึ่งแสดงออกหรือกระทำสม่ำเสมอ

2) พฤติกรรมที่เรียนรู้แต่ไม่เคยแสดงออกหรือกระทำ

3) พฤติกรรมที่ไม่เคยแสดงออกทางการกระทำ เพราะไม่เคยเรียนรู้จริง ๆ

3. ไม่เชื่อว่าพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจะคงตัวอยู่เสมอ ทั้งนี้เพราะสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และทั้งสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมมีอิทธิพลซึ่งกันและกัน ตัวอย่างเช่น เด็กที่มีพฤติกรรมก้าวร้าวก็คาดหวังว่าผู้อื่นจะแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวตอบตนด้วย ความหวังนี้ก็ส่งเสริมให้เด็กแสดงพฤติกรรมก้าวร้าว และผลพวงก็คือว่าเด็กอื่น (แม้ว่าจะไม่ก้าวร้าว) ก็แสดงพฤติกรรมตอบสนองแบบก้าวร้าวด้วย และเป็นเหตุให้เด็กที่มีพฤติกรรมก้าวร้าวยิ่งแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการย้ำความคาดหวังของตน แบบดูรา สรุปว่า “เด็กที่มีพฤติกรรมก้าวร้าวจะสร้างบรรยากาศก้าวร้าวรอบ ๆ ตัว จึงทำให้เด็กอื่นที่มีพฤติกรรมอ่อนโยนไม่ก้าวร้าวแสดงพฤติกรรมตอบสนองก้าวร้าว เพราะเป็นการแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมที่ก้าวร้าว”

พฤติกรรมการเรียนรู้ของบุคคลมักเกิดจากกระบวนการภายในของตัวบุคคลเองและสภาพแวดล้อมหรือตัวแปรที่เขาจะเลือกเลียนแบบได้แก่

1. กระบวนการทางปัญญาของบุคคล (Cognitive Process)

แบบดูรา อธิบายว่ากระบวนการทางปัญญาในการเรียนรู้ของบุคคลจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1.1 บุคคลมีความสนใจ ใส่ใจ ในตัวแบบ (Attention = A)

1.2 บุคคลจดจำตัวแบบนั้น (Retention = R)

1.3 บุคคลแสดงพฤติกรรมตามตัวแบบ (Producing behavior = M)

1.4 บุคคลเกิดแรงจูงใจที่จะแสดงพฤติกรรมนั้นซ้ำ (Motivated to repeat the behavior = M)

ตามหลักการของแบนดูรา บุคคลจะใช้ปัญญาพิจารณาพฤติกรรมของตัวแบบที่เขารู้สึกประทับใจ และคิดว่าจะมีประโยชน์ต่อตนเอง เมื่อได้ลองปฏิบัติตามพฤติกรรมของตัวแบบแล้วรู้สึกว่าเป็นสิ่งที่ดี หรือเหมาะสมกับตนเอง ก็จะปฏิบัติตามนั้นต่อไปกลายเป็นนิสัยหรือบุคลิกภาพประจำตัว หรือถ้าเขาเห็นตัวแบบใดมีพฤติกรรมที่ทำให้เกิดความเสียหาย เช่น ขับรถเร็วอย่างยิ่ง เป็นต้น

2. ประเภทของตัวแบบ (Model)

แบนดูรา (Bandura, 1986) แบ่งตัวแบบออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.1 ตัวแบบที่มีชีวิต (Live model) หมายถึง ตัวแบบที่เป็นบุคคล เช่น พ่อ แม่ พี่น้อง ครู เพื่อน คนทั่วไปที่สามารถสัมผัสได้ เป็นต้น

2.2 ตัวแบบสัญลักษณ์ (Symbolic model) หมายถึง ตัวแบบจากสิ่งต่างๆ เช่น หนังสือ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ คอมพิวเตอร์ ฯลฯ

2.3 ตัวแบบที่เป็นคำสั่งสอน (Verbal instruction) หมายถึง ตัวแบบที่เป็นการพูดจาอบรม อธิบาย หรือคำสั่งสอน คำอธิบายในหนังสือต่าง ๆ

ตัวแบบที่น่าเชื่อถือ หรือตัวแบบที่ประสบความสำเร็จในพฤติกรรมนั้นๆ จะเป็นตัวแบบที่มีประสิทธิภาพที่บุคคลต้องการเลียนแบบ และหากเขาเลียนแบบแล้วได้รับผลที่พึงพอใจ พฤติกรรมนั้นจะคงทนอยู่นานขึ้น

ขั้นตอนการเรียนรู้โดยการสังเกตหรือเลียนแบบ

แบนดูรา กล่าวว่า การเรียนรู้ทางสังคมด้วยการรู้คิดจากการเลียนแบบมี 2 ขั้น คือ ขั้นแรกเป็นขั้นการได้รับมาซึ่งการเรียนรู้ (Acquisition) ทำให้สามารถแสดงพฤติกรรมได้ และขั้นที่ 2 เรียกว่าขั้นการกระทำ (Performance) ซึ่งอาจจะกระทำหรือไม่กระทำก็ได้ การแบ่งขั้นของการเรียนรู้แบบนี้ทำให้ทฤษฎีการเรียนรู้ของแบนดูรา แตกต่างจากทฤษฎีพฤติกรรมนิยมชนิดอื่น ๆ การเรียนรู้ที่แบ่งออกเป็น 2 ขั้น อาจจะแสดงด้วยแผนผังดังต่อไปนี้

แผนผังที่ 1 ขั้นของการเรียนรู้โดยการเลียนแบบ

ขั้นการรับมาซึ่งการเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญเป็นลำดับ 3 ลำดับ ดังแสดงในแผนผังที่ 2

แผนผังที่ 2 ส่วนประกอบของการเรียนรู้ขึ้นกับการรับมาซึ่งการเรียนรู้

จากแผนผังจะเห็นว่า ส่วนประกอบทั้ง 3 อย่าง ของการรับมาซึ่งการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางพุทธิปัญญา (Cognitive Processes) ความใส่ใจที่เลือกสิ่งเร้ามีบทบาทสำคัญในการเลือกตัวแบบสำหรับขึ้นการกระทำ (Performance) นั้นขึ้นอยู่กับผู้เรียน เช่น ความสามารถทางด้านร่างกาย ทักษะต่าง ๆ รวมทั้งความคาดหวังที่จะได้รับแรงเสริมซึ่งเป็นแรงจูงใจกระบวนการที่สำคัญในการเรียนรู้โดยการสังเกตแบบดورا (Bandura, 1961) ได้อธิบายกระบวนการที่สำคัญในการเรียนรู้โดยการสังเกตหรือการเรียนรู้โดยตัวแบบว่ามีทั้งหมด 4 อย่างคือ

แผนผังที่ 3 กระบวนการในการเรียนรู้โดยการสังเกต

1) กระบวนการความใส่ใจ (Attention) ความใส่ใจของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก ถ้าผู้เรียนไม่มีความใส่ใจในการเรียนรู้ โดยการสังเกตหรือการเลียนแบบก็肯定不会เกิดขึ้น ดังนั้น การเรียนรู้แบบนี้ความใส่ใจจึงเป็นสิ่งแรกที่คุณเรียนจะต้องมี แบบดورا กล่าวว่าผู้เรียนจะต้องรับรู้ส่วนประกอบที่สำคัญของพฤติกรรมของผู้ที่เป็นตัวแบบ องค์ประกอบที่สำคัญของตัวแบบที่มีอิทธิพลต่อความใส่ใจของผู้เรียนมีหลายอย่าง เช่น เป็นผู้ที่มีเกียรติสูง (High Status) มีความสามารถสูง (High Competence) หน้าตาดี รวมทั้งการแต่งตัว การมีอำนาจที่จะให้รางวัลหรือลงโทษ คุณลักษณะของผู้เรียนก็มีความสัมพันธ์กับกระบวนการใส่ใจ ตัวอย่างเช่น วัยของผู้เรียน ความสามารถทางด้านพุทธิปัญญา ทักษะทางการใช้มือและส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย รวมทั้งตัวแปรทางบุคลิกภาพของผู้เรียน เช่น ความรู้สึกว่าคุณค่า (Self-Esteem) ความต้องการและทัศนคติของผู้เรียน ตัวแปรเหล่านี้มักจะเป็นสิ่งจำกัดขอบเขตของการเรียนรู้โดยการสังเกต ตัวอย่างเช่น ถ้าครูต้องการให้เด็กวัยอนุบาลเขียนตัวอักษรไทยที่ยาก ๆ เช่น ชม โดยพยายามแสดงการเขียนให้ดูเป็นตัวอย่าง ทักษะการใช้กล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวของเด็กวัยอนุบาลยังไม่พร้อมฉะนั้นเด็กวัยอนุบาลบางคนจะเขียนหนังสือตามที่ครูคาดหวังไม่ได้

2) กระบวนการจดจำ (Retention Process) แบบดورا อธิบายว่า การที่ผู้เรียนหรือผู้สังเกตสามารถที่จะเลียนแบบหรือแสดงพฤติกรรมเหมือนตัวแบบได้ก็เป็นเพราะผู้เรียนบันทึกสิ่งที่ตนสังเกตจากตัวแบบไว้ในความจำระยะยาว แบบดورا พบว่าผู้สังเกตที่สามารถอธิบายพฤติกรรม หรือการกระทำของตัวแบบด้วยคำพูด หรือสามารถมีภาพพจน์สิ่งที่ตนสังเกตไว้ในใจจะเป็นผู้ที่สามารถจดจำสิ่งที่เรียนรู้โดยการสังเกตได้ดีกว่าผู้ที่เพียงแต่ดูเฉย ๆ หรือทำงานอื่นในขณะที่ดูตัวแบบไปด้วยสรุปแล้วผู้สังเกตที่สามารถระลึกถึงสิ่งที่สังเกตเป็นภาพพจน์ในใจ (Visual Imagery) และสามารถเข้ารหัสด้วยคำพูดหรือถ้อยคำ (Verbal Coding) จะเป็นผู้ที่สามารถแสดงพฤติกรรมเลียนแบบจากตัวแบบได้แม้ว่าเวลาจะผ่านไปนาน ๆ และนอกจากนี้ถ้าผู้สังเกตหรือ ผู้เรียนมีโอกาสดูตัวแบบแสดงสิ่งที่ต้องเรียนรู้ซ้ำก็จะเป็นการช่วยความจำให้ดียิ่งขึ้น

3) กระบวนการแสดงพฤติกรรมเหมือนกับตัวแบบ (Reproduction Process) กระบวนการแสดงพฤติกรรมเหมือนตัวแบบเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนแปรสภาพ (Transform)

ภาพพจน์ (Visual Image) หรือสิ่งที่จำไว้เป็นการเข้ารหัสเป็นถ้อยคำ (Verbal Coding) ในที่สุดแสดงออกมาเป็นการกระทำหรือแสดงพฤติกรรมเหมือนกับตัวแบบ ปัจจัยที่สำคัญของกระบวนการนี้คือความพร้อมทางด้านร่างกายและทักษะที่จำเป็นจะต้องใช้ในการเลียนแบบของผู้เรียน ถ้าหากผู้เรียนไม่มีความพร้อมก็จะไม่สามารถที่จะแสดงพฤติกรรมเลียนแบบได้แน่นอน กล่าวว่าการเรียนรู้โดยการสังเกตหรือการเลียนแบบไม่ใช่เป็นพฤติกรรมที่ลอกแบบอย่างตรงไปตรงมา การเรียนรู้โดยการสังเกตประกอบด้วยกระบวนการทางพุทธิปัญญา (Cognitive Process) และความพร้อมทางด้านร่างกายของผู้เรียน ฉะนั้นในขั้นการแสดงพฤติกรรมเหมือนตัวแบบ (Reproduction) ของแต่ละบุคคลจึงแตกต่างกันไปผู้เรียนบางคนก็อาจจะทำได้ดีกว่าตัวแบบที่ตนสังเกตหรือบางคนก็สามารถเลียนแบบได้เหมือนมาก บางคนก็อาจจะทำได้ไม่เหมือนกับตัวแบบเพียงแต่คล้ายคลึงกับตัวแบบมีบางส่วนเหมือนกันบางส่วนไม่เหมือนกับตัวแบบ และผู้เรียนบางคนจะไม่สามารถแสดงพฤติกรรมเหมือนตัวแบบ ฉะนั้นแบบดูรา จึงให้คำแนะนำแก่ผู้ที่มีหน้าที่เป็นตัวแบบ เช่น ผู้ปกครองหรือครูควรใช้ผลย้อนกลับที่ต้องตรวจสอบแก้ไข (Correcting Feedback) เพราะจะเป็นการช่วยเหลือให้ผู้เรียนหรือผู้สังเกตมีโอกาสทบทวนในใจว่าการแสดงพฤติกรรมของตัวแบบมีอะไรบ้าง และพยายามแก้ไขให้ถูกต้อง

4) กระบวนการจูงใจ (Motivation Process) โดยอธิบายว่า แรงจูงใจของผู้เรียนที่จะแสดงพฤติกรรมเหมือนตัวแบบที่ตนสังเกต เนื่องมาจากความคาดหวังว่า การเลียนแบบจะนำประโยชน์มาใช้ เช่น การได้รับแรงเสริมหรือรางวัล หรืออาจจะนำประโยชน์บางสิ่งบางอย่างมาให้รวมทั้งการคิดว่าการแสดงพฤติกรรมเหมือนตัวแบบจะทำให้ตนหลีกเลี่ยงปัญหาได้ ในห้องเรียนเวลาครูให้รางวัลหรือลงโทษพฤติกรรมของนักเรียน คนใดคนหนึ่งนักเรียนทั้งห้องก็จะเรียนรู้โดยการสังเกตและเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมหรือไม่แสดงพฤติกรรม เวลานั้นนักเรียนแสดงความประพฤติดี เช่น นักเรียนคนหนึ่งทำการบ้านเรียบร้อยถูกต้องแล้วได้รับรางวัลชมเชยจากครู หรือให้สิทธิพิเศษก็จะเป็นตัวแบบให้แก่เด็กคนอื่น ๆ พยายามทำการบ้านมาส่งครูให้เรียบร้อย เพราะมีความคาดหวังว่าคงจะได้รับแรงเสริมหรือรางวัลบ้าง ในทางตรงข้ามถ้าเด็กคนหนึ่งถูกทำโทษเนื่องจากเอาของมารับประทานในห้องเรียน ก็จะเป็นตัวแบบของพฤติกรรม ที่นักเรียนทั้งชั้นจะไม่ปฏิบัติตาม ถึงแม้ว่าแบบดูรา จะกล่าวถึงความสำคัญของแรงเสริมบอกว่ามีผลต่อพฤติกรรมที่ผู้เรียนเลียนแบบตัวแบบแต่ความหมายของความสำคัญของแรงเสริมนั้นแตกต่างกันกับของสกินเนอร์ (Skinner) ในทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบโอเปอแรนต์ (Operant Conditioning) แรงเสริมในทฤษฎี การเรียนรู้ในการสังเกตเป็นแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้สังเกตแสดงพฤติกรรมเหมือนตัวแบบ แต่แรงเสริมในทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบโอเปอแรนต์นั้น แรงเสริมเป็นตัวที่จะทำให้ความถี่ของพฤติกรรมที่อินทรีย์ได้แสดงออกอยู่แล้วให้มีเพิ่มขึ้น อีกประการหนึ่งในทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการสังเกตถือว่าความคาดหวังของผู้เรียนที่จะได้รับรางวัลหรือผลประโยชน์จากพฤติกรรมที่แสดงเหมือนเป็นตัวแบบ เป็นแรงจูงใจที่ทำให้ผู้สังเกต

แสดงออก แต่สำหรับการวางเงื่อนไขแบบโอเปอแรนท์ แรงเสริมเป็นสิ่งที่มาจากภายนอกจะเป็นอะไรก็ได้ไม่เกี่ยวกับตัวของผู้เรียน

2. ประเภทของตัวแบบ (Model)

แบนดูรา แบ่งตัวแบบออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.1 ตัวแบบที่มีชีวิต (Live model) หมายถึง ตัวแบบที่เป็นบุคคล เช่น พ่อ แม่ พี่น้อง ครู เพื่อน คนทั่วไปที่สามารถสัมผัสได้ เป็นต้น

2.2 ตัวแบบสัญลักษณ์ (Symbolic model) หมายถึง ตัวแบบจากสิ่งต่าง ๆ เช่น หนังสือ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ คอมพิวเตอร์ ฯลฯ

2.3 ตัวแบบที่เป็นคำสั่งสอน (Verbal instruction) หมายถึง ตัวแบบที่เป็นการพูดจา อบรม อธิบาย หรือคำสั่งสอน คำอธิบายในหนังสือต่าง ๆ

ตัวแบบที่น่าเชื่อถือ หรือตัวแบบที่ประสบความสำเร็จในพฤติกรรมนั้น ๆ จะเป็นตัวแบบที่มีประสิทธิภาพที่บุคคลต้องการเลียนแบบ และหากเขาเลียนแบบแล้วได้รับผลที่พึงพอใจ พฤติกรรมนั้นจะคงทนอยู่นานขึ้น

ปัจจัยที่สำคัญในการเรียนรู้โดยการสังเกต

1. ผู้เรียนจะต้องมีความใส่ใจ (Attention) ที่จะสังเกตตัวแบบ ไม่ว่าจะเป็นการแสดงโดยตัวแบบจริงหรือตัวแบบสัญลักษณ์ ถ้าเป็นการอธิบายด้วยคำพูดผู้เรียนก็ต้องตั้งใจฟังและถ้าจะต้องอ่านคำอธิบายก็จะต้องมีความตั้งใจที่จะอ่าน

2. ผู้เรียนจะต้องเข้ารหัสหรือบันทึกสิ่งที่สังเกตหรือสิ่งที่รับรู้ไว้ในความจำระยะยาว

3. ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสดูพฤติกรรมเหมือนตัวแบบ และควรจะทำซ้ำเพื่อจะให้ได้

4. ผู้เรียนจะต้องรู้จักประเมินพฤติกรรมของตนเองโดยใช้เกณฑ์ (Criteria) ที่ตั้งขึ้นด้วยตนเองหรือโดยบุคคลอื่น

โดยสรุป การเรียนรู้พฤติกรรมสำคัญต่าง ๆ ทั้งที่เสริมสร้างสังคม (Prosocial Behavior) และพฤติกรรมที่เป็นภัยต่อสังคม (Antisocial Behavior) ได้เน้นความสำคัญของการเรียนรู้แบบการสังเกตหรือเลียนแบบจากตัวแบบ ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งตัวบุคคลจริง ๆ เช่น ครู เพื่อน หรือจากภาพยนตร์โทรทัศน์ การ์ตูน หรือจากการอ่านจากหนังสือได้ การเรียนรู้โดยการสังเกตประกอบด้วย 2 ขั้น คือ ขั้นการรับมาซึ่งการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางพุทธิปัญญา และขั้นการกระทำ ตัวแบบที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของบุคคลมีทั้งตัวแบบในชีวิตจริงและตัวแบบที่เป็นสัญลักษณ์ เพราะฉะนั้น พฤติกรรมของผู้ใหญ่ในครอบครัว โรงเรียน สถาบันการศึกษา ย่อมมีผลต่อพฤติกรรมของเยาวชนในสังคมนั้น ๆ

ภาพ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองและความคาดหวังผลที่จะเกิดขึ้น (จาก Bandura, 1978) ในการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองนั้น Bandura เสนอว่ามีอยู่ด้วยกัน 4 วิธี คือ (Evans, 1989)

1. ประสบการณ์ที่ประสบความสำเร็จ (Mastery Experiences)

แบนดูรา เชื่อว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง เนื่องจากว่าเป็นประสบการณ์โดยตรง ความสำเร็จทำให้เพิ่มความสามารถของตนเอง บุคคลจะเชื่อว่าเขาสามารถที่จะทำได้ ดังนั้น ในการที่จะพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองนั้น จำเป็นที่จะต้องฝึกให้เขามีทักษะเพียงพอที่จะประสบความสำเร็จได้พร้อม ๆ กับการทำให้เขารับรู้ ว่า เขามีความสามารถจะกระทำเช่นนั้น จะทำให้เขาใช้ทักษะที่ได้รับการฝึกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด บุคคลที่รับรู้ว่าคุณมีความสามารถนั้น จะไม่ยอมแพ้อะไรง่าย ๆ แต่จะพยายามทำงานต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ต้องการ

2. โดยการใช้ตัวแบบ (Modeling)

การที่ได้สังเกตตัวแบบแสดงพฤติกรรมที่มีความซับซ้อน และได้รับผลกระทบที่พึงพอใจ ก็จะทำให้ผู้ที่สังเกตฝึกความรู้สึกว่าเขาจะสามารถที่จะประสบความสำเร็จได้ถ้าเขาพยายามจริงและไม่ย่อท้อ ลักษณะของการใช้ตัวแบบที่ส่งผลต่อความรู้สึกว่าเขามีความสามารถที่จะทำได้นั้น ได้แก่ การแก้ปัญหาของบุคคลที่มีความกลัวต่อสิ่งต่าง ๆ โดยที่ให้ดูตัวแบบที่มีลักษณะคล้ายกับตนเองก็สามารถทำให้ลดความกลัวต่าง ๆ เหล่านั้นได้ (Kazdin, 1974)

3. การใช้คำพูดชักจูง (Verbal Persuasion)

เป็นการบอกว่าบุคคลนั้นมีความสามารถที่จะประสบความสำเร็จได้ วิธีการดังกล่าวนี้ค่อนข้างง่ายและใช้กันทั่วไปซึ่ง Bandura ได้กล่าวว่า การใช้คำพูดชักจูงนั้นไม่ค่อยจะได้ผลนัก ในการที่จะทำให้คนเราสามารถที่จะพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Evans, 1989) ซึ่งถ้าจะให้ได้ผล ควรจะใช้ร่วมกับการทำให้บุคคลมีประสบการณ์ของความสำเร็จซึ่งอาจจะต้องค่อย ๆ สร้างความสามารถให้กับบุคคลอย่างค่อยเป็นค่อยไปและให้เกิดความสำเร็จตามลำดับขั้นตอนพร้อมทั้งการใช้คำพูดชักจูงร่วมกันก็ย่อมที่จะได้ผลดีในการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตน

4. การกระตุ้นทางอารมณ์ (Emotional Arousal)

การกระตุ้นทางอารมณ์มีผลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองในสภาพที่ถูกข่มขู่ ในการตัดสินใจถึงความวิตกกังวล และความเครียดของคนเรานั้นบางส่วนจะขึ้นอยู่กับกระตุ้นทางสรีระ การกระตุ้นที่รุนแรงทำให้การกระทำไม่ค่อยได้ผลดี บุคคลจะคาดหวังความสำเร็จเมื่อเขาไม่ได้อยู่ในสภาพการณ์ที่กระตุ้นด้วยสิ่งที่ไม่พึงพอใจ ความกลัวก็จะกระตุ้นให้เกิดความกลัวมากขึ้น บุคคลก็จะเกิดประสบการณ์ของความล้มเหลว อันจะทำให้การรับรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนน้อยลง

โดยสรุปการเรียนรู้แบบการสังเกตหรือเลียนแบบจากตัวแบบ ซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งตัวบุคคลจริง ๆ เช่น ครู เพื่อน หรือจากภาพยนตร์โทรทัศน์ การ์ตูน การเรียนรู้โดยการสังเกตประกอบด้วย 2 ขั้น คือ ขั้นการรับมาซึ่งการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางพุทธิปัญญา และขั้นการกระทำ ตัวแบบที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของบุคคลมีทั้งตัวแบบในชีวิตจริงและตัวแบบที่เป็นสัญลักษณ์

ตอนที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีการรับรู้ทางการมองเห็น

1. ความหมายของการรับรู้ (Perception)

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการรับรู้ ไว้ดังนี้

วิทวัส เพ็ญภู (2559) ได้ให้ความหมายการรับรู้ไว้ว่า การรับรู้จะเกิดขึ้นจากการรับสัมผัสจากประสาทสัมผัสทั้งห้า การรับรู้และการตีความหมายของสิ่งเร้านั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อม และประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล การรับรู้จะเกิดขึ้น ต้องประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญต่อไปนี้ 1) การสัมผัส 2) ชนิดและธรรมชาติของสิ่งเร้า 3) การแปลความหมายจากการสัมผัส และ 4) การใช้ความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิมเพื่อแปลความหมาย

สิริมา เดชภิญญา (2561) ได้ให้ความหมายการรับรู้ หมายถึง การแปลความหมายจากการสัมผัส โดยเริ่มตั้งแต่การมีที่สิ่งเร้ามากระทบกับอวัยวะรับสัมผัสทั้งห้า และส่งกระแสประสาทไปยังสมอง เพื่อทำการแปลความ โดยที่กระบวนการของการรับรู้ (Process) เป็นกระบวนการที่คาบเกี่ยวกันระหว่างเรื่องความเข้าใจ การคิด การรู้สึก (Sensing) ความจำ (Memory) การเรียนรู้ (Learning) และการตัดสินใจ (Decision making)

Qiong (2017) ได้อธิบายความหมายการรับรู้ไว้ว่า การรับรู้แบ่งออกตามพจนานุกรมของ Longman Dictionary of Contemporary English ได้แก่ 1) วิธีที่คุณคิดเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่าง และความคิดของคุณว่ามันเป็นอย่างไร 2) วิธีที่คุณสังเกตเห็นสิ่งต่าง ๆ ด้วยประสาทสัมผัสทางสายตาดู การได้ยิน ฯลฯ และ 3) ความสามารถตามธรรมชาติที่จะเข้าใจหรือสังเกตสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า การรับรู้เป็นการรับสัมผัสจากประสาทสัมผัสทั้งห้า รับรู้จากสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อมที่มากระทบและส่งต่อกระแสประสาทไปยังสมองเพื่อตีความหมายโดยการใช้ประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล

2. ทฤษฎีการรับรู้

ทฤษฎีการรับรู้แบบ Gestalt (Gestalt's Perception Theory) พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มนักจิตวิทยา Gestalt ระหว่างปี ค.ศ. 1890 – 1947 นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ทำการทดสอบเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์เกี่ยวกับการรับรู้ เช่น ภาพที่เกิดขึ้นหลังจากที่ใช้สายตาเพ่งมองบางสิ่งบางอย่างเป็นเวลานาน ๆ การเคลื่อนที่ของลูกตา หลักการของจิตวิทยา Gestalt คือ การจัดระบบการรับรู้ บุคคล

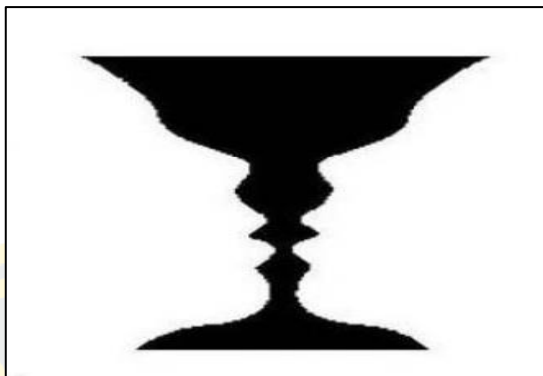
มองวัตถุ เช่นเดียวกับการมองปรากฏการณ์ของการเคลื่อนไหว คือมองร่วมกันทั้งหมดไม่ใช่การมองเป็นกลุ่มของความรู้สึก การรับรู้ของคนเราจะจัดสิ่งที่รับรู้เป็นหมวดหมู่กลุ่มก้อนหรือส่วนรวม คือแทนที่จะรับรู้รายละเอียดส่วนปลีกย่อยของสิ่งต่าง ๆ กลับรับรู้ในลักษณะที่เป็นส่วนรวมมากกว่า แบบแผนของการรับรู้ดังกล่าว ได้แก่ เรื่องของภาพและพื้น (Figure and Ground) การที่จะมองเห็นสิ่งต่าง ๆ อาจเป็นรูปร่างเพราะเส้นต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นรูปร่างนั้นมาตัดกับพื้นหรือการตัดของสีก็ได้ สมองทำงานในกระบวนการของการรับรู้ทางสายตาไม่ใช่การเก็บรวบรวมส่วนย่อยของปฏิกิริยาต่าง ๆ แต่เป็นระบบการที่ต่อเนื่องกัน หมายถึงในเวลาที่กำหนดส่วนต่าง ๆ จะเกิดปฏิกิริยาเกี่ยวพันกัน สัตว์ส่วนที่เหมือนกันหรือมีความคล้ายคลึงกันย่อมจะรวมกันเป็นพวกหนึ่ง สัตว์ส่วนที่ไม่เหมือนกันหรือแตกต่างกันย่อมที่จะไม่รวมกัน กลุ่ม Gestalt กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เห็นส่วนรวมมากกว่าส่วนย่อยนั้นจะต้องเกิดจากประสบการณ์เดิม (Wagemans et al., 2012) และการเรียนรู้ย่อมเกิดขึ้น 2 ลักษณะ คือ การรับรู้ (Perception) และการหยั่งรู้ (Insight) ดังนี้

การรับรู้เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ประสาทสัมผัสรับสิ่งเร้า แล้วนำเข้าสู่สมองเพื่อผ่านเข้าสู่กระบวนการความคิด สมองหรือจิตจะใช้ประสบการณ์เดิมตีความหมายของสิ่งเร้าและแสดงปฏิกิริยาตอบสนองออกไปตามที่สมองตีความ การเรียนรู้ของกลุ่ม Gestalt ที่เน้น “การรับรู้เป็นส่วนรวมมากกว่าส่วนย่อย” นั้นได้สรุปเป็นกฎการเรียนรู้ของทั้งกลุ่มออกเป็น 4 กฎ เรียกว่า กฎการจัดระเบียบเข้าด้วยกัน (The Laws of Organization) ดังนี้

1. กฎแห่งความแน่นอนหรือชัดเจน (Law of Prägnanz) คือ การรับรู้ในสิ่งเดียวกันต้องมีการกำหนดองค์ประกอบขึ้น 2 ส่วน คือ

1.1 ภาพ (Figure) หรือข้อมูลที่ต้องการให้สนใจ เพื่อเกิดการเรียนรู้ในขณะนั้น

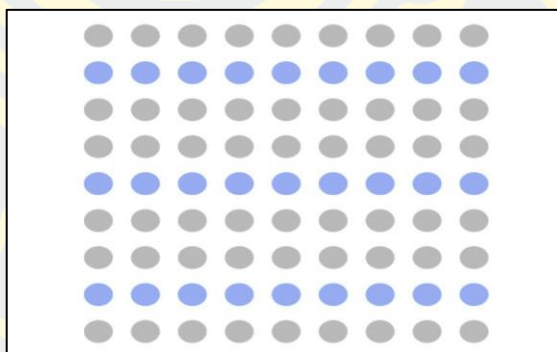
1.2 ส่วนประกอบหรือพื้นฐานของการรับรู้ (Background or Ground) เป็นสิ่งแวดล้อมที่ประกอบอยู่ในการเรียนรู้ นั้น ๆ บางครั้ง Figure อาจเปลี่ยนเป็น Ground และ Ground อาจเปลี่ยนเป็นรูปภาพ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Law of Figure – Ground

ที่มา : (Wagemans et al., 2012)

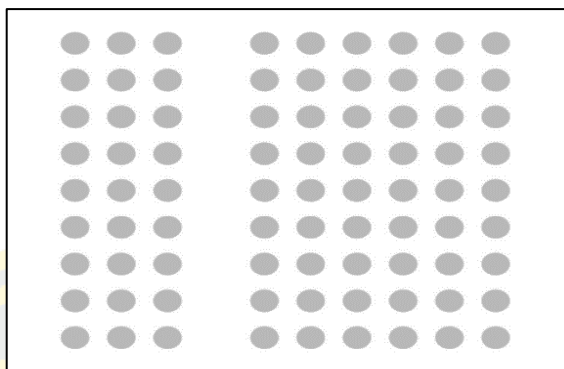
2. กฎแห่งความคล้ายคลึง (Law of Similarity) คือ การรับรู้สิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเป็นสิ่งที่เดียวกันอย่างอัตโนมัติ เช่น กลุ่มของเส้นหรือสีที่คล้ายคลึงกัน หมายถึงสิ่งเร้าใด ๆ ก็ตามที่มีรูปร่างและขนาด หรือสีที่คล้ายกัน มนุษย์เราจะรับรู้เป็นสิ่งเดียวกันหรือพวกเดียวกัน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 Law of Similarity

ที่มา : (Wagemans et al., 2012)

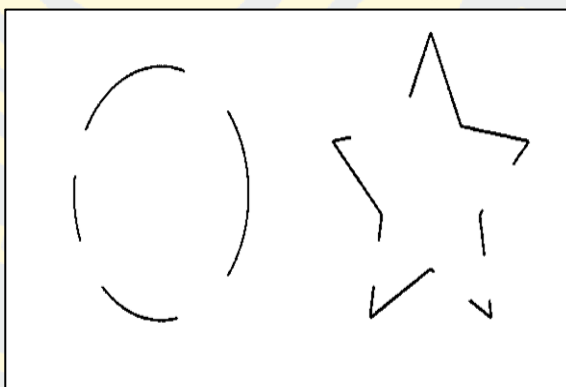
3. กฎแห่งความใกล้ชิด (Law of Proximity) การรับรู้สิ่งต่างๆ ที่อยู่ใกล้ชิดกันเป็นหมวดหมู่หรือพวกเดียวกัน เป็นเหตุเป็นผลกันหรือสิ่งเร้าใด ๆ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 Law of Proximity

ที่มา : (Wagemans et al., 2012)

4. กฎแห่งความสมบูรณ์ (Law of Closure) คือ สมองจะเติมสิ่งที่ขาดหายไปให้เป็นภาพรวมตามประสบการณ์เดิม ซึ่งสามารถรับรู้ผ่านข้อมูลหรือรายละเอียดที่เป็นรูปภาพที่สมบูรณ์ เพราะปกติมนุษย์จะเติมช่องว่างให้ตนเองและมองเห็นเป็นรูปที่สมบูรณ์ทั้งสองรูปทั้งที่ไม่เป็นรูปที่สมบูรณ์ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 Law of Closure

ที่มา : (Wagemans et al., 2012)

การหยั่งรู้ (Insight) หมายถึง การเรียนรู้การเรียนรู้ด้วยตัวเองโดยจะเกิดแนวคิดในการเรียนรู้การแก้ปัญหาขึ้นอย่างทันทีทันใด มองเห็นแนวทางการแก้ปัญหาตั้งแต่จุดเริ่มต้นเป็นขั้นตอน จนถึงจุดสุดท้ายที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ กลุ่มนี้มีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดได้จากการจัดสิ่งเร้าต่าง ๆ มารวมกัน เริ่มต้นด้วยการรับรู้โดยส่วนรวมก่อนแล้วจึงสามารถวิเคราะห์เรื่องราว

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne

ในปี ค.ศ.1916-2002 Robert Gagne นักปรัชญาและจิตวิทยาการศึกษาชาวอเมริกา (1916-2002) ได้เสนอทฤษฎีในการจัดลำดับชั้นการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้สิ่งเร้า สิ่งแวดล้อมภายนอกกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และสังเกตพฤติกรรมว่ามีการตอบสนองอย่างไร เพื่อที่จะจัดลำดับชั้นในการพัฒนาได้ถูกต้อง (Gagne, Yekovich, & Yekovich, 1993) ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne ประกอบด้วย

การจูงใจ (Motivation Phase) เป็นการคาดหวังของผู้เรียนเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้
การรับรู้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Apprehending Phase) ผู้เรียนจะรับรู้สิ่งที่สอดคล้องกับความตั้งใจ

การปรุงแต่งสิ่งที่รับรู้ไว้เป็นความจำ (Acquisition Phase) เพื่อให้เกิดความจำระยะสั้นและระยะยาว

ความสามารถในการจำ (Retention Phase)

ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว (Recall Phase)

การนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว (Generalization Phase)

การแสดงออกพฤติกรรมที่เรียนรู้ (Performance Phase)

การแสดงผลการเรียนรู้กลับไปยังผู้เรียน (Feedback Phase) ผู้เรียนได้รับทราบผลเร็วจะทำให้มีผลดี และประสิทธิภาพสูง

องค์ประกอบที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ คือ ผู้เรียน (Learner) มีระบบสัมผัสและระบบประสาทในการรับรู้สิ่งเร้า (Stimulus) คือ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การตอบสนอง (Response) คือ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้

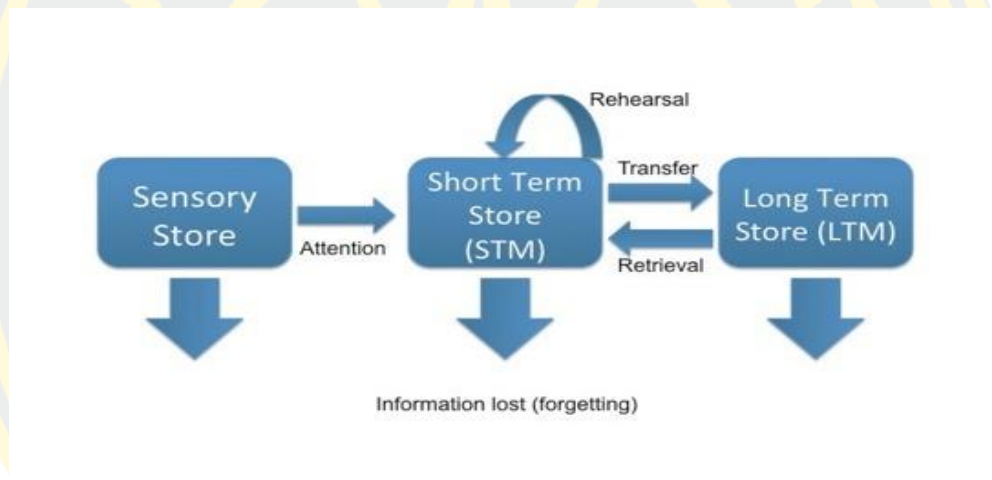
ทฤษฎีการรวมองค์ประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Recognition by Components Theory)

Irving Biederman กล่าวว่า เรารับรู้แบบแผนที่ซับซ้อนในขอบเขตของส่วนต่าง ๆ ที่มาประกอบ ข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีนี้ คือ วัตถุสามารถเป็นตัวแทนของการจัดที่มีรูปร่างเป็น 3 มิติได้อย่างง่ายดาย เช่น โคมไฟ แก้วน้ำ (Biederman, 1987)

ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล (Information Processing Theory)

Klausmeier and Allen (2014) อธิบายการประมวลผลข้อมูลของสมอง โดยเริ่มจากมนุษย์รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยสิ่งเร้าที่เข้ามานั้นจะได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น ซึ่งการบันทึกนี้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการ คือ การรู้จัก (Recognition) และความใส่ใจ (Attention) ของบุคคลที่รับสิ่งเร้า ซึ่งการที่บุคคลจะเลือกรับสิ่งเร้าที่ตนรู้จักหรือมีความ

สนใจที่จะรับสิ่งเร้าจะได้รับการบันทึกลงในความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) ซึ่งจะคงอยู่ในระยะเวลาที่จำกัดมาก แต่แต่ละบุคคลมีความสามารถในการจำระยะสั้นที่จำกัด อาจจำเป็นต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการช่วยจำ เช่น การจัดกลุ่มคำหรือท่องซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง ซึ่งสามารถช่วยให้จดจำสิ่งนั้นไว้ใช้งานได้ การเก็บไว้ใช้ข้อมูลภาพหลังสามารถทำได้โดยข้อมูลนั้นจำเป็นต้องได้รับการประมวลผลและเปลี่ยนรูปโดยการเข้ารหัส (Encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว (Long Term Memory) ความจำระยะมี 2 ชนิด คือ ความจำความหมาย (Semantic Memory) และความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) เมื่อข้อมูลข่าวสารได้รับการบันทึกไว้ในความจำระยะยาวแล้ว จะสามารถเรียกข้อมูลต่าง ๆ ออกมาใช้งานได้ ซึ่งในการเรียกข้อมูลออกมาใช้จำเป็นต้องมีการถอดรหัสข้อมูล จากความจำระยะยาวนั้นและส่งต่อไปสู่ตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งจะเป็นแรงขับหรือเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหวหรือการพูดสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล Atkinson & Shiffrin
ที่มา : Atkinson and Shiffrin (1968)

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปว่าการรับรู้ทางการมองเห็นเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการรับรู้ การรับรู้เป็นพื้นฐานทางการเรียนรู้ที่สำคัญ อธิบายกระบวนการพัฒนาความสามารถทางปัญญา โดยให้ความสนใจการทำงานของสมอง การนำเสนอสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้ตรงกับความสามารถ จะทำให้กระบวนการคิด (Cognitive Process) และความสามารถ (Abilities) พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ เช่นการฝึกการจำโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย ต้องการให้มีการจดจำสิ่งใด ๆ เป็นเวลานานจะต้องได้รับการเข้ารหัส (Encoding) เพื่อนำไปเข้าหน่วยความจำระยะยาว วิธีการเข้ารหัสสามารถทำได้หลายวิธี เช่นการท่องจำซ้ำๆ การทบทวน หรือการใช้กระบวนการขยายความคิด

3. ความหมายการรับรู้ทางการมองเห็น

นันทา ลินะเปสนันท์ (2559) ได้ให้ความหมายการรับรู้ทางการมองเห็น (Visual Perception) หมายถึง กระบวนการได้มาและการประมวลข้อมูลที่มาจากสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยความสามารถในการแยกสิ่งทีมองเห็น (Acuity) ความสามารถในการปรับความคมชัดของภาพที่มองเห็นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง (Accommodation) ความสามารถในการรวมภาพที่ได้จากตาสองข้างมาเป็นภาพเดียว (Binocular Fusion) ความสามารถในการลู่สายตาเข้าหากันเพื่อมองตรงไปยังวัตถุ (Convergence) ความสามารถในการรับรู้ความลึกของภาพให้สามารถมองภาพเป็นสามมิติได้ (Stereopsis) และลานสายตา (Visual Field)

Garrison and Magoon (1972) ได้ให้ความหมายของการรับรู้ไว้ว่า เป็นกระบวนการซึ่งสมองตีความหมาย หรือแปลข้อความที่ได้จากการรับสัมผัสของร่างกายกับสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสิ่งเร้าทำให้เราทราบถึงสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อมที่เราสัมผัสนั้นเป็นอย่างไร มีความหมายและลักษณะอย่างไร การที่เราจะรับรู้สิ่งเร้าที่สัมผัสได้นั้นจะต้องอาศัยประสบการณ์ของเราเป็นเครื่องมือช่วยในการตีความหมายหรือแปลความหมาย และการตอบสนองของร่างกายต่อสิ่งเร้านั้นจะแตกต่างกันในแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม

Schneck (2010) ได้ให้ความหมายของการรับรู้ทางการมองเห็นว่า เป็นกระบวนการทั้งหมดที่มีหน้าที่ทางประสาทสัมผัสและกระบวนการรับรู้ทางความรู้สึกของสิ่งเร้าทางสายตา หน้าที่ทางประสาทสัมผัสหรือองค์ประกอบประสาทสัมผัสทางสายตา คือ กระบวนการดึงและจัดระเบียบข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และหน้าที่ทางความรู้สึกที่ประกอบขึ้นเป็นองค์ประกอบทางปัญญาทางสายตา ให้ความสามารถในการจัดระเบียบ โครงสร้าง ตีความ และให้ความหมายสิ่งเร้าทางสายตากับสิ่งที่มองเห็น

Pisella (2017) ได้อธิบายความหมายของการรับรู้ทางการมองเห็นว่า เป็นกระบวนการรับรู้ภาพเกี่ยวข้องกับกระบวนการที่มีความซับซ้อนและกระบวนการกระตือรือร้นของการรับรู้ที่ขึ้นอยู่กับหน่วยความจำระยะคิดที่สามารถมองเห็นได้สิ่งต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบูรณาการเวลาขององค์ประกอบที่รับรู้ผ่านการสำรวจของดวงตา

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า การรับรู้ทางการมองเห็น เป็นกระบวนการของการรับสิ่งเร้าทางประสาทสัมผัสทางตา โดยสามารถตีความหมายของข้อมูลที่รับเข้ามาจากสิ่งเร้าภายนอกและสามารถถ่ายทอดความเข้าใจต่อสิ่งเร้านั้น โดยอาศัยข้อมูลประสบการณ์เดิมจากการมองเห็น

3.1 ทฤษฎีการรับรู้ทางการมองเห็น (Visual Perception Theory)

การรับรู้วัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราเป็นผลมาจากระบบประสาททางการมองเห็น (Visual Sensation) การรับรู้ทางการมองเห็นเกิดจากการประมวลผลร่วมกันอย่างเป็นระบบกับความรู้สึกลักษณะอื่น เช่น การรับสัมผัส การดมกลิ่น การได้ยิน การรับรู้ทางการมองเห็นมีความสำคัญ

อย่างยิ่งต่อความสามารถด้านการเรียนรู้ และความสามารถในการวางแผนการเคลื่อนไหว เนื่องจากใช้พื้นที่สมองในการประมวลผลมากกว่าการรับรู้ทางประสาทสัมผัสชนิดอื่น ดังนั้นการรับรู้ทางการมองเห็นจึงเป็นความสามารถของกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลร่วมกันเพื่อเก็บประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ การรับรู้ทางการมองเห็นมีความเกี่ยวข้องกับทฤษฎีพื้นฐาน 4 ทฤษฎี ดังนี้

3.1.1 ทฤษฎีพัฒนาการ (Developmental Theory) เป็นลำดับการพัฒนาด้านการรับรู้ทางการมองเห็นของวาร์เรน (Warren, 1993) การรับรู้ทางการมองเห็นประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 องค์ประกอบของการรับรู้ทางการมองเห็น (Visual Perception Components) และ ส่วนที่ 2 องค์ประกอบของการมองเห็นและการรู้คิด (Visual Cognitive Components) ลำดับขั้นของการพัฒนาจะเริ่มต้นจากพื้นฐานแล้วจึงต่อยอดไปสู่ความสามารถที่สูงขึ้นไป ดังแผนภาพแสดงพัฒนาการด้านการรับรู้ทางการมองเห็นที่แสดงไว้เพื่อเป็นประโยชน์ในการประเมิน และการบำบัดตามลำดับที่ถูกต้อง (Schneck, 2010) ได้อธิบายความหมายของแต่ละลำดับขั้นในการพัฒนา ดังนี้

1) ลำดับพื้นฐานในการรับรู้ทางการมองเห็นขั้นสุดท้ายจะต้องใช้เป็นพื้นฐานสำหรับพัฒนาการทักษะการรับรู้ทางการมองเห็นในขั้นต่อ ๆ ไป มี 3 ประเภท ได้แก่

1.1 การควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกตา (Oculomotor Control) เป็นความสามารถของมนุษย์ในการควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกตา

1.2 ลานสายตา (Visual Fields) คือ ช่วงการมองเห็นทั้งหมดของสายตา

1.3 ความคมชัดของการมองเห็น (Visual Acuity) คือ ความสามารถในการส่งสิ่งที่มองเห็นไปยังศูนย์กลางของสมองเพื่อแยกแยะได้ถูกต้อง

2. ความใส่ใจในการมองเห็น (Visual Attention) เป็นการคงช่วงความสนใจในการมองเห็นในสถานะที่มีความตื่นตัว และการมีสมาธิกับสิ่งที่มองเห็น

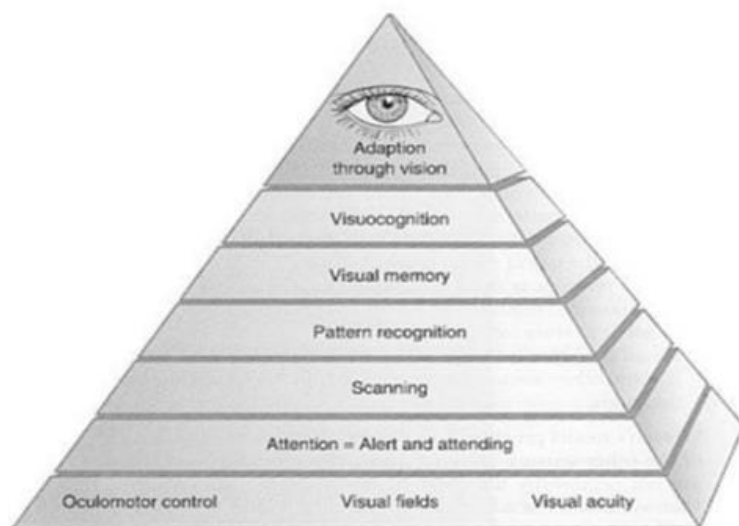
3. การมองภาพอย่างรวดเร็ว (Scanning) เป็นความสามารถในการมองเห็นโดยการรวบรวมลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งเร้า และสามารถเก็บจดจำภาพที่เห็นในช่วงเวลานั้นได้ทันที

4. การจำแนกรูปแบบของสิ่งเร้า (Pattern Recognition) เป็นความสามารถเก็บข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นเกี่ยวกับรูปทรงต่าง ๆ ของสิ่งเร้า ในระบบความจำ เป็นขั้นตอนที่ต้องมีลักษณะสำคัญของวัตถุหรือสิ่งเร้า เช่น สี รูปทรง พื้นผิว เป็นต้น

5. ความจำจากการมองเห็น (Visual Memory) เป็นความสามารถในการจำและเรียกความจำจากข้อมูลที่มองเห็นออกมาใช้ในคราวต่อไป

6. การรู้คิดจากการมองเห็น (Visual Cognition) คือ ความสามารถจัดการข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นนำไปบูรณาการร่วมกับข้อมูลที่ได้รับจากการรับรู้ในด้านอื่น ๆ เพื่อใช้ในการ

วางแผน ตัดสินใจหรือการแก้ปัญหา และทำให้เกิดพฤติกรรมการปรับตัวจากภาพที่ได้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ลำดับขั้นพัฒนาการด้านการรับรู้ทางสายตา Schneck
ที่มา : Schneck (2010)

3.1.2 ทฤษฎีการได้มาของข้อมูล (Acquisition Theories) เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงการเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ ผ่านการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกัน (Long, 2006) ประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก ดังนี้

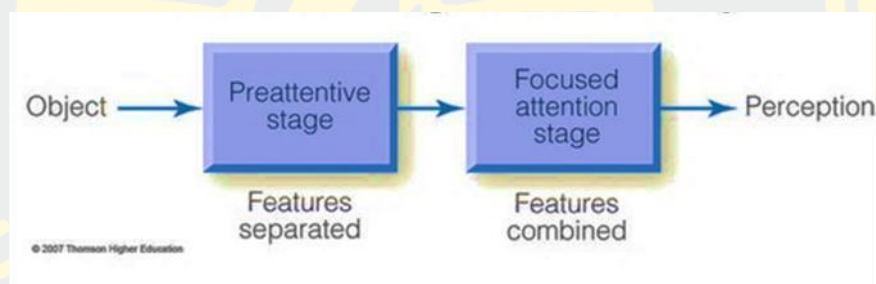
1) กระบวนการรับสิ่งเร้าต่าง ๆ (Input of Stimuli) โดยเริ่มตั้งแต่ การมีสิ่งเร้ามากระทบกับอวัยวะรับสัมผัสทั้งห้า และส่งกระแสประสาทไปยังสมองเพื่อการแปลความ

2) กระบวนการแปลผล (Interpretation Process) ข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นต้องอาศัยความสามารถต่าง ๆ เช่น การสนใจ (Attention) ความจำ (Memory) การคัดแยกหรือจัดกลุ่ม (Discrimination) และการสร้างภาพในใจ (Visual Imaginary)

3) กระบวนการแสดงออก (Response) ความสามารถในการรับรู้ทางการมองเห็นกระทำสิ่งต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการเรียน การเล่น ตามที่ต้องการได้ เป็นต้น

3.1.3 ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลง (Dynamic Theory) จากทฤษฎีการเรียนรู้ทำให้เชื่อว่าการรับรู้ทางการมองเห็นสามารถพัฒนาได้ โดยผ่านการเรียนรู้และการฝึกฝน ด้วยเทคนิคกระบวนการเรียนรู้และการสอน (Teaching-learning Process) ร่วมกับกิจกรรมการวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ (Activity Analysis and Activity Synthesis) (Williams & Burden, 1997)

3.1.4 ทฤษฎีบูรณาการคุณลักษณะของวัตถุ (Feature Integration Theory) เป็นทฤษฎีที่อธิบายว่าเราเกิดการรับรู้ (Perception) คุณลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุได้ อย่างไรนำเสนอโดย Treisman (1986) ในขั้นแรกจะเป็นกระบวนการ Preattentive Stage ในกระบวนการนี้เมื่อเรามองเห็นวัตถุจะเกิดการวิเคราะห์และแยกแยะคุณลักษณะของวัตถุ เช่น เมื่อเห็นลูกบอลสีแดงกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวา จะวิเคราะห์คุณลักษณะต่างๆ ได้ดังนี้ คือ 1) สี (Color) วิเคราะห์ได้ว่าลูกบอลมีสีแดง 2) รูปทรง (Shape) วิเคราะห์ได้ว่าลูกบอลที่รูปทรงกลม และ 3) ทิศทางการเคลื่อนที่ (Movement) วิเคราะห์ได้ว่าลูกบอลเคลื่อนที่ไปทางขวา ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าสมองจะประมวลผลข้อมูลในพื้นที่ของสมองที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น (Visual Area) ในขั้นที่สองจะเป็นกระบวนการรวมคุณลักษณะต่าง ๆ ที่แยกจากกันเข้าด้วยกัน เรียกว่า Focused Attention Stage เมื่อคุณลักษณะของวัตถุทั้งหมดถูกรวบรวมเข้าด้วยกันจะเกิดการรับรู้ (Perception) ขึ้น ซึ่งจะคล้ายกับเกมปริศนาอักษรไขว้ ขั้นแรกเราแยกตัวอักษรต่าง ๆ ไว้ และเมื่อนำตัวอักษรต่าง ๆ มาเรียงกันก็จะเกิดเป็นคำขึ้นมาและทำให้เข้าใจความหมายของคำ ๆ นั้น ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 8 แผนภาพการรับรู้ตามทฤษฎี Feature Integration Theory
ที่มา : Treisman (1986)

3.2 กระบวนการรับรู้ทางการมองเห็น (Visual Perception Process)

การรับรู้ทางการมองเห็นเกิดจากกระบวนการทางปัญญาที่เรียกว่า Bottom-Up Process เริ่มจากแสงไปกระทบที่ตา และภาพไปตกกระทบที่จอประสาทตา (Retina) จากนั้นส่งสัญญาณไปตามวิถีประสาทการมองเห็น (Visual Pathways) เพื่อตีความหมายที่บริเวณเปลือกสมอง ส่วนการมองเห็น (Visual Cortex) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการรับรู้ส่วนที่เกิดจากการสร้างภาพในใจ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญาเรียกว่า Top-Down Process จากสมองส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับความจำ (Goldstein, 2011)

กระบวนการรับรู้ทางการมองเห็นเป็นความสามารถในการคงช่วงความสนใจ (Visual Attention) การจดจำ (Visual Memory) และการแยกแยะความแตกต่างของการมองเห็น (Visual Discrimination) สิ่งที่มองเห็นและนำข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นไปแปลผล มีผู้ทำการศึกษาดังนี้

Schneck (2010) เสนอกระบวนการรับรู้ทางการมองเห็นประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ดังนี้

1. หน้าที่ของการรับภาพการมองเห็น (Visual Receptive Functions) เป็นกระบวนการได้มาและจัดการกับข้อมูลที่มาจกสิ่งแวดล้อมเพื่อให้สามารถแยกแยะสิ่งที่มองเห็น (Acuity) การปรับความชัด (Accommodation) ของภาพที่เห็นได้อย่างรวดเร็ว และต่อเนื่องการรวมภาพที่ได้จากตาสองข้างมาเห็นภาพเดียว (Binocular Fusion) การลู่สายตาเข้าหากันเพื่омองตรงไปยังวัตถุ (Convergence) รับรู้ความลึกของภาพทำให้สามารถมองภาพเป็น 3 มิติได้ (Stereosis) ลานสายตา (Visual Fields) เป็นความสามารถทั่วไปในการมองเห็นได้ตามปกติ ทักษะในการควบคุมการเคลื่อนไหวลูกตา (Oculomotor Skills) เป็นทักษะในการควบคุมลูกตา

2. กระบวนการรู้คิดทางการมองเห็น (Visual Cognition Functions) เป็นความสามารถในการแปลผล และนำข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นไปใช้ ประกอบด้วย

2.1 ความสนใจในการมองเห็น (Visual Attention) ความสามารถในการคงช่วงความสนใจไว้กับสิ่งที่มองเห็น และความสามารถคงช่วงความสนใจพัฒนาเพิ่มขึ้นได้ผ่านการฝึกฝนและเรียนรู้

2.2 ความจำสิ่งที่มองเห็น (Visual Memory) ความสามารถในการจดจำสิ่งที่มองเห็นซึ่งเป็นการประมวลผลร่วมกับประสบการณ์ในอดีตที่เคยเห็นมาก่อน

2.3 การแยกแยะสิ่งที่มองเห็น (Visual Discrimination) ความสามารถในการคัดแยกสิ่งที่มองเห็น สามารถแยกย่อยได้ดังนี้ การรู้จักวัตถุ (Recognition) คือ การระลึกได้ว่าสิ่งที่เห็นนั้นคืออะไร การจับคู่สิ่งที่มองเห็น (Matching) การจัดกลุ่มสิ่งที่มองเห็น (Sorting) นอกจากนี้ Visual Cognition Functions สามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักใหญ่ๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1 การรับรู้วัตถุ (Object Perception) เป็นการรับรู้ทางการมองเห็นที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้วัตถุ ซึ่งเป็นการทำงานของสมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) ประกอบด้วย

1) ความสามารถในการจดจำแยกแยะรูปร่างของวัตถุ (Form Constancy) ไม่ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ในสภาพแวดล้อมใด หันไปในทิศทางใด และไม่ว่าจะขนาดเท่าไร

2) การแยกวัตถุ (Visual Closure) ความสามารถในการแยกวัตถุออกจากกันไม่ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์

3) การแยกภาพออกจากพื้น (Figure and Ground) ความสามารถในการแยกหรือวัตถุที่ต้องการออกจากพื้นหลัง หรือสิ่งอื่น ๆ ที่ปะปนอยู่

ส่วนที่ 2 การรับรู้ทิศทางและตำแหน่งของวัตถุ (Spatial Perception) เป็นการรับรู้ทางการมองเห็นที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ทิศทางและตำแหน่งของวัตถุว่ามีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบตัวอย่างไร ซึ่งเป็นการทำงานของสมองส่วนกระหม่อม (Parietal Lobe) ประกอบด้วย

1) ความสามารถในการรับรู้ทิศทาง และตำแหน่งของวัตถุ (Position in Space) ช่วยให้เข้าใจความหมายของคำที่ระบุตำแหน่ง เช่น ใน-นอก บน-ล่าง-หลัง ซ้าย-ขวา เป็นต้น

2) ความสามารถในการรับรู้รูปแบบความสัมพันธ์กับสิ่งอื่น (Spatial Relations) ช่วยให้เกิดการวางแผนการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง

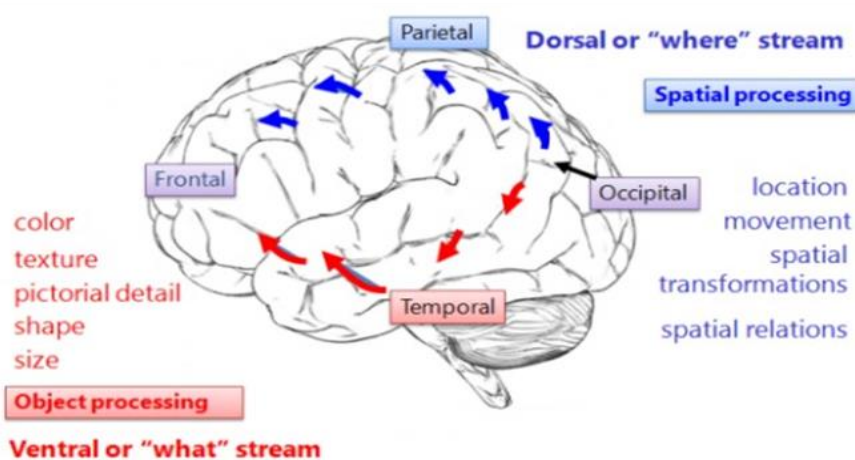
3) ความสามารถในการกะระยะความห่าง (Depth Perception) ระหว่างวัตถุกับสิ่งอื่น เช่น การรับรู้ความลึกการรับรู้ระยะที่จะเอื้อมมือออกไปคว้าสิ่งของ

4) ความสามารถในการคิดภาพแผนที่ (Topographic Orientation) ความสามารถในการแยกวัตถุและเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุต่างไว้ด้วยกัน เช่น ความสามารถในการรับรู้เส้นทาง การคิดภาพแผนที่การเดินทาง เป็นต้น

3. การสร้างภาพในใจ (Visual Imagery/Visualization) เป็นส่วนที่ต้องใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มาจากส่วนขององค์ประกอบของการมองเห็นเพื่อการรู้คิด (Visual Cognitive Components) มาประกอบกันเป็นการรับรู้สิ่งต่างๆ ทั้งการรับรู้ของบุคคล การสร้างมโนภาพ การสร้างความคิดตลอดจนการรับรู้วัตถุต่าง ๆ รอบตัว ล้วนมีความสำคัญต่อความสามารถในการคิดวางแผน การแก้ปัญหา รวมถึงทักษะในการบริหารจัดการด้านอื่น ๆ

4. การเคลื่อนไหวระหว่างตาและมือ (Eye-hand Coordination/ Visual Motor Integration) เป็นความสามารถด้านการมีสหสัมพันธ์ การเคลื่อนไหวระหว่างตาและมือ เป็นทักษะในการเคลื่อนไหวที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้าที่เกิดจากการมองเห็น ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อความสามารถด้านการเขียน รวมถึงความเร็วของการควบคุมการเคลื่อนไหวและการมองเห็น (Visual-motor Speed)

กระบวนการรับรู้ทางการมองเห็น มีเส้นทางการประมวลผลของระบบประสาท สามารถแบ่งออกได้ 2 เส้นทาง คือ เส้นทางที่ 1 การประมวลผลเชิงวัตถุ (Object Processing หรือ Ventral Stream) เป็นการทำงานของสมองเกี่ยวกับการรับรู้ สี พื้นผิว ลักษณะ รูปร่างและขนาด เกิดขึ้นในสมองส่วนหน้า Temporal Lobe เส้นทางที่ 2 การประมวลผลเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial Processing หรือ Dorsal Stream) เป็นการทำงานของสมองเกี่ยวกับการรับรู้ ตำแหน่ง การเคลื่อนไหว และมิติสัมพันธ์ เกิดขึ้นในสมองส่วน Parietal Lobe (Kravitz, Saleem, Baker, & Mishkin, 2011) ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 เส้นทางการประมวลผลของระบบประสาทการรับรู้ทางการมองเห็น
ที่มา : Hinojosa, Kramer, and Luebben (2010)

กระบวนการรับรู้ทางการมองเห็นสามารถสรุปได้ว่า เป็นความสามารถในการคงช่วงความสนใจ (Visual Attention) การจดจำ (Visual Memory) และการจัดกลุ่ม (Visual Discrimination) สิ่งที่มองเห็นและนำข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นไปแปลผล กระบวนการรับรู้ทางการมองเห็นเป็นการทำงานของกระบวนการทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น (Visual Cognitive Function) สามารถจำแนกได้สองส่วนคือ การรับรู้วัตถุ (Object Perception) และการรับรู้ทิศทางและตำแหน่งของวัตถุ (Spatial Perception) ซึ่งทั้งสองส่วนมีเส้นทางการประมวลสองเส้นทาง คือ การรับรู้วัตถุ เป็นการทำงานของสมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) ส่วนการรับรู้ทิศทางและตำแหน่งของวัตถุ เป็นการทำงานของสมองส่วนกระหม่อม (Parietal Lobe) ส่วนกระบวนการความสนใจ (Attention Process) เป็นหนึ่งในขั้นตอนที่สำคัญของการรับรู้หรือรู้คิดของกระบวนการทางสมองขั้นสูง (Higher Brain Function) เป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนของสมอง

Frostig (1964) เป็นผู้ริเริ่มการศึกษากระบวนการรับรู้ทางการมองเห็น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการในการเรียน (Academic Development) โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1) สหสัมพันธ์ของตาและมือ (Eye-hand Coordination) เป็นความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของการใช้ตาและมือ โดยอาศัยการมองเห็น ส่วนนี้มีความสำคัญเพราะการเคลื่อนไหวของสายตาที่ดีจำเป็นต่อการอ่านและกิจกรรมส่วนใหญ่ในการเรียน สหสัมพันธ์ของตาและมือที่ดีเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเขียนหนังสือ

2) การรับรู้ภาพซ้อน (Figure-ground Discrimination) เป็นความสามารถในการแยกแยะวัตถุหรือรูปทรงออกจากพื้นของรูป ว่าส่วนใดคือภาพ ส่วนใดคือพื้น การรับรู้ภาพซ้อน การรับรู้ภาพซ้อนจำเป็นสำหรับการวิเคราะห์และสังเคราะห์คำ วลี ย่อหน้า หากไม่มีความสามารถด้านนี้ได้ก็จะไม่สามารถเรียนรู้การอ่านได้

3) การรับรู้ความคงที่ของวัตถุ (From Constancy of Shape) เป็นความสามารถในการรับรู้รูปทรงของวัตถุที่แตกต่างกัน รับรู้ถึงความคงที่หรือการคงสภาพของรูปร่างวัตถุ ขนาด แสง เงา พื้นผิว และทิศทางในการจัดวางรูป ไม่ว่าจะมองวัตถุในแนวใดหรือทิศทางใด การรับรู้รูปทรงช่วยให้เด็กอ่านคำที่รู้จักได้เมื่อมองเห็น ไม่ว่าจะอยู่ในที่ใด มีขนาด สีและรูปแบบการพิมพ์หรือการเขียน

4) การรับรู้ตำแหน่งของวัตถุ (Position in Space) คือ เป็นความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์ของตำแหน่ง ทิศทางของภาพที่เหมือนหรือแตกต่างกัน เช่น หน้า-หลัง บน-ล่าง ซ้าย-ขวา เป็นต้น การรับรู้ตำแหน่งช่วยให้เด็กสามารถแยกความแตกต่างตัวอักษร เช่น ระหว่าง c และ u หรือ b และ d

5) การรับรู้มิติสัมพันธ์ (Spatial Relation) เป็นความสามารถในการรับรู้ตำแหน่งของร่างกายสัมพันธ์กับที่วัตถุ และสามารถจะรับรู้ตำแหน่งของวัตถุสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมหรือสัมพันธ์กับวัตถุอื่น ทั้งนี้เป็นความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุมากกว่า 2 ขึ้นขึ้นไปในช่องว่าง เช่น รู้ถึงความสัมพันธ์ของตัวอักษรในคำใด ๆ หรือประโยค

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า การรับรู้ทางการมองเห็นมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเรียนรู้ หากเกิดความบกพร่องในกระบวนการรับรู้ทางการมองเห็นด้านใดด้านหนึ่ง จะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้โดยเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับการอ่าน การเขียน และการคำนวณ

3.3 โครงสร้างการมองเห็นและวิถีประสาทรับภาพเพื่อการมองเห็น

การมองเห็นจัดอยู่ในระบบประสาทรับความรู้สึกพิเศษ (Special Senses) ของมนุษย์มีเนื้อที่ของซีรีบรัลคอร์เท็กซ์ (Cerebral Cortex) กว้างกว่าการรับรู้ระบบอื่น การมองเห็นเป็นกระบวนการที่สมองใช้ข้อมูลจากตัวรับแสงในจอตา (Retina) โดยที่ตาเป็นเครื่องรับแสง โดยผ่านทางรูม่านตา (Pupil) แสงจะถูกหักเหและรวมแสงโดยกระจกตา (Cornea) และเลนส์ (Lens) เพื่อให้แสงตกที่จอตาซึ่งอยู่ด้านหลังลูกตา หลังจากนั้นตัวรับแสงที่จอตาจะถ่ายทอดแปลภาพของแสงที่ได้รับให้เห็นเป็นข่าวสารข้อมูล ส่งไปศูนย์กลางของการเห็น (Visual Area) ของสมองบริเวณส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) เพื่อแปลความหมาย (ราตรี สุตทรวง, 2550) โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่บรอดแมนที่เกี่ยวกับการมองเห็น

วิถีประสาทรับภาพเพื่อการมองเห็น (Visual Pathways) แสงต้องเดินทางผ่านเซลล์ประสาทของจอตา 3 ชั้นก่อนไปถึงตัวรับแสง เมื่อเกิดศักย์ไฟฟ้าที่ตัวรับจะส่งถ่ายทอดไปยังปมประสาท (Ganglion) 2 ทาง คือ ทางตรงผ่านเซลล์ประสาทสองขั้ว (Bipolar) ส่วนทางอ้อมผ่านเซลล์

ประสาทแนวนอน (Horizontal) เมื่อถึงเซลล์ปมประสาท (Ganglion) จะเกิดศักย์ทำงาน (Action Potential) เส้นประสาทจากเซลล์ปมประสาท (Ganglion) จะไปรวมเข้าบริเวณออฟติกดิส (Optic Disc) แล้วส่งไปยังเส้นประสาทออปติก (Optic Nerve) ไปสู่แลทเทอรอล เจนนิคูลี นิวเคลียส (Lateral Geniculate Nucleus: LGN) เส้นประสาทจากจอตาที่รับมาจากครึ่งด้านจมูก (Nasal Half) จะข้ามไปด้านตรงกันข้ามแล้วจึงจะไปรวมกับเส้นประสาทจากครึ่งด้านขมับ (Temporal Half) ของจอตาอีกข้างหนึ่ง จากนั้นไป ซินแนปส์ (Synapse) เจนนิคูลี นิวเคลียส (Lateral Geniculate Nucleus: LGN) แล้ว ไปสู่วิซวล (Visual) หรือ Occipital Cortex (Area 17) ทำให้เกิดการรับรู้ว่ามีภาพเข้ามา ต่อจากนั้นถูกส่งต่อไปยังแอสโซซิเอชันเอเรีย

กระบวนการรับข้อมูลของการมองเห็น (Processing Visual Information) การรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น คือบริเวณไพรมารีวิซวลคอร์เท็กซ์ (Primary Visual Cortex) หรือ Area 17 ตั้งอยู่ที่ออปทิคัลพิทอลคอร์เท็กซ์ (Occipital Cortex) โดยรับกระแสประสาทแอสโซซิเอเรีย (Visual Areas) ที่เกี่ยวข้องกับภาพ 3 มิติ และการเคลื่อนไหวจอตา เจนนิคูลี นิวเคลียส (Lateral Geniculate Nucleus: LGN) มีบริเวณรับข้อมูล (Receptive Field) เป็นแบบเซ็นเตอร์เซอร์ราวด์ (Center-Surround) ขณะที่เซลล์ประสาทส่วนใหญ่ในวิซวลคอร์เท็กซ์ (Visual Cortex) ตอบสนองต่อการกระตุ้นที่ซับซ้อนกว่า ซึ่งเซลล์ประสาทบางชนิดอาจตอบสนองได้ดี ถ้ากระตุ้นเป็นรูปยาว หรือเป็นขอบที่มีทิศทาง หรือความถี่จำเพาะ สีจำเพาะ หรือการเคลื่อนไหวจำเพาะ เซลล์ประสาทของวิซวลคอร์เท็กซ์ (Visual Cortex) จะจัดเรียงตัวเป็นแนวแบบรัศมี โดยที่บริเวณที่จำเพาะจะติดต่อกับจุดที่จำเพาะของจอตา กระบวนการรับรู้ข้อมูลเกิดขึ้นทั้งแบบลำดับขั้นและแนวขนาน แบบลำดับขั้นจากจอตามาถึงสมองส่วนสูง สามารถอธิบายการตอบสนองของเซลล์ต่าง ๆ ต่อการกระตุ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ทางการมองเห็น

Wan, Chiang, Chen, and Wuang (2017) ศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาด้วยคอมพิวเตอร์กับผู้ป่วยดาวน์ซินโดรม: การศึกษา functional magnetic resonance imaging (fMRI) เป็นการศึกษาตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม Computerized Visual Perception Training (CVPT) ในผู้ป่วยดาวน์ซินโดรม (DS) อายุเฉลี่ย = 13 ปี, ช่วงอายุ: 6 –20ปี ผู้เข้าร่วมทุกคนมีความบกพร่องทางสติปัญญาเล็กน้อยซึ่งจำแนกตามมาตรฐาน IQ มาตรฐาน (ค่าเฉลี่ย = 61.2 ช่วงตั้งแต่ 55 ถึง 68) จากแบบทดสอบทักษะการรับรู้ทางการมองเห็น 3 (TVPS-3) และการถ่ายภาพด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเชิงฟังก์ชัน (fMRI) ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลการฝึกอบรม ผลลัพธ์ของ TVPS-3 และ fMRI พบว่ากลุ่ม DS มีการรับรู้ภาพบกพร่องและโครงสร้างประสาทผิดปกติ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดระเบียบภาพ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มแทรกแซง DS มีการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญในการทดสอบ TVPS-3 หลังการแทรกแซงผลลัพธ์ของ fMRI บ่งชี้ว่ามีการกระตุ้นมากขึ้นในสมองกลีบข้างขม่อมที่เหนือกว่าและด้อยกว่า (การจัดการด้านมิติสัมพันธ์)

เช่นเดียวกับพรีเซนทรัลไจรัสและคอร์เทกซ์ premotor ด้านหลัง (ภาพยนตร์)ในกลุ่มแทรกแซง DS โปรแกรม CVPT มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงฟังก์ชันการรับรู้ภาพและส่งเสริมการกระตุ้นเยื่อหุ้มสมองที่เกี่ยวข้องใน DS

Dosher and Lu (2017) ศึกษาการเรียนรู้และแบบจำลองการรับรู้ด้วยภาพ ทำการศึกษาการเรียนรู้ด้วยการรับรู้ด้วยภาพผ่านการฝึกฝนหรือการฝึกอบรมสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพงานด้านภาพได้อย่างมาก การทบทวนนี้พิจารณาปรากฏการณ์เบื้องต้นของการเรียนรู้ด้วยการรับรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการรับรู้ และผลกระทบของการเรียนรู้ด้วยการรับรู้ต่อสัญญาณและเสียงในการประมวลผลและการตัดสินใจด้วยภาพ ได้โมเดลโดยเป็นโมเดลเฉพาะการคำนวณ มีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบพฤติกรรมและสรีรวิทยาของกลไกการเรียนรู้ด้วยการรับรู้และเพื่อความเข้าใจ การทำนาย และการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการรับรู้ของมนุษย์ การเรียนรู้ และประสิทธิภาพ การปรับปรุงประสิทธิภาพซึ่งเป็นผลมาจากการถ่วงน้ำหนักใหม่หรือการอ่านข้อมูลที่ป้อนเข้าทางประสาทสัมผัสในการตัดสินใจ ได้กรอบทฤษฎีที่แข็งแกร่งสำหรับการตีความการเรียนรู้ด้วยการรับรู้และการถ่ายโอนที่พิสูจน์ได้ว่ามีประโยชน์ในการปรับการเรียนรู้ให้เหมาะสมในการใช้งานจริง

Allen, Baddeley, and Hitch (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารและการรับรู้สิ่งรบกวนในหน่วยความจำขณะคิดด้านภาพนี้ มีเป้าหมายในการตรวจสอบว่าเนื้อหาของหน่วยความจำขณะคิดด้านภาพได้รับอิทธิพลจากทั้งทรัพยากรการควบคุมของผู้บริหารและข้อมูลที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมอย่างไร โดยการทดสอบจะมุ่งเน้นที่การตรวจสอบความสำคัญของความสนใจที่มีต่อความสามารถในการแยกสิ่งเร้าที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากหน่วยความจำขณะคิดด้านภาพ ผ่านการแนะนำรายการที่ไม่เกี่ยวข้องที่อาจรบกวนและทำให้เกิดความสับสนไปพร้อมๆ กันกับกระบวนการของหน่วยความจำด้านภาพ และศึกษานี้ยังได้ทดลองโดยการจัดการภาระของผู้บริหารด้วยการใช้งานทางวาจาที่ง่ายหรือที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งมีการทดสอบใน 7 รูปแบบที่แตกต่างกัน รวมถึงรูปแบบการนำเสนอ จังหวะ เวลาชุดกระตุ้น และตัวเลขที่เบี่ยงเบนความสนใจ ผลการศึกษาพบว่าการโหลดภาระของผู้บริหารและการรบกวนทางการมองเห็นมีผลกระทบที่ชัดเจน แต่ไม่มีหลักฐานเพียงพอที่สนับสนุนความสัมพันธ์เชิงโต้ตอบระหว่างปัจจัยเหล่านี้

Ichinose, Park, Radin, and Park (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ค่าประมาณทางคอมพิวเตอร์ของ “สัญญาณรบกวน” ภายในระบบประสาทเพื่ออธิบายการรับรู้ทางการมองเห็นและความจำขณะคิดในโรคจิตเภท (SZ) ชี้ให้เห็นว่าเสียงรบกวนจากระบบประสาทที่เพิ่มขึ้นมีบทบาทสำคัญในพยาธิสรีรวิทยาของโรคนี้ แม้ว่าการขาดดุลของความจำขณะคิด (WM) จะยังไม่ชัดเจนแบบจำลองการรับรู้ภาพ (PTM) ได้ยืนยันว่าการรบกวนภายในระบบ (IN) เกิดจากทั้งพื้นหลังเสียง “สารเติมแต่ง” และสัญญาณรบกวนที่ “ไม่กรอง” และศึกษานี้ประเมินระดับสารเติมแต่งและสัญญาณรบกวนภายในที่ไม่ได้กรองในกลุ่มผู้ป่วยโรคจิตเภท และทดสอบความสัมพันธ์กับความไม่

แม่นยำของความจำขณะคิดที่เกี่ยวกับการมองเห็น ผลการศึกษาพบว่า ระดับสารเติมแต่งและสัญญาณรบกวนภายในที่ไม่ได้กรองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มโรคจิตเภทเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยความแม่นยำของความจำขณะคิดลดลงในกลุ่มโรคจิตเภท และในกลุ่มโรคจิตเภท พบว่าระดับสัญญาณรบกวนภายในที่ไม่ได้กรองมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความแม่นยำของความจำขณะคิดและสติปัญญา (IQ) ขณะที่ในกลุ่มควบคุม ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณรบกวนภายในและความแม่นยำของความจำขณะคิดมีลักษณะคล้ายกัน ผลการศึกษาชี้ว่า การรับรู้ภาพในกลุ่มโรคจิตเภทมีสัญญาณรบกวนที่สูงขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการกรองสัญญาณที่ไม่ดี ส่งผลให้เกิดการขาดดุลในการจำขณะคิดและอาจเชื่อมโยงกับความบกพร่องทางสติปัญญาในระดับที่กว้างขึ้น

Lee (2021) ศึกษาทักษะการรับรู้ด้านภาพเป็นตัวทำนายทักษะการเขียนด้วยลายมือของเด็ก ป.1-3 วัดคุณสมบัติของการศึกษาครั้งนี้เพื่อระบุว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างองค์ประกอบย่อยทั้ง 8 ประการของการรับรู้ทางสายตา ซึ่งรวมถึง การประสานมือและตา ตำแหน่ง การคัดลอก การแยกภาพออกจากกัน ความสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์ การเห็นภาพให้สมบูรณ์ ความเร็วในการมองเห็น และความคงตัวของรูปทรง และการเขียนด้วยลายมือ ความสามารถ และการศึกษายังระบุเพิ่มเติมว่าองค์ประกอบย่อยของการรับรู้ภาพใดเป็นตัวทำนายความสามารถในการเขียนด้วยลายมือของเด็กได้ดีที่สุด กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็ก 65 คนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ได้รับการประเมินโดยใช้เครื่องมือประเมินการเขียนด้วยลายมือเด็ก (ETCH) และการทดสอบพัฒนาการรับรู้ภาพ -2 (DTVP-2) ในสองครั้งที่แตกต่างกัน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ช่วงเวลาผลิตภัณฑ์ของเพียร์สัน (r) และการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ: วิธีแบบเป็นขั้นตอนใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์มีนัยสำคัญระหว่างองค์ประกอบย่อยสี่ส่วน (การประสานกันระหว่างตาและมือ การคัดลอก การแยกภาพออกจากกัน และความสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์) ของการรับรู้ทางการมองเห็นและความสามารถในการอ่านคำศัพท์ จากการวิเคราะห์การถดถอยแบบขั้นตอน ตัวทำนายความชัดเจนของลายมือที่ดีที่สุดคือความสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์ การเห็นภาพให้สมบูรณ์ และตำแหน่งตามลำดับ การศึกษานี้สามารถเสนอแนะในการพิจารณาว่าส่วนใดของการรับรู้ทางการมองเห็นที่ควรเน้นเมื่อทำงานกับเด็กที่มีปัญหาในการเขียนด้วยลายมือ เมื่อประเมินเด็กที่เขียนด้วยลายมือไม่ดี ควรให้ความสนใจเป็นพิเศษกับการแยกออกจากกัน ความสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์ การมองเห็นภาพให้สมบูรณ์และการคัดลอก เนื่องจากพบว่ามีความสัมพันธ์กับความชัดเจนของลายมืออย่างมาก

โดยสรุป จากการศึกษาพบว่า การฝึกฝนสามารถกระตุ้นการทำงานของสมองในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ภาพและการตัดสินใจทางสติปัญญา ซึ่งส่งผลให้สามารถปรับปรุงทักษะการรับรู้ภาพและหน่วยความจำขณะคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างความสามารถในการกรองสัญญาณรบกวนที่อาจมีผลต่อการประมวลผลภาพและการจำ ข้อดีของการฝึกฝนนี้คือการ

พัฒนาทักษะต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ทำให้กระบวนการรับรู้ภาพและการตัดสินใจมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ตอนที่ 3 แนวคิดและทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

1. เซลล์กระจกเงา (Mirror neurons)

เซลล์กระจกเงาเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเข้าใจความหมายของท่าทางที่สังเกตเห็นจากบุคคลอื่น (Action observation and action understanding) จากนั้นจึงก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบทำทาง (Imitative learning) เมื่อมีการสังเกตและเลียนแบบอย่างต่อเนื่องจะสามารถก่อให้เกิดการวางแผนการเคลื่อนไหว และเกิดการเคลื่อนไหวใหม่ในรูปแบบของตนเองได้ (Rizzolatti & Craighero, 2004) เซลล์กระจกเงา จึงเป็นเซลล์ประสาทที่มีกระบวนการปฏิกิริยาเชิงสะท้อน (Mirror Reaction) ที่สะท้อนภาพตัวแบบ ที่เรามองเห็นเสมือนหนึ่งว่าเป็นกระจกเงาที่สะท้อนภาพทุกอย่างเข้าไป (Iacoboni, 2008) ภาพที่ถูกสะท้อนเข้าไปจะทำให้เราเกิดพฤติกรรมและมีความรู้สึกเช่นเดียวกับตัวแบบ จากปรากฏการณ์นี้จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกต่างยอมรับว่าเซลล์กระจกเงาคือกลไกสำคัญที่ทำให้เราสามารถเข้าใจ รับรู้ถึงจิตใจและความรู้สึกของคนอื่นที่อยู่รอบตัวเราได้ (Winerman, 2009)

โดยเซลล์กระจกเงานั้นมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างภาพในใจ (Motor imagery) ซึ่งเป็นกระบวนการรับรู้โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดจากการสังเกตคนรอบข้างและอาศัยการฝึกเพียงเล็กน้อย โดยประสบการณ์สะสมได้จากสถานการณ์ต่าง ๆ ในแต่ละวัน เช่น การสังเกตท่ากิริยาของบุคคลอื่นและมีความปรารถนาที่อยากจะเลียนแบบ มีการเตรียมความพร้อมจนกระทั่งเกิดการเคลื่อนไหว และจะต้องมีการจดจำลักษณะการเคลื่อนไหวนั้นด้วย (Jeannerod & Decety, 1995) และยังพบว่าเซลล์กระจกเงามีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้การเคลื่อนไหว (motor learning) (Buccino et al., 2004; de Vries & Mulder, 2007) ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์กับการฝึกฝนและอาศัยประสบการณ์เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและพัฒนาทักษะอย่างถาวร

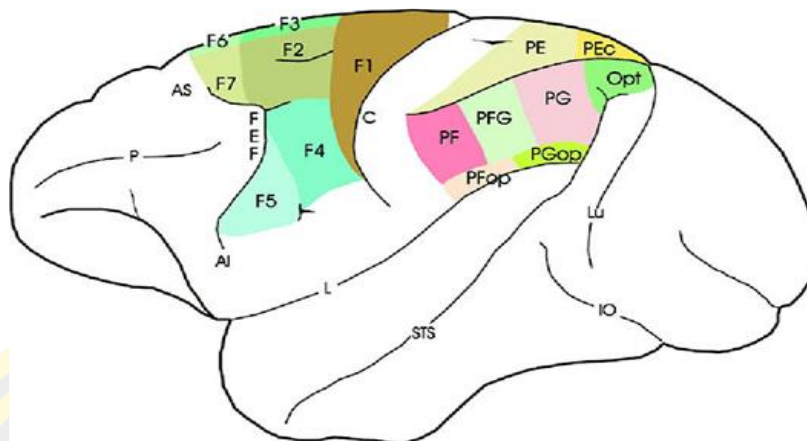
2. ทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mirror Neuron)

ทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mirror Neuron Theory) ค้นพบในปี พ.ศ. 2539 โดยดร.วิตโตริโอ กอลเลส (Vittorio Gallese) หัวหน้าทีมวิจัย ดร.ลีโอนาโด โฟกัสซี (Leonardo Fogassi) และ จิโอโคโม ริซโซลาติ (Giocomo Rizzolatti) ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยปาร์มา ประเทศอิตาลี โดยทีมงานวิจัยนี้ได้ค้นพบเซลล์กระจกเงา (Mirror Neuron) โดยบังเอิญ จากการศึกษาเรื่องเซลล์สมองในส่วนการวางแผนการเคลื่อนไหว (Premotor Area) โดยศึกษากับลิงกิ้ง แต่เมื่อวันหนึ่งของการทดลองมีนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งในทีมได้เดินเข้าไปหยิบผลไม้ในห้องทดลอง ปรากฏว่าลิงซึ่งนั่งอยู่

เฉย ๆ ก็ส่งสัญญาณปรากฏขึ้นจากเซลล์ในส่วนของการควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor Area) ขึ้น ซึ่งเรียกว่าส่วนสมอง F5 และต่อมาได้ค้นพบเซลล์ชนิดนี้ในสมองของคน และตั้งชื่อเรียกว่าเซลล์กระจกเงา (Mirror Neuron) โดยเซลล์นี้จะทำหน้าที่สะท้อนภาพคนอื่น ๆ สิ่งที่มีมองเห็นเข้าไปในสมองเสมือนเป็นกระจกเงาที่สะท้อนทุกอย่างเข้าไป ภาพที่ถูกสะท้อนเข้าไปโดยการทำงานของเซลล์กระจกเงา จะกระตุ้นสมองส่วนอื่น ๆ ให้เกิดกระบวนการต่อเนื่องตามมา สุดท้ายจะทำให้เรามีพฤติกรรมและมีความรู้สึกเดียวกันกับคนที่เราเห็นภาพนั้นเลย (Rizzolatti, 2005)

3. ระบบประสาทกระจกเงา (Mirror neuron system: MNS)

เซลล์ประสาทกระจกเงา (Mirror Neurons) คือ กลุ่มเซลล์ประสาทที่ถูกค้นพบในสมองส่วน พรีเมอร์เตอร์คอร์เทกซ์ (Premotor Cortex) ของลิงที่ซึ่งจะทำงานทั้งในเมื่อบุคคลใด ๆ แสดงการกระทำใด ๆ และเมื่อพวกเขาสังเกตบุคคลอื่นแสดงการกระทำสิ่งเดียวกัน (Action Observation) โดยเซลล์ประสาทกระจกเงาเป็นกลุ่มหนึ่งของเซลล์ประสาทชนิดวิซุโอมอเตอร์ (Visuomotor Neurons) ที่ทำงานเมื่อลิงกระทำสิ่งใด ๆ และเมื่อลิงสังเกต (Observes) ลิงตัวอื่นกระทำในสิ่งเดียวกัน (Similar action) โดยมีการทำงานที่สอดคล้องกันของระบบประสาทด้านการมองเห็น (Visual neural system) และระบบประสาทด้านการเคลื่อนไหว (motor neural system) (Fogassi et al., 2001; Rizzolatti, Fabbri-Destro, & Cattaneo, 2009) ซึ่งเป็นระบบสมองที่ถูกค้นพบในมนุษย์ด้วยว่าเป็นระบบสมองที่มีการจับคู่การทำงานระหว่างการสังเกตและการกระทำ ที่เกี่ยวข้องกับการจดจำการกระทำ (Action recognition) รวมทั้งท่าทางที่เป็นการสื่อความหมาย (Phonetic gestures) (Gallese, Fadiga, Fogassi, & Rizzolatti, 1996) โดยมีการค้นพบว่าเมื่อมนุษย์มีการสังเกตการกระทำที่เป็นการเคลื่อนไหว (Motor actions) จะมีการทำงานของบริเวณส่วนหลังของสมองอินฟีเรียพรอนทอลไจรัส (Posterior Inferior frontal gyrus: pIFG) และมีความเกี่ยวข้องกับระบบการสื่อสารด้วยคำพูดของมนุษย์ (verbal communication system) ซึ่งมีพื้นฐานจากการจดจำท่าทางของมือและสีหน้า (Hand and face gestures) (Rizzolatti, Fadiga, Gallese, & Fogassi, 1996) และพบหลักฐานมากมายที่แสดงได้ว่าพบการมีอยู่ของโครงข่ายคอร์ติคอล (A cortical network) เรียกว่า “ระบบประสาทกระจกเงา” (Mirror system) หรือระบบประสาทกระจกเงาพาไรโตฟรอนทอล (Parietofrontal mirror system) ที่ทำหน้าที่ตอบสนองต่อการเคลื่อนไหว (Motor acts) ในรูปแบบที่แตกต่างกัน (Cattaneo & Rizzolatti, 2009) ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 บริเวณสมองในโครงข่ายระบบประสาทกระจกเงาฟาร์โตรีออนทอล
ที่มา : (Cattaneo & Rizzolatti, 2009)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเซลล์กระจกเงา

Ferrari, Bonini and Fogassi (2009) ศึกษาเกี่ยวกับเซลล์กระจกเงา (mirror neurons) ในลิงและวิธีที่เซลล์เหล่านี้อาจมีบทบาทในพฤติกรรมของสัตว์สังคมในกลุ่มลิงและมนุษย์ งานนี้เน้นการทำความเข้าใจถึงวิธีที่การกระตุ้นเซลล์กระจกเงาในสมองอาจส่งผลต่อการเรียนรู้และการแสดงออกของพฤติกรรม รวมถึงการแยกแยะเส้นทางที่ตรงและที่อ้อมที่เชื่อมโยงการกระตุ้นเซลล์กระจกเงาไปสู่พฤติกรรมที่สังเกตได้ ดังนี้ 1) การค้นพบเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons) คือ เซลล์กระจกเงาได้รับการค้นพบในสมองของลิง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเซลล์เหล่านี้จะถูกกระตุ้นทั้งเมื่อสัตว์ทำพฤติกรรมบางอย่างและเมื่อมันเห็นคนอื่นทำพฤติกรรมเดียวกัน และเซลล์กระจกเงามีบทบาทในการเข้าใจและจำลองพฤติกรรมของผู้อื่น รวมถึงการเรียนรู้ทางสังคมและการทำความเข้าใจการกระทำของบุคคลอื่น 2) เส้นทางของการเชื่อมโยงการกระตุ้นเซลล์กระจกเงา แบ่งเส้นทางของการกระตุ้นเซลล์กระจกเงาออกเป็นสองประเภท direct pathways คือเส้นทางนี้เชื่อมโยงการกระตุ้นเซลล์กระจกเงาโดยตรงไปยังการแสดงออกของพฤติกรรม เช่น การจำลองพฤติกรรมของผู้อื่น และ Indirect pathways เส้นทางนี้เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น การตีความและการคาดเดาผลลัพธ์จากการกระทำของผู้อื่น ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการใช้การประมวลผลทางสังคมที่สูงขึ้น 3) บทบาทของเซลล์กระจกเงาในพฤติกรรม มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาพฤติกรรมทางสังคม โดยเฉพาะการเรียนรู้ที่เกิดจากการสังเกตผู้อื่น งานวิจัยชี้ให้เห็นว่าเซลล์กระจกเงามีความสำคัญในการทำความเข้าใจเจตนาหรือความหมายของการกระทำของผู้อื่น ซึ่งสามารถนำไปสู่การจำลองและเรียนรู้พฤติกรรมต่าง ๆ และ 4) การประยุกต์ในมนุษย์มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมทางสังคมของมนุษย์ โดยเฉพาะในเรื่องของการเข้าใจพฤติกรรมและการเรียนรู้จากการสังเกต ช่วยอธิบาย

กลไกเบื้องหลังการเรียนรู้ผ่านการสังเกตและการทำซ้ำพฤติกรรมจากผู้อื่น ซึ่งมีผลสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์ของผู้อื่นในสังคม โดยสรุปงานวิจัยนี้สำรวจและขยายความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์กระจกเงาในลิงและพฤติกรรมทางสังคม โดยการศึกษาเส้นทางทั้งสองประเภท (direct และ indirect pathways) ที่เชื่อมโยงการกระตุ้นเซลล์กระจกเงาไปยังการแสดงออกของพฤติกรรม การทำความเข้าใจบทบาทของเซลล์กระจกเงาในการเรียนรู้ทางสังคมและการคาดเดาพฤติกรรมผู้อื่นช่วยให้เข้าใจลึกซึ้งขึ้นเกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์และกลไกที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ทางสังคม

ทาเคชิ (Ushioda et al., 2012) ศึกษาสำรวจสิ่งเร้าที่กระตุ้นทางสายตาและการได้ยินที่เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นระบบเซลล์ประสาทกระจกเงา โดยใช้การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ในอาสาสมัครที่ยินยอม การศึกษามุ่งเน้นที่สิ่งเร้าที่เกี่ยวข้องกับการกลืน ซึ่งรวมถึงการแสดงภาพเคลื่อนไหวของโปรไฟล์ด้านซ้ายของบุคคลที่กำลังกินน้ำ โดยการกระตุ้นการกลืนนี้จะรวมทั้งภาพและเสียง การกระตุ้นด้วยภาพแสดงโปรไฟล์หนึ่งของบุคคลโดยไม่มีการกระตุ้นเพิ่มเติม ส่วนเสียงที่ใช้เป็นเสียงเทียมเพื่อกระตุ้นการได้ยิน ซึ่งมีการนำเสนอที่ 3,000 ms หลังจากเริ่มการนำเสนอภาพ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อมีการนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับการกลืน การกระตุ้นจะเกิดขึ้นที่พื้นที่การเชื่อมโยงทางสายตา (BA 18) ของเปลือกสมอง ส่วนการกระตุ้นด้วยเสียง เช่น เสียงการกลืนและเสียงเทียม จะกระตุ้นพื้นที่การได้ยิน (BA 41 และ BA 42) ในขณะที่การกระตุ้นด้วยแอนิเมชันที่เกี่ยวข้องกับการกลืนจะเปิดใช้งานเซลล์ประสาทในพื้นที่ BA 6 และ BA 40 ดังนั้นการค้นพบนี้เกี่ยวกับระบบเซลล์ประสาทกระจกเงาอาจมีประโยชน์ในการพัฒนาวิธีการฟื้นฟูการกลืนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

Sasikumar, Roja and Fathima SASIKUMAR, ROJA, and FATHIMA (2013) ศึกษาผลของเซลล์ประสาทกระจกเงาในการเสริมสร้างความสามารถในการสอน จากการศึกษาพบว่า ประสาทวิทยาทางปัญญาเป็นสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของกลไกทางชีววิทยาที่อยู่ภายใต้การรับรู้โดยเน้นเฉพาะที่ระบบประสาทสารตั้งต้นของกระบวนการทางจิตและการแสดงพฤติกรรม ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความสามารถของครู เช่น ความสามารถด้านการจัดการตามบริบท แนวคิด เนื้อหา อารมณ์ และการประเมิน ระบบเซลล์ประสาทกระจกเงามีส่วนร่วมในการเอาใจใส่ การพุ่งไปที่เซลล์ประสาทกระจกเงาจะมากขึ้นเมื่อเราสังเกตการกระทำที่เราคุ้นเคย หน่วยความจำสามารถเพิ่มขึ้นได้เนื่องจากการกระตุ้นของเซลล์ประสาทกระจกเงา ผลกระทบของเซลล์ประสาทกระจกต่อกิจกรรมในห้องเรียนและการศึกษาอื่น ๆ และการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการเสริมสร้างความสามารถในการสอนมากขึ้น ดังนั้นเซลล์ประสาทกระจกเงาช่วยให้เกิดการเห็นอกเห็นใจและเข้าสังคมกับผู้อื่น สิ่งนี้มีประโยชน์ในการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูและนักเรียน ครูสามารถเข้าใจความรู้สึก อารมณ์ และปัญหาของนักเรียนและช่วยเหลือได้ตามนั้น

Mara (2017) ศึกษาการทำงานของเซลล์ประสาทกระจกเงาในกระบวนการเรียนรู้ จากการศึกษาพบว่า การค้นพบเซลล์ประสาทกระจกเงาทำให้มุมมองการวิจัยที่ปฏิตัวถ่วงการได้เริ่มต้นขึ้น เซลล์ประสาทกระจกเงาได้รับการตรวจพบเมื่อประมาณยี่สิบปีที่แล้วและเชื่อมโยงกับการกระทำและการจดจำวัตถุทันที มีการเน้นเป็นพิเศษว่าในขณะที่สังเกตการกระทำที่ดำเนินการโดยมนุษย์อีกคนหนึ่ง ระบบประสาทจะเปิดใช้งานราวกับว่าบุคคลจะทำกิจกรรมนั้นเอง ถือว่าเซลล์ประสาทกระจกเงาช่วยอำนวยความสะดวกในกระบวนการเรียนรู้เลียนแบบ เช่นเดียวกับการสื่อสารด้วยวาจา และความผิดปกติทำให้เกิดความผิดปกติ เช่น ออทิสติก เซลล์ประสาทกระจกเงามีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจ การกระทำและความตั้งใจของผู้อื่นและเรียนรู้ทักษะใหม่ผ่านกระจกเงาภาพ การทำงานของเซลล์ประสาทกระจกเงาอย่างมีประสิทธิภาพนำไปสู่การพัฒนาที่ดีในทุกด้าน จากการสรุป งานของหน่วยความจำขณะคิดที่เกี่ยวข้องกับโดเมนที่ขึ้นกับแผนที่ประสาทโดยเฉพาะจึงได้รับการอำนวยความสะดวก ประสิทธิภาพการทำงานหน่วยความจำอาศัยพลังสรุป ดังนั้นกิจกรรมทางจิตทั้งหมดเกิดขึ้นพร้อมกับความจำขณะคิดและกิจกรรมทางจิตก็ทำให้สมองเติบโตอย่างต่อเนื่องโดยระบบประสาทรูปแบบใหม่

Kholusi, Ashayeri, and Ghodrati (2018) ศึกษาประสิทธิผลของสิ่งเร้าในทำนองจิ้งหะและการเล่นการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์ประสาทกระจกเงาและความจำในการทำงานของเด็กสมาธิสั้นอายุ 4-7 ปี จากการศึกษาพบว่า การศึกษาผลกระทบของท่วงท่าของไฟเราะและการเล่นการแสดงของขนาดกลุ่มตัวอย่างคือ 20 คน 10 คนในกลุ่มเพลงกลุ่มและ 10 ในกลุ่มเกมที่มีการสุ่มตัวอย่างข้อมูล โดยใช้แบบสอบถาม หน่วยความจำขณะคิด Wechsler 4 และบันทึกสมองจากบริเวณหน้าผากในสามโหมด (1. หลับตา 2.การทดสอบ และ 3. เลียนแบบเกม) การวิเคราะห์และการวิเคราะห์ของข้อมูลที่ได้รับโดยใช้ SPSS เวอร์ชัน 24 โดยใช้การทดสอบ Klomof Samsinom สำหรับการแจกแจงแบบปกติของคะแนน วิเคราะห์หลายตัวแปรของ MANOVA ผลการศึกษา: ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การเรียนดนตรีและการเล่น ในการลดอาการของเด็กสมาธิสั้นและประสิทธิภาพของเซลล์ประสาทอายุ 4-7 ปี ได้ผล 1/92% และ 5.68% สรุปคือ การเรียนรู้เกมด้วยกฎและดนตรีนั้นมีประสิทธิภาพ เครื่องมือในการปรับปรุงประสิทธิภาพและลดอาการสะท้อนของเซลล์ประสาทในเด็กอายุ 4-7 ปีซึ่งกระทำมากกว่าปกติ

Razheva and Razheva (2019) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons) กับการเรียนรู้ภาษาโดยเน้นการตรวจสอบว่าการเคลื่อนไหวของใบหน้าหรือการแสดงออกของครมมีผลต่อการเรียนรู้และการรับรู้เนื้อหาของนักเรียน โดยดำเนินการในนักศึกษาปริญญาตรี 30 คนในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ได้ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การเปิดเผยความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์กระจกเงาและการเรียนรู้ภาษา 2) การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการปรับปรุงการเรียนรู้ภาษาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ

เซลล์กระจกเงา 3) การประเมินผลของการทดลอง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นวิธีที่ดีที่สุดในการนำเสนอการออกเสียงคำศัพท์ใหม่ควรเป็นดังนี้ 1) ครูสามารถนำเสนอการออกเสียงคำศัพท์ใหม่ได้ดีกว่าเครื่องจักร 2) นักเรียนควรเห็นใบหน้า (การเคลื่อนไหวของปาก) ของครูเมื่อแนะนำคำศัพท์ใหม่ และ 3) นักเรียนควรพูดซ้ำคำศัพท์ใหม่หลังจากครูแนะนำ และสรุปได้ว่า เซลล์ประสาทกระจกเงามีความสำคัญมากในการนำเสนอคำศัพท์ใหม่ โดยเฉพาะการออกเสียง

โดยสรุปเซลล์กระจกเงามีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ผ่านการสังเกตพฤติกรรมของผู้อื่น โดยเซลล์กระจกเงาถูกกระตุ้นเมื่อมีการกระทำหรือสังเกตพฤติกรรมของผู้อื่น และมีบทบาทในการทำความเข้าใจเจตนา การเรียนรู้จากการสังเกต และการจำลองพฤติกรรม ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเซลล์กระจกเงามีบทบาทในการทำความเข้าใจและเลียนแบบพฤติกรรมของผู้อื่น รวมถึงกระบวนการเรียนรู้ทางสังคม การสร้างความสัมพันธ์ทางสังคม และการพัฒนาพฤติกรรมทางสังคม โดยการเชื่อมโยงการกระตุ้นเซลล์กระจกเงามีทั้งเส้นทางตรง (direct) และเส้นทางอ้อม (indirect) (Ferrari et al., 2009) การเรียนรู้จากการสังเกตและการทำความเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น โดยเฉพาะในบริบทการสอน ซึ่งช่วยส่งเสริมความเห็นอกเห็นใจ การเข้าใจความต้องการของนักเรียน และช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมในแง่ลบที่ซับซ้อนมากขึ้น (Sasikumar, 2013) รวมถึงในบริบทการสอนและการฟื้นฟูความสามารถในต่าง ๆ

ตอนที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีการสร้างภาพในใจ

1. ความหมายของการสร้างภาพในใจ

การสร้างภาพในใจ คือการนึกคิดหรือระลึกถึงสิ่งที่ได้รับรู้ขึ้นมาเป็นภาพในความคิด การที่จะเกิดภาพในใจขึ้นมาได้จะต้องมีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดการนึกคิดเป็นภาพนั้นขึ้นมา มีคำเรียกถึงการสร้างภาพในใจหลายคำที่มีความหมายไปในทิศทางที่คล้ายคลึงกัน เช่น การสร้างภาพในใจ (Imagery) การนึกภาพ (Visualization) การจินตนาการเป็นภาพ (Visualizing) การนึกเป็นภาพ (Picturing) การเกิดภาพในความคิด (Having a Picture in One's head) การมองเห็นภาพในความคิด (Seeing in the Mind's eye) เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ภาพในใจจะถูกนำไปกล่าวถึงในเรื่องเรื่องของการจินตนาการ (Imagining) ส่วนความหมายที่ถูกต้องของภาพในใจ มีผู้ให้ความหมายของภาพในใจในลักษณะที่ใกล้เคียงกันและแตกต่างกันหลายท่าน ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2540) แปลคำว่า Image ในพจนานุกรมศัพท์ปรัชญาอังกฤษ-ไทยว่า การสร้างภาพในใจ และให้ความหมายว่า “ภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ปรากฏขึ้นในจิต อาจเป็นภาพของสิ่งที่มีอยู่จริง ซึ่งจิตเคยมีประสบการณ์มาก่อน หรือภาพที่จิตคิดสร้างขึ้นเอง โดยที่สิ่งนั้นไม่เคยมีอยู่เลย”

สำหรับคำว่า imagination ในพจนานุกรมศัพท์ปรัชญาอังกฤษ-ไทย ราชบัณฑิตยสถาน (2540) แปลว่า จินตนาการ และให้ความหมายว่า “การสร้างภาพในใจ การมีการสร้างภาพในใจ” ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นฉบับล่าสุด ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ให้ความหมายของคำว่า การสร้างภาพในใจ ไว้ว่า “น. ภาพที่เกิดจากความนึกคิดหรือที่คิดว่าควรจะเป็นเช่นนั้น” ส่วนคำว่า จินตนาการนั้น ในพจนานุกรมฉบับเดียวกันนี้ ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ให้ความหมายว่า “น. การสร้างภาพขึ้นในจิตใจ” การสร้างการสร้างภาพในใจและการซ้อมในใจ (Mental rehearsal/ mental preparation) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมดในการที่จะสร้างภาพหรือย้อนภาพเพื่อการสร้างประสบการณ์ให้เกิดขึ้นในใจ การสร้างการสร้างภาพในใจหรือลองซ้อมภาพในใจให้ชัดเจนมีผลกับการฝึกทางกายได้ดียิ่งขึ้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีมีการพัฒนาความสามารถยิ่งขึ้น สามารถสร้างความเข้าใจในเหตุการณ์ต่าง ๆ ลดความวิตกกังวล ความโกรธ สร้างความเชื่อมั่นในตนเอง (สืบสาย บุญวิรุบุตร, 2541)

White and Hardy (1998) การสร้างภาพในใจภายในจิตใจ ซึ่งเราสามารถการสร้างภาพในใจถึงเหตุการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ในการสร้างภาพในใจจะมีประสาทสัมผัสต่าง ๆ เหมือนกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงอย่างมาก การสร้างภาพในใจภายในจิตใจนี้มีความแตกต่างจากความฝัน ซึ่งสามารถรู้สึกทุกอย่างถึงการเคลื่อนไหวประสบการณ์ต่าง ๆ ในขณะที่เรามีสติ รู้ว่าตัวเรากำลังทำอะไรอยู่รับรู้ถึงการเคลื่อนไหวของประสาทสัมผัสทั้ง

สืบสาย บุญวิรุบุตร (2541) การสร้างการสร้างภาพในใจ และการซ้อมในใจ (Mental rehearsal/ mental preparation) เป็น การใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมด ในการที่จะสร้างภาพหรือย้อนภาพเพื่อการสร้างประสบการณ์ให้ เกิดขึ้นในใจ การสร้างการสร้างภาพในใจหรือลองซ้อมภาพในใจให้ชัดเจนมีผลกับการฝึกทางกายได้ดียิ่งขึ้นด้วย ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีมีการพัฒนาความสามารถยิ่งขึ้น สามารถสร้างความเข้าใจใน เหตุการณ์ต่าง ๆ ลดความวิตกกังวล ความโกรธ สร้างความเชื่อมั่นในตนเอง

ริชาร์ดสัน (Richardson, 1969) กล่าวว่า การใช้ภาพในใจ คือ เป็นสื่อแสดงถึงความคิดที่เป็นระบบ เป็นการช่วยถ่ายโอนความรู้จากสิ่งที่คุ้นเคยไปสู่สิ่งที่แปลกใหม่ ซึ่งเกิดจากการตีความข้อมูลของแต่ละบุคคล นักเรียนสร้างภาพในใจ เพื่อช่วยในการจำเนื้อหาหรือสิ่งต่างๆ และสามารถสะท้อนความเข้าใจออกมาเป็นภาพได้ เพื่อสื่อความเข้าใจและทำให้เกิดการระลึก

ซาโดกิ และ ไพวิโอ (Sadovski & Paivio, 2001) กล่าวว่า การสร้างภาพในใจช่วยกระตุ้นกระบวนการคิดและช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในสาขาวิชาที่มีความซับซ้อนหรือเกี่ยวข้องกับการจำลองภาพ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาต่างประเทศ และการฝึกการสร้างภาพในใจในการพัฒนาการเรียนการสอนสามารถช่วยในการทำให้การเรียนรู้มีความหมายและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจำและการเข้าใจเนื้อหา

ฮอลล์ (Hall, 2010) กล่าวว่า การสร้างภาพในใจเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวในพลศึกษา การใช้เทคนิคนี้สามารถช่วยเพิ่มความมั่นใจในการฝึกทักษะการจดจำ การวางแผน และการตัดสินใจของนักเรียน รวมทั้งช่วยเสริมสร้างความมั่นใจและลดความวิตกกังวล การศึกษาแนะนำให้ครูพลศึกษานำเทคนิคการสร้างภาพในใจมาใช้ควบคู่กับการฝึกทักษะทางกาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และฝึกทักษะทางกายของนักเรียน

โคมโมดารี (Commodari, 2024) กล่าวว่า การสร้างภาพในใจช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและประยุกต์ใช้ข้อมูลได้ดีขึ้น ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในโปรแกรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของนักเรียน และการฝึกการสร้างภาพในใจมีผลกระทบที่สำคัญต่อการพัฒนากระบวนการประมวลผลเชิงพื้นที่และผลการเรียนในนักเรียนระดับมัธยมต้น โดยเฉพาะในวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงพื้นที่ เช่น คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการสรุปความหมายของคำและได้กำหนดคำเพื่อใช้ในการวิจัย โดยใช้การรวบรวมจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า การสร้างภาพในใจ (Mental Imagery) หมายถึง ความสามารถในการสร้างภาพขึ้นมาได้ในความนึกคิดโดยไม่จำเป็นต้องมีสิ่งเร้าทางกายภาพเป็นผลมาจากประสบการณ์และการมีข้อมูลในเรื่องที่เกี่ยวข้องเก็บไว้อยู่ก่อนแล้วในความทรงจำ ส่งผลเกิดเป็นภาพภายในสมองและจิตใจ ซึ่งมีวิธีการสร้างหลากหลาย ขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะนำไปใช้

2. ทฤษฎีการสร้างภาพในใจ

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการสร้างภาพในใจหรือการสร้างภาพในใจเป็นจำนวนมากตามไปด้วย แต่เท่าที่นิยมศึกษากันในประเทศไทยมี 5 ทฤษฎี ดังนี้ (Lazarus, 1993)

1) ทฤษฎีการตอบสนอง (Response Theory) ของลาซารัส (Lazarus, 1993) ทฤษฎีนี้เชื่อว่า การตอบสนองต่อสิ่งเร้าใดๆ นั้น ขึ้นอยู่กับกับสร้างการสร้างภาพในใจต่อสิ่งเร้านั้นๆ ทฤษฎีนี้จะอธิบายความแตกต่างของแต่ละบุคคลในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าชนิดเดียว เช่น ภาวะของโรค การรักษาของแพทย์ การนอนอยู่ในตึกผู้ป่วยหนัก เป็นต้น

การตอบสนองต่อสิ่งเร้าใดๆ นั้น จะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ในอดีตที่จะเป็นตัวเสริม หรือกำหนดให้มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในปัจจุบันว่าควรเป็นเช่นไร

2) ทฤษฎีการสร้างการสร้างภาพในใจ (Imagery Theory) ของดอสเสย์ (Dossey, 1997) ทฤษฎีนี้เชื่อว่า การสร้างการสร้างภาพในใจมีพื้นฐานมาจาก การเชื่อมต่อของช่องว่างระหว่างมิติของเวลา การสร้างการสร้างภาพในใจเกิดขึ้นเพราะมีการทะลุเข้าไปในช่องว่างระหว่างมิติของเวลา ทำให้ ณ จุดนั้น ไม่มีอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ขณะเกิดการสร้างการสร้างภาพในใจเวลาจะคงอยู่อย่างนั้น ดังนั้น ทฤษฎีนี้ จึงเป็นการนำภาพในอดีตของตนเองที่เคยประสบมา แล้วสร้างการสร้างภาพในใจใหม่เพื่อแก้ไขให้ดีขึ้น

3) ทฤษฎีการสร้างการสร้างภาพในใจของฮอโรวิส (Horowitz, 1972) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างการสร้างภาพในใจและรูปแบบของความคิดมี 3 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 ความคิดที่มีผลต่อการตอบสนองของร่างกาย (Enactive thought) ความคิดที่มีผลต่อการตอบสนองของร่างกายจะเป็นความคิดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย เช่น การคิดถึงการยกของหนักจะทำให้เกิดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อที่ไหล่และแขน การคิดถึงภาพการกัดผลมะนาวสีเหลืองที่สุกฉ่ำแล้ว ชิมรสเปรี้ยวของมะนาว กล้ามเนื้อบริเวณด้านหน้าของหูกจะเกร็ง และมีน้ำลายไหลออกมาจากปาก เป็นต้น ความคิดที่มีผลต่อการตอบสนองของร่างกายดังกล่าว จะถูกควบคุมโดยสมองส่วนลิมบิก สมองส่วนนี้จะควบคุมภาวะอารมณ์ให้มีการตอบสนองทางร่างกาย การสร้างการสร้างภาพในใจสามารถนำมาใช้ควบคุมความคิดที่มีผลต่อการตอบสนองของร่างกายได้ เพราะการสร้างภาพในใจจะทำให้เกิดการเชื่อมต่อของภาวะอารมณ์ กระตุ้นความคิดที่มีอิทธิพลต่อการตอบสนองของร่างกาย และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของร่างกายที่สามารถสังเกตได้

ลักษณะที่ 2 ความคิดในเชิงเปรียบเทียบวิเคราะห์วิจารณ์ (Lexical thought) ความคิดในเชิงเปรียบเทียบวิเคราะห์วิจารณ์เป็นความคิดในการสื่อสารให้มีความกระจ่างชัด ความคิดเชิงวิเคราะห์ ความคิดนามธรรม การคำนวณ การจดจำเวลา การวิเคราะห์วิจารณ์ให้มีความชัดเจน โดยความคิดนี้จะอยู่ในสมองซีกซ้าย ซึ่งจะเกิดจากการเรียนรู้ในวัยเด็ก เก็บสะสมเป็นประสบการณ์ และเก็บไว้ในความทรงจำ เมื่อได้รับข้อมูลข่าวสารเข้ามาใหม่ บุคคลนั้นก็จะนำไปพิจารณาเปรียบเทียบความเป็นเหตุและผลตามความเป็นจริง และประสบการณ์การเรียนรู้ของบุคคลที่เกิดในขณะนั้น เกิดเป็นพฤติกรรมและอารมณ์ที่แสดงออก

ลักษณะที่ 3 ความคิดให้เห็นภาพ (Imaged thought) ความคิดให้เห็นภาพเป็นความคิดที่เกี่ยวข้องกับความฝัน การสร้างจินตนาการหรือการสร้างภาพในใจ และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะถูกควบคุมโดยสมองซีกขวา โดยส่วนมากจะติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด ความคิดให้เห็นเป็นภาพจะมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วงก่อนที่เด็กจะเริ่มหัดพูด เมื่อเด็กเริ่มหัดพูดและบอกความรู้สึกหรือความคิดออกมาเป็นคำพูด ทำให้การพัฒนาความคิดให้เห็นเป็นภาพลดน้อยลง การเรียนในโรงเรียนจะทำให้สมองซีกซ้ายมีการพัฒนามากในเรื่องความคิดเป็นเหตุเป็นผล และความคิดตรรกะวิทยา ขณะที่สมองซีกขวาจะพัฒนาช้าลง เช่น ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น ซึ่งบุคคลส่วนใหญ่ความคิดเชิงเหตุเชิงผลเปรียบเทียบวิเคราะห์วิจารณ์จะเด่นกว่าความคิดให้เห็นเป็นภาพ

บุคคลแต่ละคนมีความสามารถในการสร้างการสร้างภาพในใจไม่เท่ากัน บุคคลที่สมองซีกขวาเด่น จะสร้างการสร้างภาพในใจได้ง่าย ขณะที่บุคคลสมองซีกซ้ายเด่น มักเกิดความขัดแย้งต่อการสร้างการสร้างภาพในใจ เนื่องจากความคิดมักจะขึ้นอยู่กับความเป็นจริง ความเป็นเหตุเป็นผล แต่ก็สามารถสร้างการสร้างภาพในใจได้ ถ้าทราบเหตุผลของการสร้างการสร้างภาพในใจ และการฝึก

จะต้องเริ่มจากการฝึกในระดับง่าย ๆ ค่อยเป็นค่อยไป อาจจะต้องทำหลาย ๆ ครั้ง หรือใช้ประสาทสัมผัสหลาย ๆ ด้าน เป็นตัวกระตุ้นในการสร้างการสร้างภาพในใจ

ความคิดทั้งสร้างลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นนั้น จะทำงานสัมพันธ์กันในขณะที่มีการสร้างการสร้างภาพในใจ โดยการสร้างการสร้างภาพในใจจะกระตุ้นสมองซีกขวาให้เกิดความคิดให้เห็นภาพ ซึ่งจะเป็นภาพสถานที่ที่ที่พึงพอใจ สถานที่ที่ที่รื่นรมย์ และขณะที่ใช้ความคิดเห็นภาพสถานที่ที่ที่พึงพอใจนั้น จะเกิดการกระตุ้นสมองส่วนลิมบิก ซึ่งจะเป็นส่วนที่ควบคุมภาวะอารมณ์ ก่อให้เกิดอารมณ์ด้านบวก เกิดความรู้สึกสบาย ผ่อนคลาย เพลินเพลิน ขณะเดียวกันสมองซีกซ้ายจะได้รับข้อมูลตามเนื้อหาการสร้างภาพในใจ ก่อให้เกิดการใช้ความคิดเชิงเหตุเชิงผล ความคิดเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ ทำให้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบ และเนื้อหาความคิดไปในทางที่ถูกต้อง อยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง

3. ประเภทของการสร้างภาพในใจ

Richardson (1969) ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องการสร้างภาพในใจและทำการสรุปและแยกประเภทของการสร้างภาพในใจตามเงื่อนไขของการเกิดขึ้นออกเป็นดังนี้

- 1) After Imagery เป็นภาพที่เกิดจากการจำค้างของภาพที่มองในระบบประสาทและแสดงออกมาในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องจากที่ได้มองเห็นภาพดังกล่าว ซึ่งภาพนั้นมีลักษณะแบบเนกาตีฟ เรียกภาพนี้ว่า ภาพติดตา
- 2) Eidetic Imagery เป็นการบันทึกการสร้างภาพที่ได้มองเห็นในลักษณะแบบเก็บและจดจำได้ในรายละเอียด เปรียบเสมือนกับการบันทึกของกล้องถ่ายภาพ
- 3) Memory Imagery เป็นการสร้างภาพในใจที่เกิดขึ้นจากการระลึกถึงข้อมูลที่มีเก็บอยู่แล้วในความทรงจำ เรียกภาพในใจแบบนี้ว่า ภาพความทรงจำ
- 4) Imagination Imagery เป็นการสร้างภาพในใจที่เกิดขึ้นจากการจินตนาการ ซึ่งมีหรือไม่มีสิ่งเร้าก็ได้กรณีที่ไม่มีความรู้ เช่น การเกิดประสาทหลอนในช่วงเวลาครึ่งหลับครึ่งตื่น เรียกภาพในใจแบบนี้ว่า ภาพจินตนาการ

Mahoney and Avenier (1977) กล่าวว่า การสร้างภาพในใจหรือการสร้างภาพในใจโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การสร้างภาพในใจ โดยใช้ตนเองเป็นภาพแสดงทักษะ (Internal Imagery) และการสร้างภาพในใจโดยใช้ผู้อื่นเป็นภาพแสดงทักษะ (External Imagery) วิธีสร้างภาพในใจโดยใช้ตัวเองเป็นภาพแสดงทักษะนั้นได้ผลดีกว่าการสร้างภาพในใจโดยใช้ผู้อื่นเป็นภาพแสดงทักษะ เนื่องจากว่าขณะที่เราสร้างภาพในใจ โดยใช้ตัวเราเป็นภาพแสดงทักษะ ตัวรับรู้ความรู้สึกของการเคลื่อนไหวภายในตัวเรา (Proprioceptor) จะเกิดปฏิกิริยาตอบสนองด้วย

Weinberg and Gould (2003) กล่าวว่า การสร้างภาพในใจโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การสร้างภาพในใจแบบภายใน (Internal imagery) การสร้างภาพในใจจากภายใน เป็นทักษะที่เป็นมุมมองของตัวเอง จากมุมมองของตัวเอง คือตัวเราจะทำสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยมองผ่านกล้องที่เหมือนอยู่บนหน้าผากของเรา เหมือนว่าเรากำลังนึกถึงเหตุการณ์นั้นอยู่ด้วยตนเอง ยกตัวอย่างเช่น กำลังการสร้างภาพในใจว่าเรากำลังทำกิจกรรมต่าง ๆ และมีการเคลื่อนไหวของส่วนต่างๆ ของร่างกายแต่การสร้างภาพในใจจะไม่สามารถมองเห็นนอกจากสิ่งที่เรากำลังคิดอยู่การสร้างภาพในใจแบบภายใน รวมถึงการขยับการเคลื่อนไหว เพราะนั่นคือสิ่งที่ผู้การสร้างภาพในใจกำลังทำด้วยตนเองอยู่

1.2 การสร้างภาพในใจจากภายนอก (External imagery) เป็นการสร้างภาพในใจโดยมองจาก ภายนอก เหมือนกับว่าเรากำลังถูกมองอยู่เหมือนกับการภาพยนตร์ออกมา ยกตัวอย่างเช่น นักบาสเกตบอลฝึกการสร้างภาพในใจว่ากำลังชู้ตลูกบาสเกตบอล โดยใช้การสร้างภาพในใจแบบภายนอก ผู้การสร้างภาพในใจจะไม่เห็นแค่ตัวเองในการชู้ตลูกบาสเกตบอล ซึ่งผู้ฝึกการสร้างภาพในใจในแบบภายนอกใน ขณะที่กำลังการสร้างภาพในใจอยู่ เขาจะเห็นเพื่อนร่วมทีมกำลังวิ่งกำลังกระโดดและกำลังบล็อก หรือเห็นทั้งกองเชียร์ผู้ที่มีความเกี่ยวข้องภายในสนาม อย่างไรก็ตาม การสร้างภาพในใจแบบภายนอกผู้การสร้างภาพในใจ ต้องการที่จะตัดสิ่งรบกวนต่างๆ ให้เหลือแต่หน้าที่ความต้องการเพียงอย่างเดียว การสร้างภาพในใจที่ดี เราควรที่จะมีการสร้างภาพในใจทั้งแบบภายในและแบบภายนอก สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การสร้างภาพในใจให้ชัดเจนสามารถควบคุมได้มากกว่าที่จะสนใจว่าจะเป็นการสร้างภาพในใจแบบภายใน หรือการสร้างภาพในใจแบบภายนอก

การสร้างภาพในใจ คือ ความสามารถในการสร้างภาพในความคิดโดยไม่ต้องมีสิ่งเร้าทางกายภาพ ซึ่งเกิดจากประสบการณ์และข้อมูลที่เคยมีในความทรงจำ ภาพที่สร้างขึ้นจะเป็นผลมาจากการกระตุ้นสมองทั้งซีกขวาและซีกซ้าย โดยซีกขวาจะช่วยให้เกิดภาพสถานที่ที่พึงพอใจและรื่นรมย์ ซึ่งกระตุ้นอารมณ์บวก เช่น ความรู้สึกผ่อนคลายและเพลิดเพลิน ในขณะที่ซีกซ้ายจะช่วยให้มีการคิดอย่างมีเหตุผลและเชิงวิเคราะห์ เพื่อให้ความคิดเป็นไปในทางที่ถูกต้องและมีพื้นฐานจากความจริง และการสร้างภาพในใจที่ดีที่สุดควรจะสามารถควบคุมได้ทั้งแบบภายในและภายนอก โดยการสร้างภาพให้ชัดเจนและสอดคล้องกับจุดประสงค์ในการฝึกฝนหรือการพัฒนาทักษะต่างๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Hall and Fishburne (2010) ได้การศึกษาผลกระทบของการใช้การสร้างภาพในใจ ในบริบทของการศึกษาพลศึกษา (Physical Education) โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการสำรวจและทำความเข้าใจว่า การสร้างภาพในใจมีบทบาทอย่างไรในแง่ของการพัฒนาทักษะทางกายในพลศึกษา วัตถุประสงค์ของการศึกษามุ่งตรวจสอบและสรุปผลการศึกษากลับการสร้างภาพในใจที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในวิชาพลศึกษา โดยเฉพาะในบริบทของการพัฒนาทักษะทางกายของนักเรียน การศึกษาวิธีการศึกษาโดยการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้รวบรวมผลการศึกษาหลาย ๆ งานที่มี

การใช้การสร้างภาพในใจในบริบทของการฝึกทักษะทางกายในวิชาพลศึกษา และการสำรวจวิธีการที่ผู้สอนและนักเรียนใช้เทคนิคการสร้างภาพในใจ และวิเคราะห์ประโยชน์และข้อจำกัดของการใช้เทคนิคนี้ในการพัฒนาทักษะทางกาย ผลการศึกษาพบว่า การสร้างภาพในใจเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะทางกายในพลศึกษา เนื่องจากช่วยให้นักเรียนสามารถ "นึกภาพ" การเคลื่อนไหวหรือทักษะที่ต้องการฝึกฝนได้ในจิตใจ โดยไม่ต้องฝึกฝนด้วยการเคลื่อนไหวจริง ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มความมั่นใจในการฝึกทักษะเหล่านั้น โดยการใช้การสร้างภาพในใจช่วยเสริมสร้างการจดจำ (Memory) การวางแผน (Planning) และการตัดสินใจ (Decision Making) ของนักเรียนในสถานการณ์ที่ต้องการการประสานงานของทักษะการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน และการสร้างภาพในใจยังช่วยเพิ่มความมั่นใจในตัวเองของนักเรียนและช่วยลดความวิตกกังวลในการทำกิจกรรมทางกาย

Frank (2021) ได้ศึกษาผลกระทบของการฝึกการสร้างภาพในใจในการพัฒนาประสิทธิภาพการแสดงออกทางกายและการสร้างภาพในใจของนักเรียนในโรงเรียน โดยเฉพาะในทักษะการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนในวิชาพลศึกษาภายในโรงเรียนทั่วไป มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลกระทบของการฝึกการสร้างภาพในใจต่อการพัฒนาประสิทธิภาพของการแสดงออกทางกายและการสร้างภาพทางจิตของนักเรียนในทักษะการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนในวิชาพลศึกษา โดยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาทักษะในนักเรียนที่ยังไม่เชี่ยวชาญในทักษะนั้น ๆ วิธีการศึกษา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนในโรงเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกพลศึกษา มีการนำการฝึกสร้างภาพในใจมาช่วยเสริมในการพัฒนาทักษะทางกาย โดยนักเรียนจะได้รับการฝึกฝนในรูปแบบของการนึกภาพการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน เช่น การเตะฟุตบอล หรือท่าทางในการกระโดดสูง เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า การฝึกการสร้างภาพในใจช่วยให้การแสดงออกทางกาย (Performance) ของนักเรียนในทักษะที่ซับซ้อนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในทักษะที่ต้องการการประสานงานระหว่างร่างกายและจิตใจ เช่น การกระโดดหรือการตีลูกบอล ดังนั้น การฝึกการสร้างภาพในใจในวิชาพลศึกษามีผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพการแสดงออกทางกายและการสร้างภาพทางจิตของนักเรียน โดยเฉพาะในการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน การฝึกนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงทักษะการเคลื่อนไหวได้ดียิ่งขึ้น และยังช่วยในการพัฒนาความมั่นใจและการรับรู้เชิงกลยุทธ์ในการเล่นกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Marre (2021) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้การสร้างภาพในใจที่มีการแสดงออกทางร่างกาย (Embodied Mental Imagery) ในการพัฒนาความจำ โดยการทดลองมุ่งเน้นไปที่การประเมินว่าการใช้ภาพในใจที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกายสามารถช่วยพัฒนาความจำได้อย่างไร วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือการตรวจสอบว่า การสร้างภาพในใจที่มีการแสดงออกทางร่างกายมีผลต่อการพัฒนาความจำของบุคคล การศึกษานี้มุ่งเน้นการทดสอบว่าเมื่อการสร้างภาพในใจไม่ได้แค่เป็นกระบวนการทางจิตใจ แต่ยังเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวทางร่างกาย การศึกษานี้ใช้การทดลองในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดต่าง ๆ โดยให้ผู้เข้าร่วมทดลองทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภาพในใจที่

เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย ในการทดลองนี้ ผู้เข้าร่วมจะได้รับการฝึกให้สร้างภาพในใจเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ การศึกษามีการวัดผลความจำของผู้เข้าร่วมในช่วงก่อนและหลังการฝึกเพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาของความจำ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การสร้างภาพในใจที่มีการแสดงออกทางร่างกายช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจำได้อย่างมีนัยสำคัญ ผู้เข้าร่วมที่ได้ฝึกการสร้างภาพในใจที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวทางร่างกายแสดงผลการจำที่ดีขึ้นในทั้งในด้านการจำข้อมูลและการจัดระเบียบข้อมูล และพบว่า การมีส่วนร่วมของร่างกายในกระบวนการสร้างภาพในใจช่วยให้การจำมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพิ่มการเชื่อมโยงระหว่างภาพในใจและประสบการณ์จริง

Lindsay (2023) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้การฝึกฝนการสร้างภาพในใจในการพัฒนาทักษะทางกายที่เฉพาะเจาะจงในกีฬา วัตถุประสงค์ในการศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจในกีฬาต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่าการใช้การสร้างภาพในใจสามารถช่วยพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาที่เฉพาะเจาะจง วิธีการศึกษาเป็นการทบทวนการศึกษา (Systematic Review) และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (Meta-analysis) โดยการรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลายชิ้น ซึ่งศึกษาผลกระทบของการฝึกการสร้างภาพในใจในนักกีฬาในด้านทักษะการเคลื่อนไหว ผลการวิจัยพบว่า การฝึกการสร้างภาพในใจเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวในกีฬาที่เฉพาะเจาะจง การใช้การสร้างภาพในใจช่วยเสริมประสิทธิภาพในการฝึกทักษะ และสามารถนำไปใช้ร่วมกับการฝึกทางกายภาพเพื่อเพิ่มผลลัพธ์ที่ดีขึ้น การฝึกสร้างภาพในใจสามารถช่วยในการปรับปรุงความแม่นยำ ความเร็ว และการประยุกต์ใช้ทักษะในสถานการณ์จริงของนักกีฬา

Commodari (2024) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้การสร้างภาพในใจ ในบริบทการศึกษาและผลกระทบที่มีต่อความสัมพันธ์กับกระบวนการประมวลผลทางสายตา-เชิงพื้นที่ (Visuospatial Processing) และผลการเรียนในนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลกระทบของการใช้การสร้างภาพในใจต่อกระบวนการประมวลผลทางสายตา-เชิงพื้นที่และผลการเรียนในนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยเน้นไปที่การสำรวจว่าการฝึกการสร้างภาพในใจสามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงพื้นที่และผลการเรียนได้อย่างไร วิธีการศึกษาโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวนหนึ่ง และมีการฝึกการสร้างภาพในใจในการศึกษาวิชาต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลเชิงพื้นที่ นักเรียนจะได้รับการฝึกการสร้างภาพในใจในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การนึกภาพรูปทรงเรขาคณิต การจำลองสถานการณ์ทางกายภาพในใจ หรือการประยุกต์ใช้ภาพในจิตใจเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และเครื่องมือในการวิจัย โดยการประเมินผลจะทำการทดสอบทางการศึกษาและการวัดประสิทธิภาพในการทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเชิงพื้นที่และผลการเรียนในวิชาต่าง ๆ ผลการศึกษพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสร้างภาพในใจมีผลการเรียนที่ดีขึ้นในวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงพื้นที่ เช่น คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องการการประมวลผลภาพและการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ นักเรียน

ที่ฝึกการสร้างภาพในใจสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Yousef Alsheef (2024) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจในการพัฒนาความจำระยะคิดของเด็กที่มีอาการออทิสติก (Autism Spectrum Disorder: ASD) ในห้องเรียนรวม (Inclusion Classroom) วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจต่อการพัฒนาความจำการทำงานในเด็กที่มีอาการออทิสติกในห้องเรียนรวม โดยเฉพาะการประเมินว่าการใช้เทคนิคการสร้างภาพในใจสามารถช่วยปรับปรุงความสามารถในการจำและการประมวลผลข้อมูลของเด็กที่มี ASD วิธีการศึกษา ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กที่มีอาการออทิสติกในห้องเรียนรวม จำนวนหนึ่ง และนักเรียนกลุ่มนี้จะได้รับโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ ซึ่งออกแบบมาเพื่อช่วยพัฒนา ความจำระยะคิด โดยการฝึกการสร้างภาพในใจในกิจกรรมต่าง ๆ ที่กระตุ้นการจำและการประมวลผลข้อมูล เครื่องมือได้แก่ 1) โปรแกรมฝึกนี้ประกอบไปด้วยการฝึกให้นักเรียนสร้างภาพในใจเกี่ยวกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถช่วยในการจดจำและทำงานได้ดีขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ และ 2) การประเมินผลผ่านการทดสอบความจำการทำงานก่อนและหลังการฝึกเพื่อวัดผลการพัฒนา ผลการศึกษาพบว่า โปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจมีผลกระทบที่ดีต่อการพัฒนาความจำการทำงานในเด็กที่มีอาการออทิสติก โดยเด็กที่ได้รับการฝึกการสร้างภาพในใจสามารถปรับปรุงการจำและการประมวลผลข้อมูลได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเด็กในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึก และเด็กที่ได้รับโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจแสดงผลการทดสอบความจำที่ดีขึ้นในกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดระเบียบข้อมูลและการตัดสินใจที่จำเป็นในการทำงานในห้องเรียน และโปรแกรมนี้นี้ช่วยเพิ่มสมาธิและการจัดระเบียบทางความคิดของเด็ก ทำให้สามารถทำงานในห้องเรียนได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยสรุป การสร้างภาพในใจเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะทางกายในหลากหลายบริบท โดยเฉพาะในด้านการศึกษาและการเรียนรู้ในวิชาพลศึกษาและกีฬา การฝึกการสร้างภาพในใจช่วยเสริมสร้างทักษะต่าง ๆ และมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้การสร้างภาพในใจในการฝึกฝนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโปรแกรมการเรียนการสอนได้อย่างครบถ้วนและมีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 5 องค์ประกอบความจำขณะจิตด้านภาษา

ความจำ

1. ความหมายของความจำ

มีผู้ให้ความหมายของความจำในลักษณะที่ใกล้เคียงกันและแตกต่างกันหลายท่าน ดังนี้

Guilford and Fruchter (1956) ได้ให้ความหมายของความจำ (Memory) ว่าเป็นความสามารถที่จะเก็บหน่วยความรู้ไว้ และสามารถระลึกได้หรือนำหน่วยความรู้นั้นออกมาใช้ได้ ในลักษณะเดียวกันกับที่เก็บเข้าไว้ ความสามารถด้านความจำเป็นความสามารถที่จำเป็นในกิจกรรมทางสมองทุกแขนง

Atkinson และ Shiffrin (1968) ได้อธิบายว่า ความจำเป็นกระบวนการที่มีการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมและจัดเก็บในหน่วยต่าง ๆ ของความจำโดยที่ข้อมูลจะผ่านการประมวลผลจากระยะสั้นไปยังระยะยาวเป็นโมเดลความจำสามหน่วย (Multi-Store Model of Memory) ซึ่งประกอบด้วยสามส่วนหลัก คือ ความจำระยะสั้น (short-term memory) ความจำระยะยาว (long-term memory) และการรับรู้ (sensory memory)

Goldstein (2011) ให้ความหมายของความจำ หมายถึง กระบวนการที่สำคัญในการประมวลผลข้อมูลจากสิ่งที่เราเห็น ได้ยิน หรือประสบในชีวิตประจำวัน เพื่อเก็บรักษาและใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการตอบสนองต่อสถานการณ์ในอนาคต โดยความจำมีส่วนเกี่ยวข้องกับหลายขั้นตอนที่สำคัญ และเป็นกระบวนการที่มีส่วนช่วยให้เราใช้ข้อมูลในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความสำคัญอย่างมากในการดำเนินชีวิตและการเรียนรู้

Schacter (2020) ให้ความหมายของความจำ หมายถึง เป็นกระบวนการที่ไม่ได้สมบูรณ์แบบเสมอไป แม้มันจะมีความสำคัญในการจัดเก็บและเรียกคืนข้อมูล แต่ความจำสามารถมีข้อผิดพลาดได้ในหลายขั้นตอน ทั้งในเรื่องของการเก็บข้อมูล การบิดเบือนข้อมูล หรือการเรียกคืนข้อมูลที่ผิดพลาด ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการจำและเรียกคืนข้อมูล และมักจะได้รับผลกระทบจากปัจจัยภายนอกและกระบวนการทางจิตวิทยาต่างๆ ที่สามารถบิดเบือนข้อมูลได้

Ambarsari and Yetti (2021) ให้ความหมายของความจำ คือ เป็นหนึ่งในกระบวนการทำงานของสมองที่ช่วยให้มนุษย์สามารถทำกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

Piaget (2021) ได้ให้ความหมายของความจำเชื่อว่าความจำ คือ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ โดยเด็กจะใช้ความจำในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เช่น การจำรูปร่าง การจำการกระทำ หรือแม้แต่การจำสถานที่ในโลกของเขา ความสามารถในการจำสิ่งเหล่านี้เป็นพื้นฐานของการพัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับโลก และความจำไม่ใช่สิ่งที่เด็กเกิดมามี แต่เป็นกระบวนการที่พัฒนาไปตามช่วงเวลาของการเติบโต โดยเด็กเริ่มต้นด้วยการเก็บข้อมูลใน

รูปแบบที่เรียบง่าย และเมื่อเด็กโตขึ้น ความสามารถในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลจะมีความซับซ้อนมากขึ้น เขาเชื่อว่าในช่วงวัยเด็ก ความสามารถในการจำยังไม่พัฒนาเต็มที่เท่ากับผู้ใหญ่ ซึ่งส่งผลต่อวิธีที่เด็กเก็บข้อมูลและเรียกคืนมันในอนาคต

จากความหมายข้างต้นสรุปว่า ความจำ คือ ความสามารถในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่มาจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่ผ่านมา จัดเก็บเป็นหน่วยข้อมูลความรู้ไว้และสามารถระลึกได้หรือนำหน่วยความรู้นั้นออกมาใช้ได้เมื่อต้องการ

2. ระบบความจำ

มีนักวิจัยศึกษาเกี่ยวกับระบบความจำไว้หลายท่าน ดังนี้

Atkinson and Shiffrin (1968) ศึกษาเกี่ยวกับระบบความจำและนำเสนอแบบจำลองระบบความจำไว้ว่า ระบบความจำมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

1) ความจำรับสัมผัส (Sensory Memory) เป็นระบบการเก็บข้อมูลจากประสาทสัมผัส เมื่อสิ่งเร้าหรือข้อมูลภายนอกมาสัมผัสกับประสาทรับรู้ ซึ่งอาจผ่านทาง ตา หู ผิวสัมผัสหรือพร้อมกันหลายสัมผัสในเวลาเดียวกันก็ได้ สิ่งที่ผ่านมาจะถูกจัดเก็บในช่วงระยะเวลาที่สั้นมากแล้วจะผ่านเลยไป หรือจะถูกส่งผ่านไปยังหน่วยความจำถัดไป ความจุของความจำขั้นนี้จะใหญ่ แต่ระยะเวลาในการจดจำได้น้อยกว่า 2 วินาที ระบบความจำสัมผัสมี 2 ประเภท ได้แก่

1.1 ความจำภาพ (Visual Sensory Memory or Iconic Memory) เป็นภาพที่ติดอยู่ในความทรงจำหลังจากที่การเสนอภาพซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางตาสิ้นสุดลงแล้ว แต่ภาพที่คนเราเห็นนั้นไม่ได้หายไปทันทีพร้อมกับรูปภาพ ยังคงติดตาอยู่ 1 วินาที ในระหว่างที่เป็นภาพติดตาอยู่นี้ ภาพใดได้รับการตีความจากสมองก็จะเป็นการรับรู้และเข้าสู่ระบบความจำระยะสั้น ส่วนภาพใดที่ไม่ได้รับการตีความก็จะเลือนหายไป

1.2 ความจำเสียง (Auditory Sensory Memory or Echoic Memory) เป็นความจำเกี่ยวกับการที่เสียงยังคงอยู่ในระบบการได้ยิน 2-3 วินาที หลังจากที่ได้ยินเสียงได้เรียบร้อยแล้ว การคงอยู่ของเสียงช่วยให้เราสามารถตีความเสียงที่เราได้ยินได้ครบถ้วน

2) ความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) เป็นระบบในการประมวลผลและเก็บข้อมูลชั่วคราว สามารถเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้จำกัด ซึ่ง Miller (1956) ได้ทำการทดลองและพบว่าบุคคลปกติสามารถที่จะจำข้อมูลได้ 7 ± 2 ของข้อมูลที่สัมผัส (Magic Number of Seven) นั่นคือสามารถที่จะจดจำได้ห้าถึงเก้ารายการ เว้นแต่จะมีการจัดกลุ่มข้อมูล เช่น การจำ 12 ตัว TJYFAVMCFKIB สามารถจัดกลุ่มเป็น TV FBI JFK YMCA ซึ่งเมื่อจัดกลุ่มแล้วกลายเป็นกลุ่มคำ (Chuck) ที่มีความหมายแยกออกเป็น 4 กลุ่มเท่านั้น ซึ่งจะทำให้สามารถจำได้ง่ายขึ้น บุคคลไม่เพียงแต่จะจัดกลุ่มตัวอักษรเข้าเป็นคำเท่านั้น หากแต่ยังจัดกลุ่มคำเข้าเป็นประโยคและประโยคหลายประโยคจัดเข้าเป็น 1 กลุ่มคำหรือหลายกลุ่มคำจัดเข้าเป็นความคิดที่สัมพันธ์กัน การจัดกลุ่มข้อมูล

ดังกล่าวมาแล้วนั้นเป็นกระบวนการอัตโนมัติที่เกิดจากการทำหน้าที่จัดระเบียบข้อมูลของความจำระยะสั้นนั่นเอง การใส่รหัสข้อมูลในความจำระยะสั้นจะใส่รหัสเป็นเสียง ภาพและความหมาย คำที่สามารถสร้างการสร้างภาพในใจได้สูง เช่น คำว่า tree hat สามารถระลึกได้มากกว่าคำที่สร้างการสร้างภาพในใจได้น้อย เช่น truth fear เพราะเป็นคำที่ไม่สามารถสร้างการสร้างภาพในใจได้จะเก็บจำโดยใช้รหัสทางภาษาเท่านั้น ในขณะที่คำที่สามารถสร้างการสร้างภาพในใจได้สามารถเก็บจำโดยใช้รหัสทางภาษาและรหัสภาพ ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มความสามารถในการระลึกได้ ความจำในช่วงความจำระยะสั้นสามารถสูญหายได้ภายในเวลาประมาณ 30 วินาที เว้นแต่จะได้รับการทบทวน ความจำระยะสั้นเป็นส่วนที่มีการประมวลผลเกิดขึ้น และจัดเก็บข้อมูลอยู่ในช่วงระยะเวลาสั้นและจำกัด การประมวลผลที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้นนี้ผ่านกระบวนการควบคุมในหลายรูปแบบ เช่น การใส่รหัส การทวนซ้ำ วิธีการจัดเก็บข้อมูลไปยังความจำระยะยาว และกลวิธีการรื้อฟื้นความทรงจำเก่ากลับขึ้นมาใช้ร่วมกัน หลังการประมวลผลแล้ว อาจจะมีการแสดงปฏิกิริยาย้อนกลับออกมาไปยังสิ่งที่เข้ามากระตุ้นด้วย

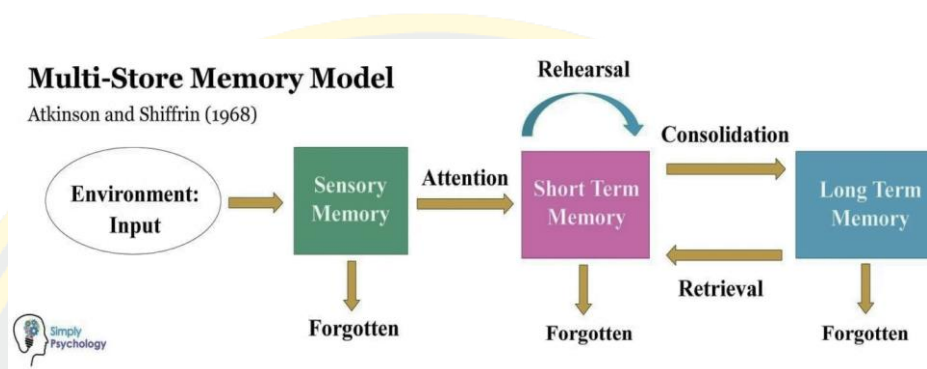
3) ความจำระยะยาว (Long -Term Memory) เป็นระบบในการจัดเก็บข้อมูลข่าวสารสะสมเอาไว้ และยังไม่ได้ถูกนำไปใช้ มีแหล่งความจุของความจำขนาดใหญ่มาก สิ่งที่ถูกจัดเก็บในหน่วยความจำระยะยาวมีประมาณมากมายไม่จำกัด สามารถจะเก็บจำข้อมูลที่เกิดขึ้นมานาน หรือแม้แต่ข้อมูลที่เพิ่งจะผ่านเข้ามา ซึ่งความจำระยะยาวนี้จะมีความจำที่ถาวรกว่าความจำสัมผัสและความจำระยะสั้น อาจเป็นเดือนหรือเป็นปีหรือตลอดชีวิต และอาจจะถูกเรียกใช้กลับคืนได้ใหม่เมื่อมีการทบทวน หรือเมื่อมีความต้องการเรียกใช้ขึ้นมาใหม่หลังจากจัดเก็บไว้หลายปีมาแล้วก็ตามสิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวจะอยู่ในรูปของความหมายหรือความเข้าใจในสิ่งเร้าที่บุคคลได้สัมผัส ความหมายและความเข้าใจนี้เป็นผลจากการตีความสิ่งเร้าที่รู้สึกในความจำระยะสั้น ในความจำระยะยาวจะมีระบบการจำ 3 แบบ คือ

3.1 การจำกระบวนการ (Procedural Memory) เป็นระบบความจำในการเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง เปรียบเสมือนความจำทางด้านทักษะที่ร่างกายสามารถตอบสนองได้โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลเดิม นอกจากนั้นยังเกี่ยวข้องกับทักษะการเคลื่อนไหวของมนุษย์เช่น การผูกเชือกรองเท้า การเล่นกีฬา การขับรถ เป็นต้น

3.2 การจำความหมาย (Semantic Memory) เป็นระบบความสามารถในการนำเสนอข้อมูลที่เก็บจำไว้ในความทรงจำ ไม่ใช่ข้อมูลที่ได้รับในปัจจุบัน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับการจัดระเบียบหมวดหมู่แล้วเกี่ยวกับคำ สัญลักษณ์ และการจัดประเภทความรู้ (Knowledge Categorization) ตลอดถึงการรู้ความหมาย รู้ความสัมพันธ์ระหว่างคำกับสัญลักษณ์

3.3 การจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) เป็นระบบความจำในการรับรู้และเรียกใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องราว ประสบการณ์ของบุคคล รวมทั้งเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลของวัตถุสิ่งของ

และเรื่องราวต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ยังเป็นความสามารถในการจำเหตุการณ์ ซึ่งมักจะจำรายละเอียดที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์นั้น ไปพร้อมกัน จากองค์ประกอบดังกล่าว Atkinson and Shiffrin (1968) ได้เสนอระบบความจำ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ระบบความจำของ Atkinson and Shiffrin

ที่มา : Atkinson and Shiffrin (1968)

จากภาพที่ 11 อธิบายได้ว่า ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกจะไหลผ่านพร้อม ๆ กันผ่านทางระบบความจำรับสัมผัส (Sensory Memory) ที่แบ่งแยกเป็น ภาพ เสียง และผิวสัมผัส สิ่งที่ผ่านมาจะถูกเก็บในระยะเวลาที่สั้นมาก ต่อมาข้อมูลต่าง ๆ หลังไหลเข้าสู่ส่วนเก็บจำชั่วคราวที่มีพิสัย (Capacity) จำกัด โดยส่วนนี้รับหน้าที่ในการเก็บข้อมูลเพียงชั่วขณะและจัดกระทำ รวมถึงรับผิดชอบทั้งการเข้ารหัสข้อมูล (Encoding) ซึ่งจะมีกระบวนการใส่รหัสโดยการสร้างความหมายให้กับข้อมูลที่รับรู้ การทวนซ้ำ โดยทบทวนข้อมูลนั้น ๆ เพื่อให้คงอยู่ให้เป็นความจำระยะยาว แล้วเรียกข้อมูลกลับมาใช้ในภายหลัง Galotti (2008) กล่าวถึง กระบวนการจำของมนุษย์ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

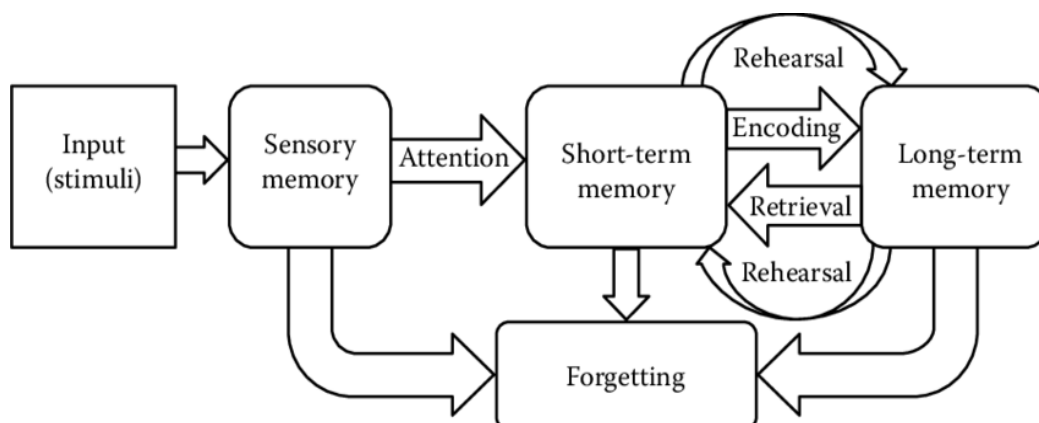
1. กระบวนการใส่รหัสข้อมูล (Encoding) เป็นกระบวนการประมวล และให้ความหมายกับสิ่งที่รับรู้ เพื่อที่จะสร้างตัวแทนของสิ่งนั้น ขึ้นมาเก็บไว้ใน ระบบความจำ
2. กระบวนการเก็บจำ (Storage) เป็นกระบวนการเก็บรักษาตัวแทนของ ข้อมูลที่ได้รับมาให้อยู่ในหน่วยความจำ
3. กระบวนการนำข้อมูลออกมาจากระบบการจำ (Retrieval) เป็นการดึงข้อมูล ที่ถูกใส่รหัสและเก็บอยู่ในหน่วยความจำออกมาใช้

Charles, Morris, and Albert (2013) กล่าวถึงกระบวนการจำว่า ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นรับสัมผัส (The Sensory Register) สิ่งเร้าเข้ามาสัมผัสกับประสาทสัมผัส
2. ขั้นจำภาพจำเสียง (Visual and Auditory Register) ในขั้นนี้การจำภาพจะเลือนหายไปเร็วกว่าการจำเสียง การจำเสียงจะจำได้นานกว่าเพราะมีเสียงก้อง (Echo) ซึ่งจะช่วยให้จำได้นานกว่าจำภาพหลายวินาที
3. ขั้นการประมวลข้อมูลขั้นแรก (Initial Processing) ขั้นนี้จะเลือกรับข้อมูลจากขั้นรับสัมผัส (The Sensory Register) ส่งเข้าสู่ความจำระยะสั้น
4. ขั้นความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) ขั้นนี้จะเป็นการเก็บข้อมูลและปฏิบัติการเก็บข้อมูลนั้น ๆ
5. ขั้นความจำระยะยาว (Long Term Memory) ขั้นนี้จะเป็นการเก็บจำข้อมูลซึ่งจะเก็บจำในลักษณะที่เป็นความหมาย (Semantic Memory)

Myers (2014) เสนอระบบความจำเพื่อรวมแนวคิดใหม่ที่สำคัญ รวมถึงหน่วยความจำในการทำงานและการประมวลผลอัตโนมัติ ที่ได้รับการประยุกต์มาจากของแบบจำลองของ Atkinson and Shiffrin (1968) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นใส่รหัสหรือรับข้อมูล (Encoding) เป็นกระบวนการรับข้อมูลเข้าสู่ความจำแล้วมีการแปลงรหัสความจำ
2. ขั้นเก็บจำข้อมูลนั้นไว้ (Storage) เป็นกระบวนการในการเก็บจำข้อมูลไว้ทั้งในความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว ระยะเวลาของการเก็บจำข้อมูลนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูล
3. ขั้นนำข้อมูลออกมาใช้ (Retrieval) เป็นกระบวนการรื้อฟื้นดึงข้อมูลกลับและใช้ข้อมูลนั้นๆ จากความจำระยะสั้นและความจำระยะยาวเมื่อต้องการและยังได้อธิบายอีกว่า การเก็บข้อมูลต่าง ๆ นั้นจะเก็บไว้ในความจำระยะยาว ส่วนการนำข้อมูลมาใช้นั้น สามารถดึงข้อมูลจากความจำระยะยาวเข้ามาในความจำระยะสั้นได้ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ระบบจำของ Atkinson and Shiffrin

ที่มา : Atkinson and Shiffrin (1968)

3. ทฤษฎีเกี่ยวกับความจำ

นักจิตวิทยาจำนวนมากได้มีการกล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับความจำและการลืมไว้หลายทฤษฎี โดยมีทฤษฎีที่สำคัญได้มี 4 ทฤษฎี ดังนี้

1) ทฤษฎีการสลายตัว (Decay Theory) เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการลืม Adams (1967) กล่าวไว้ว่า การลืมเกิดขึ้นเพราะการละลายในการทบทวนตามช่วงเวลาที่สูงเกินไป การละลายจะทำให้ความจำค่อย ๆ สลายตัวไปเองในท้ายที่สุด ทฤษฎีการสลายตัวนี้น่าจะเป็นความจริงในเรื่องของความจำระยะสั้นหากเราได้จดจำหรือทบทวนซ้ำ ๆ ความทรงจำก็จะค่อยหายไปเมื่อเวลาผ่านไป

2) ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Two – Process Theory of Memory) เป็นทฤษฎีที่สร้างขึ้นโดย (Atkinson & Shiffrin, 1968) ได้กล่าวว่า ความจำมี 2 ประเภท คือ ความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราวจะต้องได้รับการทบทวนอยู่ตลอดเวลา หากความจำนั้นไม่ได้รับการทบทวนจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว และถ้าเรามีความจำระยะสั้นเป็นระยะเวลายาวนาน สิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวในความจำระยะยาวและจะติดอยู่ในความทรงจำตลอดไป

3) ทฤษฎีการจัดกระบวนการตามระดับความลึก (Depth of Processing Theory) ทฤษฎีของ Craik and Lockhart (1972) เป็นทฤษฎีสร้างขึ้นโดยขัดแย้งกับ Atkinson และ Shiffrin ที่กล่าวว่า ความจำมีโครงสร้างและตัวแปรสำคัญของความจำ ในความจำระยะยาวก็คือ ความยาวนานของเวลาที่ใช้ทบทวนสิ่งที่จะจำในความจำระยะสั้น แต่ Craik และ Lockhart กล่าวว่า ความจำเกิดขึ้นจากความซับซ้อนของรหัส และการเข้ารหัสที่ซับซ้อนหรือการโยงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ต้องการจำ ที่ใช้เวลาเป็นตัวกำหนด แต่เวลาดังกล่าวไม่ใช่เพื่อการทบทวน แต่เพื่อการระลึกภาพมา

เป็นรหัสที่ซับซ้อนของการกระทำกับสารที่เข้าไป ถ้ายิ่งซับซ้อนก็จะยิ่งจำได้มากและต้องใช้เวลามากตามไปด้วย

4) ทฤษฎีการรบกวน (Interference Theory) เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการลืมของ Hamachek (1990) ซึ่งทฤษฎีนี้ขัดแย้งกับทฤษฎีการสลายตัว โดยกล่าวว่า การลืมข้อมูลไม่ได้เกิดจากการเวลาเพียงอย่างเดียว แต่จะมีข้อมูลในช่วงดังกล่าวจะเป็นสิ่งที่คอยรบกวนสิ่งอื่น ๆ ในการจำ การรบกวนแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบแรกเป็นการตามรบกวน (Proactive Interference) หมายถึง สิ่งเก่า ๆ ที่เคยประสบมาแล้วหรือจำได้อยู่แล้วมารบกวนสิ่งที่จะจำใหม่ ทำให้จำสิ่งเก่าที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ค่อยได้ แบบที่สองคือ การย้อนรบกวน (Retroactive Interference) หมายถึง การพยายามจำสิ่งใหม่ ทำให้รบกวนสิ่งเก่าที่จำได้อยู่เดิม

แนวคิดและทฤษฎีความจำระยะคิด

1. ความหมายของความจำระยะคิด

มีผู้ให้ความหมายของความจำระยะคิดไว้หลายท่านดังต่อไปนี้

Baddeley and Hitch (1974) ให้ความหมายของความจำระยะคิดว่าเป็นระบบการเก็บข้อมูลไว้ในใจเป็นระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อเน้นที่การทำภาระงานและจดจำในใจว่าจะต้องทำอะไรต่อไป หรือเป็นการดึงข้อมูลในช่วงเวลาสั้น ๆ ขณะที่กำลังทำงาน

Sweatt (2009) ได้ให้ความหมายของความจำระยะคิดว่าเป็นระบบการจัดเก็บข้อมูลชั่วคราวหรือชั่วคราว มีการจัดเก็บข้อมูล และนำข้อมูลไปใช้ในกระบวนการทางพุทธิปัญญา (Cognitive process) ที่มีความซับซ้อนและเพื่อสร้างความเข้าใจ การให้เหตุผลในการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย การเลือกรับข้อมูล การนำเข้าข้อมูล การเข้ารหัสข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล และการดึงข้อมูลออกมาใช้

Cowan (2017) ได้ให้ความหมายของความจำระยะคิด หมายถึง เป็นระบบขององค์ประกอบทางปัญญาที่มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลจำนวนจำกัดแบบชั่วคราวในสถานะที่พร้อมใช้งานที่สูงขึ้น เพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลอย่างต่อเนื่อง

Chai, Abd Hamid, and Abdullah (2018) ได้ให้ความหมายของความจำระยะคิด หมายถึง ความสามารถในการเก็บรักษาและจัดการข้อมูลในช่วงเวลาสั้น ๆ ระหว่างการปฏิบัติงานหรือการทำการกิจกรรมที่ต่อเนื่อง

Baddeley (2000) ได้ให้ความหมายของความจำระยะคิดว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเก็บข้อมูลในระยะสั้นและการประมวลผลข้อมูลเหล่านั้นเพื่อใช้ในงานต่างๆ เช่น การแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจ โดยเขาแยกการทำงานของความจำออกเป็นสองส่วน ๆ และความจำทำงานเป็นระบบที่สำคัญในการใช้ข้อมูลในชีวิตประจำวัน ซึ่งไม่เพียงแต่เก็บข้อมูลไว้ แต่ยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมและประมวลผลข้อมูลเพื่อให้สามารถทำงานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

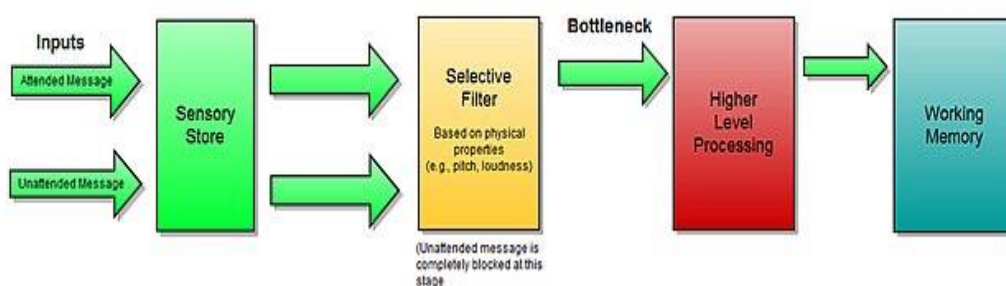
จากความหมายของความจำขณะคิด สรุปได้ว่า ความจำขณะคิดเป็นกระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองในการจัดเก็บข้อมูลที่ได้รับในทันทีทันใดขณะที่ต้องปฏิบัติกิจกรรมนั้น และการคงข้อมูลไว้ในใจขณะที่กระทำกิจกรรม ซึ่งมีความจำจำกัดสำหรับการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาสั้น ๆ

2. แบบจำลองความจำขณะคิด (Working Memory Model)

นักวิจัยหลายคนได้ศึกษาเกี่ยวกับความจำขณะคิดและพัฒนาแบบจำลอง เพื่ออธิบายกระบวนการทำงานของความจำขณะคิด ดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของ Broadbent (1965) เรียกว่า Broadbent's Filter Model ซึ่งได้อธิบายถึงกระบวนการรับข้อมูลความใส่ใจ โดยที่บุคคลสามารถเลือก หรือคัดกรองสิ่งเร้าที่จะใส่ใจกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ (Selective Attention) ในขณะเดียวกันบุคคลยังสามารถแบ่งความใส่ใจไปยังสิ่งเร้า หรือกิจกรรมอื่นได้ในเวลาเดียวกันอีกด้วย (Divided Attention) โดยเลือกมาเฉพาะสิ่งเร้าที่สนใจมาสู่กระบวนการรับรู้ หรือ Higher Level Processing เพื่อตีความหมายของ สิ่งเร้านั้น ๆ ก่อนที่จะลงบันทึกข้อมูลสู่ความจำระยะสั้น (Short Term Memory) และกลายเป็นความจำ ขณะคิดในที่สุด ซึ่งเป็นกระบวนการที่รับข้อมูลมาจากตัวตรวจหา (Detector) ที่เรียกว่าแบบจำลอง Early-Selection Model เนื่องจากมีข้อมูลจำนวนมากที่เข้ามาตามช่องทางการรับรู้ทั้งข้อมูลที่ใส่ใจ และไม่ใส่ใจเกินกว่าที่รับได้ เหตุผลนี้ทำให้บางข้อมูลต้องถูกยับยั้ง หรือไม่ใส่ใจ ซึ่งสามารถสรุปลักษณะของแบบจำลองได้ดังนี้ ดังภาพที่ 13

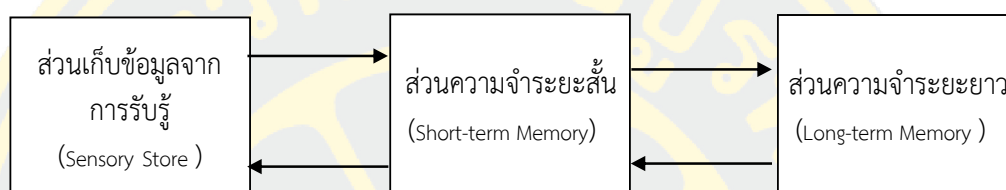
Broadbent's Filter Model



ภาพที่ 13 แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของ Broadbent

ที่มา : Broadbent's Filter Model (McLeod, 2008)

2. แบบจำลอง Atkinson and Shiffrin (The Atkinson – Shiffrin Model) Atkinson and Shiffrin (1968) เป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในช่วงปี 1960–1970 แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลแบ่งเป็น 3 องค์ประกอบหลักที่สำคัญต่อการจัดเก็บข้อมูลได้แก่ ส่วนเก็บข้อมูลจากการรับรู้ ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากความรู้สึกที่มาจากหลายทาง ส่วนเก็บข้อมูลระยะสั้น ทำหน้าที่เก็บข้อมูลจากส่วนรับรู้และส่วนเก็บข้อมูลระยะยาว ทำหน้าที่ส่งผ่านและจัดเก็บข้อมูลที่เข้ามาจากส่วนเก็บข้อมูลระยะสั้น ดังภาพที่ 14



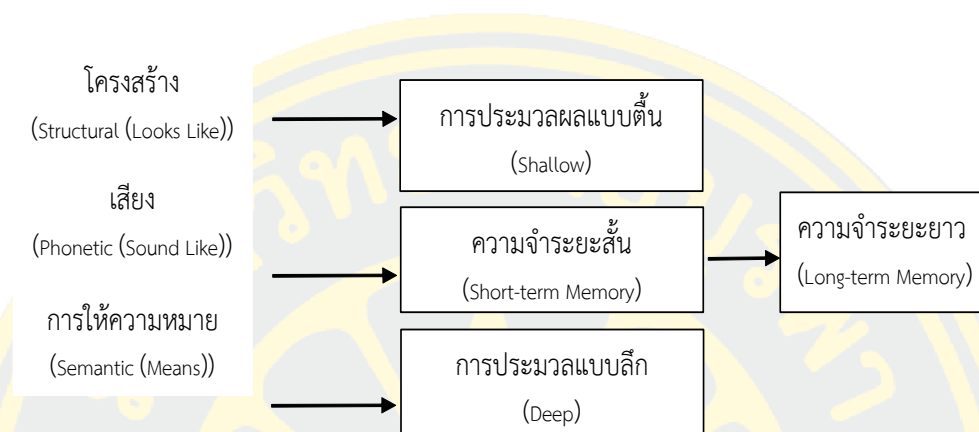
ภาพที่ 14 แบบจำลอง Atkinson & Shiffrin
ที่มา : Atkinson and Shiffrin (1968)

3. แบบจำลองระดับของการประมวลผล (Level-of-Processing Model) เป็นแบบจำลองที่นำเสนอโดย (Craik & Lockhart, 1972) เป็นแบบจำลองที่มีแนวคิดที่ว่าความจำเกิดขึ้นจากรูปแบบของระดับการประมวลผลมุ่งเน้นไปที่ความลึกของการประมวลผลที่เกี่ยวข้องกับหน่วยความจำ และคาดการณ์ว่าข้อมูลที่ลึกกว่าจะได้รับการประมวลผล โดยกำหนดความลึกเป็นความหมายที่ดึงออกมาจากสิ่งเร้ามากกว่าการรวมตัวกันในรูปของจำนวนการวิเคราะห์ที่ดำเนินการกับสิ่งเร้า แบบจำลองการประมวลผลประกอบ ด้วย 2 ส่วน คือ

3.1 การประมวลผลแบบตื้น (Shallow Processing) การประมวลผลในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องเฉพาะการรักษาข้อมูลที่เกิดจากการฟังหรือได้ยินซ้ำ โดยเก็บรักษาในความจำระยะสั้นแต่การจัดเก็บข้อมูลในความจำระยะสั้นนั้นเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้นจนกว่าจะมีการประมวลผลในส่วนลึกต่อไป รูปแบบการประมวลผลในส่วนนี้มี 2 รูปแบบคือ การประมวลผลโครงสร้าง เป็นลักษณะที่ปรากฏเมื่อเข้ารหัสเฉพาะคุณสมบัติทางกายภาพของบางสิ่งบางอย่าง และการประมวลผลเสียงที่ได้ยินซึ่งเป็นเข้ารหัสเสียงที่ได้ยิน

3.2 การประมวลผลแบบลึก (Deep Processing) เป็นการประมวลผลในรูปแบบของความหมาย ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเราเข้ารหัสความหมายของคำและเชื่อมโยงมันกับคำที่มีความหมายคล้ายกันเกี่ยวข้องกับการให้รายละเอียดของสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างลึกซึ้งและแบบซ้ำ ๆ โดยเน้นที่การ

วิเคราะห์ความหมายมากขึ้น (เช่น รูปภาพ ความคิด การเชื่อมโยง ฯลฯ) ของข้อมูลและนำไปสู่การจดจำได้ดีขึ้น แบบจำลองระดับของการประมวลผล (Level-of-Processing Model) ตามแนวคิดของ Craik and Lockhart (1972) ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 แบบจำลองระดับของการประมวลผลของ Craik & Lockhart
ที่มา : Craik and Lockhart(1972)

4. แบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley's Working Memory Multi-component Model (Baddeley & Hitch, 1974) ได้นำเสนอแบบจำลองความจำขณะคิดที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในรูปของแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิด (Working Memory Multi-component Model) เป็นระบบความจำที่มีการจัดเก็บและบริหารจัดการข้อมูลในเวลาเดียวกัน ขณะที่ต้องทำกิจกรรมที่ใช้ปัญญา เช่น การสรุปและทำความเข้าใจกับการเรียนรู้และการใช้เหตุผล แบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop) องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo-spatial Sketchpad) และส่วนบริหารกลาง (Central Executive) ดังภาพที่ 16



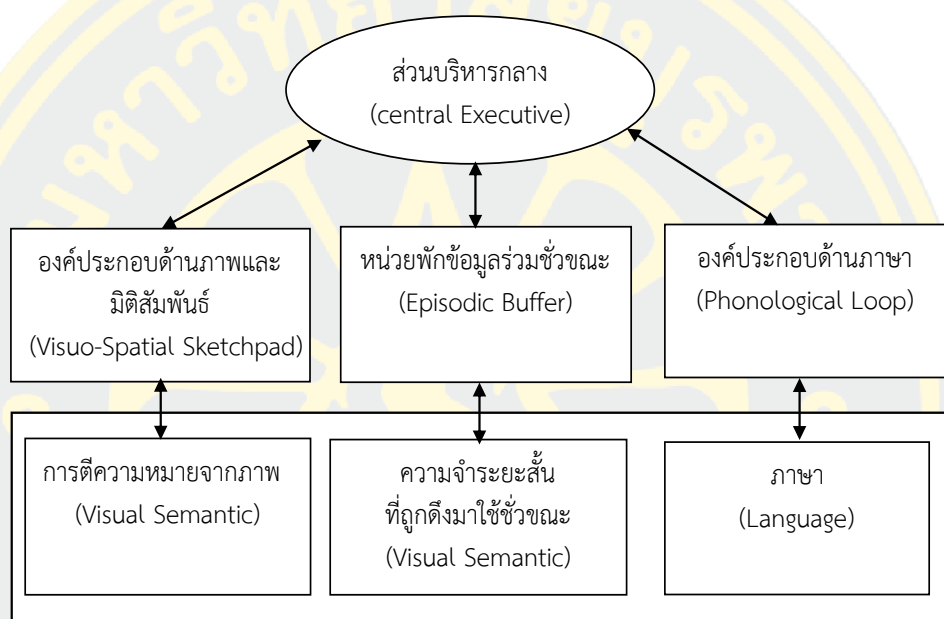
ภาพที่ 16 แบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำระยะคิดของ Baddeley and Hitch
ที่มา : Baddeley and Hitch (1974)

จากภาพที่ 17 แบบจำลองพหุความจำระยะคิดตามแนวคิดของ (Baddeley & Hitch, 1974) พบว่า เป็นระบบที่ทำหน้าที่หลากหลาย รวมทั้งเป็นแหล่งปฏิบัติการในการประมวลข้อมูลข่าวสารควบคุมการดำเนินการและการตัดสินใจ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. องค์ประกอบด้านภาษา (Phonological Loop) เป็นระบบที่ทำหน้าที่ในการเก็บจำข้อมูลด้านภาษา คำพูด ข้อมูลเกี่ยวกับเสียง พิสัยในการเก็บจำหรือความสามารถในการจดจำขึ้นอยู่ การชักซ้อม ทวนซ้ำข้อมูลนั้น ไม่ว่าโดยวิธีการพูดออกเสียงหรือการพูดในใจ หากขาดการทบทวนข้อมูลเหล่านี้จะค่อย ๆ ลืมเลือนภายในไม่กี่นาที
2. องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo – Spatial Sketchpad) เป็นระบบการเก็บจำด้านภาพและมิติสัมพันธ์รับหน้าที่ในการเก็บจำข้อมูลด้านภาพ มิติ การเคลื่อนไหว ตำแหน่งวัตถุ ส่วนกระบวนการทบทวนข้อมูลใช้หลักการเคลื่อนไหวดวงตาเป็นเบื้องต้น
3. ส่วนควบคุมกลางหรือส่วนบริหารจัดการหน่วยเสียงและหน่วยภาพ (Central Executive) ถือเป็นระบบที่สำคัญที่สุดในการควบคุมบริหารจัดการเกี่ยวกับการทำงานของความจำระยะคิดและเชื่อมโยงกับหน่วยความจำระยะยาว ประกอบด้วยระบบย่อย อีก 2 ระบบ คือ ระบบหน่วยเสียง และระบบหน่วยภาพ

ต่อมาในปี ค.ศ. 2000 Baddeley ได้มีการพัฒนาแบบจำลองพหุความจำระยะคิด โดยเพิ่มองค์ประกอบที่ 4 เข้าในแบบจำลอง คือเป็นหน่วยพักข้อมูลร่วมชั่วคราว (Episodic Buffer) มีโครงสร้างเป็นองค์ประกอบเดี่ยว ที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ได้ยาวนานขึ้นและมีความจุของภาพและมิติสัมพันธ์ (Visuo – spatial Sketchpad) ภาษา (Phonological Loop) ข้อมูลมากขึ้นกว่าองค์ประกอบด้านการรับภาพและภาษาและเสียง เป็นระบบการเก็บรักษาข้อมูลชั่วคราวที่มีความจุจำกัด สามารถเก็บรักษาข้อมูลได้มากกว่าระบบเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Storage Systems) และระบบเก็บรักษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นและมิติสัมพันธ์

(Visuospatial Storage Systems) โดยไม่ได้พึ่งพาการเก็บข้อมูลจากองค์ประกอบขั้นสูงและไม่ได้กู้ข้อมูลกลับคืนมาจากความจำระยะยาวโดยตรง (Dehn, 2008) ระบบนี้จะมีการเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่ผ่านประสาทสัมผัสเพื่อเข้ามาจัดเป็นกลุ่มข้อมูล และเก็บข้อมูลชั่วคราวที่สามารถรวมข้อมูลจากทั้งระบบเก็บจำด้านภาษาและระบบเก็บจำด้านภาพและมิติสัมพันธ์ ความจำระยะยาว และข้อมูลผ่านอวัยวะรับสัมผัส (Cowan, 2005) ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 แบบจำลองของ Baddeley

ที่มา : Baddeley (2000)

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะคิด

Morrison & Chein (2011) มุ่งศึกษาผลของการฝึกรูปแบบความจำขณะคิดที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ผ่านการฝึกรูปแบบที่มีเป้าหมาย โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการฝึกรูปแบบเชิงกลยุทธ์และการฝึกรูปแบบแบบพื้นฐาน (หลัก) การศึกษานี้ได้ระบุแนวทางการฝึกรูปแบบที่ต่างกันสองแนวทาง เพื่อสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะคิดและการรับรู้ที่ดีขึ้น ผลการศึกษาพบว่า การใช้เทคนิคการฝึกรูปแบบที่ต่างกันจะส่งผลกระทบที่ต่างกัน โดยการฝึกรูปแบบแบบมีการชี้นำ (การฝึกรูปแบบเชิงกลยุทธ์) สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของความจำได้มากขึ้น ขณะที่การฝึกรูปแบบแบบพื้นฐานก็สามารถช่วยเพิ่มความสามารถด้านการรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษานี้ได้รับการพิสูจน์แล้วในกลุ่มประชากรที่มีการฝึกอบรมในหลายหัวข้อ โดยภาพรวม การฝึกอบรมแบบพื้นฐานมีผลในการเพิ่มขีดความสามารถทางการรับรู้ได้ดีกว่า

Kroesbergen, Noordende, and Kolkman (2014) ศึกษาการฝึกอบรมความจำขณะคิดในเด็กอนุบาล : ผลต่อความจำขณะคิดและการคิดเลขเบื้องต้น เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะคิดกับการคิดเลขเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความเป็นไปได้ของการฝึกอบรมความจำขณะคิดของเด็กเล็ก และเพื่อศึกษาผลกระทบของการฝึกอบรมดังกล่าวทั้งต่อความจำขณะคิดและลักษณะเฉพาะของทักษะการคิดเลขเบื้องต้น การวัดความจำขณะคิดและการคำนวณตัวเลขในเด็กที่มีผลการเรียนต่ำในชั้นอนุบาล กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 5 ปี จำนวน 51 คน ได้รับการฝึกอบรมความจำขณะคิดสองแบบที่แตกต่างกันหรือไม่ได้รับการฝึกอบรมเลย ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองมีความแตกต่างกันในประเภทของข้อมูลที่เด็กๆ ได้รับการฝึกฝน ในด้านที่ไม่ใช่ตัวเลขหรือใช้ตัวเลข หลังจากการทดสอบก่อน การฝึกอบรมเกิดขึ้น 4 สัปดาห์ ตามด้วยการทดสอบภายหลัง เด็ก ๆ ที่เข้าร่วมในการฝึกอบรมหน่วยความจำขณะคิดอย่างใดอย่างหนึ่งได้พัฒนาทักษะความจำขณะคิดของพวกเขาอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ทักษะการคิดเลขในช่วงต้นของพวกเขายังพัฒนาขึ้นเช่นกัน

Shin, Lee, Yoo, and Chong (2015) ศึกษาการฝึกอบรมช่วยเพิ่มขีดความสามารถของหน่วยความจำขณะคิดด้วยภาพเมื่อมีการปรับเปลี่ยน เป็นรายบุคคล และตรงเป้าหมาย วัตถุประสงค์คือการศึกษาเพื่อตรวจสอบว่า การฝึกอบรมช่วยเพิ่มความสามารถของหน่วยความจำขณะคิดด้วยภาพโดยใช้วิธีการฝึกอบรมแบบปรับตัวเป็นรายบุคคลหรือไม่ ใช้ผู้เข้าร่วม 2 กลุ่ม ได้รับการฝึกอบรมสำหรับกระบวนการเป้าหมายสองกระบวนการ ได้แก่ การคัดกรองและการรวมบัญชี ก่อนและหลังการฝึกอบรม ผู้เข้าร่วม รวมทั้งผู้ที่ไม่มีการฝึกอบรม ตลอดช่วงการฝึกอบรม 10 วัน ผลการศึกษาพบว่า ระดับของการปรับปรุงที่แสดงในระหว่างการฝึกอบรมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความจุของหน่วยความจำขณะคิดที่เพิ่มขึ้น และประโยชน์ที่ได้รับจากการฝึกอบรมนั้นชัดเจนที่สุดสำหรับขนาดชุดที่ใหญ่ขึ้นในกลุ่มการฝึกอบรมแบบการคัดกรอง ผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการฝึกอบรมความจำขณะคิดด้วยภาพนั้นมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการปรับเปลี่ยน เป็นรายบุคคล และมีเป้าหมาย

Gathercole, Dunning, Holmes, and Norris (2019) ศึกษาการฝึกความจำขณะคิดเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ทักษะใหม่ๆ โดยทำการวิเคราะห์ การศึกษาที่ 1 รายงานการวิเคราะห์เมตาที่สร้างการถ่ายโอนที่สำคัญเมื่องานที่ได้รับการฝึกอบรมและไม่ได้รับการฝึกฝนร่วมกันทั้งกระบวนการทัศนของการเรียกคืนแบบอนุกรม ช่วงที่ซับซ้อน หรือกระบวนการทัศนช่วงย้อนหลัง การถ่ายโอนนั้นน้อยกว่าสำหรับการเรียกคืนทางภาษาแบบต่อเนื่องมากกว่าด้านมิติสัมพันธ์ซึ่งบ่งบอกว่ากระบวนการทัศนนี้ใช้โดยระบบความจำระยะสั้นด้านภาษาที่มีอยู่และไม่ต้องการกิจกรรมใหม่ การศึกษาที่ 2 วิเคราะห์ซ้ำข้อมูล

การฝึกอบรมความจำขณะคิด พบว่า การถ่ายโอนถูกจำกัดเฉพาะคุณสมบัติการแบ่งงานที่เสนอให้ต้องมีกิจกรรมใหม่ การศึกษาที่ 3 ทำการศึกษาวิเคราะห์ซ้ำครั้งที่สี่ ผลแสดงให้เห็นว่าการถ่ายโอนนั้นดีที่สุดสำหรับเด็กที่มีความสามารถในการรับรู้ที่สูงขึ้น การค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่าการพัฒนากิจกรรมใหม่ขึ้นอยู่กับทรัพยากรความรู้ความเข้าใจทั่วไป และสามารถนำไปใช้กับงานที่มีโครงสร้างคล้ายกันเท่านั้น

Fanari, Meloni, and Massidda (2019) ศึกษาความสามารถในการใช้ความจำขณะคิดด้านภาพและด้านมิติสัมพันธ์ทำนายทักษะทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจอิทธิพลของหน่วยความจำขณะคิดเชิงรุก องค์ประกอบย่อยเกี่ยวกับทักษะคณิตศาสตร์เบื้องต้นในเด็กเล็ก เป็นการศึกษาระยะยาว 2 ปี กับเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 2 จำนวน 43 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แบบวัดความจำขณะคิดด้านภาพจาก the jigsaw puzzle test และแบบความจำขณะคิดด้านมิติสัมพันธ์จาก the backward Corsi blocks test โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ระยะเพื่อทดสอบทักษะทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ระยะแรกคือเริ่มเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (T1) ใช้แบบทดสอบ the Battery for the evaluation of numerical intelligence from 4 to 6 years of age ระยะที่สองคือจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (T2) และระยะที่สามคือจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 (T3) ใช้แบบทดสอบ Test for the evaluation of calculating and problem-solving abilities ผลการศึกษาพบว่า หน่วยความจำด้านมิติสัมพันธ์มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงตัวเลขในระยะเริ่มต้นที่ T1 ในขณะที่ประสิทธิภาพเชิงตัวเลขในช่วงต้นเป็นตัวทำนายเฉพาะของประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์ที่ T2 เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 แบบจำลองการถดถอยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์และหน่วยความจำขณะคิดด้านภาพและด้านมิติ ของเด็ก และสามารถนำมาสู่การอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะคิดของการมองเห็นและความสามารถทางคณิตศาสตร์ในเด็กเล็ก

Mchaney, Tessmer, Roark, and Chandrasekaran (2021) ศึกษาหน่วยความจำขณะคิดเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้หมวดหมู่คำพูด การศึกษาข้อมูลเชิงลึกจากการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์และการวัดรูปร่างตา ผลการศึกษาจากการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างส่วนบุคคลในหน่วยความจำในการทำงาน (WM) และการได้มาซึ่งหมวดหมู่คำพูดที่ไม่ใช่เจ้าของภาษาในวัยผู้ใหญ่ แม้ว่าความจำขณะคิดสัมพันธ์กับความแตกต่างของแต่ละบุคคลในงานการเรียนรู้ที่หลากหลาย แต่การได้มาซึ่งหมวดหมู่คำพูดที่ประสบความสำเร็จนั้นถูกโต้แย้งว่าขึ้นอยู่กับกลไกการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ไม่ขึ้นกับความจำขณะคิด ดังนั้นบทบาทของความจำขณะคิดในการเรียนรู้ประเภทคำพูดจึงไม่ชัดเจน ในการทดลองที่ 1 แสดงให้เห็นว่าบุคคลที่มีความจำขณะคิดสูงกว่าจะได้รับหมวดหมู่คำพูดที่ไม่ใช่เจ้าของภาษาได้เร็วกว่าและสูงกว่าผู้ที่มีความจำขณะคิดต่ำกว่า ในการทดลองที่ 2 เราจำลองผลลัพธ์เหล่านี้และแสดงให้เห็นว่าบุคคลที่มีความจำขณะคิดสูงกว่าใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ตามขั้นตอนที่เหมาะสมและเหมาะสมมากกว่า และแสดงให้เห็นการ

ตอบสนองของรูปร่างตาที่ใช้คำพูดที่ชัดเจนมากขึ้นสำหรับการทดสอบที่ถูกต้องเมื่อเทียบกับการทดลองที่ไม่ถูกต้อง จึงสรุปได้ว่าที่สูงขึ้นอาจช่วยให้เกิดความสนใจที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้ามากขึ้น ส่งผลให้มีการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและกลยุทธ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมที่สุด

Slattery, Ryan, Fortune, and McAvinue (2021) ศึกษาผลของความจำขณะคิดและความเอาใจใส่อย่างต่อเนื่องต่อผลสัมฤทธิ์ในการอ่านของเด็ก การศึกษาวิเคราะห์ความคล้ายคลึงกันเพื่อสำรวจการมีส่วนร่วมที่ไม่ซ้ำกันและทับซ้อนกันของความจำขณะคิดและความสนใจอย่างต่อเนื่องต่อการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอ่านของเด็ก อายุ 8-10 ปี (N = 104) ผลการศึกษาพบว่า ความจุของหน่วยความจำขณะคิดอธิบายความแปรปรวนของการอ่านคำที่ค่อนข้างเฉพาะมากกว่าการอ่านเพื่อความเข้าใจ ความจุของหน่วยความจำขณะคิดยังทำนายความสำเร็จในการอ่านผ่านความแปรปรวนร่วม และในทางตรงกันข้าม ความสามารถในการรักษาความสนใจไม่ได้อธิบายความแปรปรวนที่ชัดเจนในการอ่านคำหรือการอ่านเพื่อความเข้าใจ ความแปรปรวนที่คงความสามารถในการให้ความสนใจได้อธิบายไว้ในความสำเร็จในการอ่าน แม้ว่าจะมีขนาดเล็ก แต่ก็เกือบทั้งหมดมาจากความแปรปรวนที่ทับซ้อนกันกับตัวทำนายอื่นๆ

โดยสรุป จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนเน้นศึกษาผลกระทบของการฝึกอบรมความจำขณะคิดมีผลดีต่อการพัฒนาทักษะต่าง ๆ เช่น การคิดเลข การเรียนรู้คำศัพท์ การอ่าน และการเรียนรู้ทักษะใหม่ๆ และความจำขณะคิดที่สูงขึ้นจะเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพที่ดีขึ้นในงานที่ต้องใช้การจัดการข้อมูลหรือในการฝึกอบรมที่มีการพัฒนากิจกรรมใหม่ และการปรับเปลี่ยนการฝึกอบรมตามลักษณะเฉพาะของผู้เรียน (personalized training) จะเกิดการเรียนรู้จากการฝึกอบรมสามารถนำไปสู่การถ่ายโอนทักษะไปยังงานที่คล้ายกันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การศึกษาเหล่านี้ยืนยันความสำคัญของการฝึกอบรมหน่วยความจำขณะคิดที่เหมาะสมกับความสามารถของแต่ละบุคคล และชี้ให้เห็นถึงผลกระทบเชิงบวกที่เกิดขึ้นต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียน

องค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษา

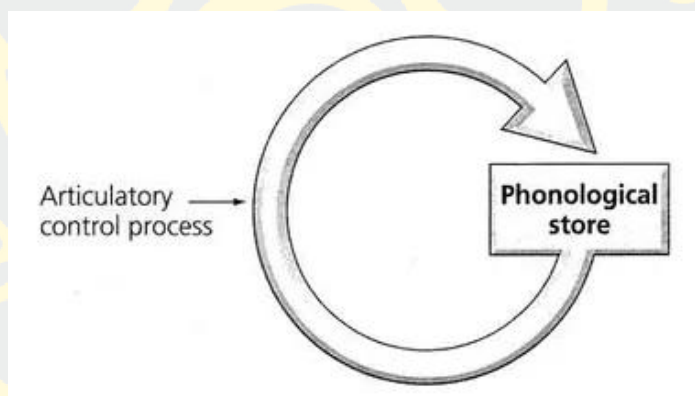
1. องค์ประกอบความจำขณะคิดด้านภาษา

ความจำขณะคิดด้านภาษา เป็นองค์ประกอบด้านวงจรทางภาษาที่มีความหมาย (The Articulatory Loop) ที่มีความจำจำกัด เป็นที่เก็บข้อมูลทางวาจาที่อิงคำพูด (Speech-based Store of Verbal Information) (Baddeley, 2003; Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998) Baddeley แบ่งวงจร (Loop) ออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อยคือ ที่เก็บสิ่งนำเข้าเชิงรับชั่วคราวทางภาษา (Phonological Input Store) กับการประมวลผลท่องซ้ำในใจ (Articulatory Rehearsal Process) การพูดนำเสนอข้อมูลทางวาจาที่ได้รับโดยตรง ทันทีและเข้าถึง Phonological Loop โดยอัตโนมัติ ซึ่งมันถูกเก็บไว้เป็นช่วงเวลาสั้น ๆ ในรูปแบบทางเสียง (Burgess & Hitch, 1999; Logie, 1996) The Phonological Loop เปรียบได้กับเทปบันทึกเสียงที่วนรอบความยาวจำเพาะค่าหนึ่ง คำ

หรือหน่วยเสียงอื่น ๆ ถูกบันทึกเรียงตามลำดับที่รับรู้ และจะสูญหายไปอย่างรวดเร็วหรือถูกบันทึกทับโดยหน่วยเสียงใหม่ยกเว้นจะท่องซ้ำหรือบันทึกซ้ำบนเทป Dehn (2008) กล่าวว่า การทบทวนข้อมูลทางภาษาที่ได้รับเข้ามาให้อยู่ในความจำเพื่อป้องกันการลืม โดยให้รายละเอียดเกี่ยวกับความจำขณะคิดด้านภาษามีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนที่เก็บรักษาข้อมูลทางภาษา (Phonological Store) เป็นแหล่งเก็บความจำในสิ่งที่อ่านหรือได้ยินโดยใช้เวลาในขั้นตอนนี้ประมาณ 15 – 30 วินาที ทำหน้าที่ในการเก็บจำข้อมูลทางภาษาที่ได้รับเข้ามา หากไม่มีการทวนซ้ำข้อมูลทางภาษาจะสูญหายไป

2. ส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาโดยการทวนซ้ำ (Articulatory Rehearsal) เป็นกระบวนการที่จะฟื้นความจำในสิ่งที่ได้ยินจากรอยความจำ ถ้ามีการทบทวนเสียงนั้นซ้ำ ๆ และกระบวนการนี้ยังสามารถแปลงให้อยู่ในรูปของภาษาเขียนเป็นรหัสเสียงเพื่อเก็บในหน่วยเก็บเสียงได้ด้วย ซึ่ง Baddeley สรุปเพิ่มเติมว่า มีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าระบบหน่วยเสียง มีบทบาทในเรื่องความเข้าใจภาษา การเรียนรู้คำศัพท์และการเรียนรู้วิธีการอ่าน มีลักษณะการทำงานเป็นวงข้อมูลคล้ายแถบบันทึกเสียง รวมถึงจัดเก็บซ้ำและนำกลับมาใช้ใหม่เมื่อต้องการข้อมูลนำไปใช้ในความจำขณะคิด ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 วงทำงานขององค์ประกอบด้านภาษา Baddeley

ที่มา : Baddeley (2000)

2. ระบบเก็บจำด้านภาษา

Lehmann and Joseph (2015) กล่าวว่า ระบบเก็บจำด้านภาษาเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับเสียงและการได้ยิน (Phonological Loop) คำพูด (Verbal Short-term Memory) เกิดจากการใช้กระบวนการประมวลผลข้อมูลทางภาษา (Language Processing) การฝึกซ้ำ (Rehearsal) การแก้ปัญหาเกี่ยวกับคำ (Verbal Problem Solving) เลขคณิต (Arithmetic) การวัดความจำระยะสั้น

เกี่ยวกับคำ สามารถวัดได้โดยการประเมินจากความสามารถในการจำตัวเลข (Digit Span) หรือ คำศัพท์ (Verbal Span) และการเพิ่มภาระงานผสมผสานระหว่างการจำคำและทำโจทย์ปัญหาเลขคณิต หลักฐานจากภาพถ่ายระบบประสาท (Neuroimaging) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงส่วนเก็บจำข้อมูลด้านภาษาในสมองส่วนกลีบขมับ-กลีบข้าง (Temporo-parietal Region) ซีกซาย และส่วนทวนซ้ำข้อมูลอยู่ที่ตำแหน่งด้านหน้าของสมองส่วนโบรคา (Broca's Area) (Linden, 2007)

Dehn (2008) กล่าวว่า การทำงานของระบบเก็บจำด้านภาษาจะมีหน้าที่ในการทำงานเฉพาะตัวและถูกจำกัดตามชนิดของข้อมูลที่เก็บจำโดยจะเปลี่ยนข้อมูลทางภาษาที่ได้รับมาให้เป็นรหัสทางภาษา (Phonological Code) และจัดเก็บเข้าสู่ความจำระยะยาว ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้ถือได้ว่าเป็นระบบการทำงานของความจำขณะคิดแบบซับซ้อน จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบนี้จะเก็บรักษาข้อมูลไว้ได้เพียง 2 วินาทีหรือน้อยกว่านั้น และสามารถจัดเก็บจำนวนข้อมูลให้คงอยู่ในความทรงจำได้ระหว่าง 5 – 8 ตัว นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากพบว่า จำนวนของข้อมูลที่สามารถเก็บไว้ในความจำนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล (A. Baddeley, Eysenck, & Anderson, 2009) ดังนี้

1. ข้อมูลที่ออกเสียงคล้ายกันจะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลของบุคคลไม่ดี เพราะเสียงที่คล้ายกันจะทำให้เกิดความสับสนขณะดำเนินการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษาเนื่องจากการยากที่จะรู้ว่าคำไหนที่ได้ยินหรือคำไหนที่ไม่ได้ยิน ทำให้คำบางคำไม่ได้มีการทวนซ้ำ จึงทำให้ลืมได้ เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากความคล้ายกันของการพูด (Phonological Similarity Effect)

2. คำที่ยาวจะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลลดลง เพราะคำที่ยาวจะใช้เวลาในการทวนซ้ำมากกว่าคำที่สั้น อาจจะทำให้มีการสูญหายของข้อมูลบางส่วนในขณะดำเนินการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษา จึงทำให้จดจำข้อมูลได้ไม่ดี เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากความยาวของคำ (Word Length Effect)

3. ถ้าต้องพูดบางสิ่งในขณะที่กำลังจดจำข้อมูล จะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลไม่ดี เพราะการพูดในขณะที่กำลังจดจำข้อมูลต้องใช้ทรัพยากรของส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำเพื่อป้องกันการลืม ทำให้คำที่อยู่ในส่วนที่เก็บรักษาข้อมูลทางภาษาไม่ถูกทวนซ้ำ จึงทำให้ลืมข้อมูลได้ เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากการกดส่วนกระตุ้นข้อมูลที่เก็บรักษาให้คงอยู่ในความทรงจำ (Articulatory Suppression Effect)

4. ถ้าได้ฟังข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำลังจดจำ จะทำให้ความสามารถในการจดจำข้อมูลลดลง เพราะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องจะเข้าไปรบกวนขณะดำเนินการเก็บรักษาข้อมูลทางภาษาและจะแย่งใช้ทรัพยากรระหว่างข้อมูลที่ต้องจดจำกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ทำให้ลืมข้อมูลที่ต้องจดจำ เรียกเหตุการณ์นี้ว่า ผลกระทบจากเสียงที่ไม่สัมพันธ์กัน (Irrelevant Sound Effect)

3. บทบาทขององค์ประกอบด้านภาษา

บทบาทขององค์ประกอบด้านภาษาภายในระบบความจำขณะคิด มีความสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยให้เราสามารถประมวลผลข้อมูลภาษา เช่น การใช้คำพูด การฟัง การอ่าน และการเขียนในการคิด การประมวลผลข้อมูลภาษาที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร การคิดเชิงตรรกะ หรือการแก้ปัญหาต่างๆ องค์ประกอบด้านภาษาภายในความจำขณะคิด (Baddeley, 2003) ได้แก่ phonological loop เป็นส่วนหนึ่งของระบบความจำขณะคิดที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเสียง เช่น การฟังคำพูด การจำหมายเลขโทรศัพท์ หรือการฟังคำสั่ง วงจรนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ Phonological store เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลทางเสียง เช่น คำหรือประโยคที่เราได้ยินและ Articulatory rehearsal process เป็นกระบวนการทบทวนการพูด ช่วยในการทบทวนและจำคำหรือเสียงที่ได้ยิน โดยการพูดซ้ำในใจ เช่น การทบทวนหมายเลขโทรศัพท์ที่ได้ยิน ซึ่งมีบทบาทในการสื่อสาร ช่วยให้เราสามารถใช้ภาษาในการสื่อสารได้อย่างราบรื่น โดยการเก็บและจัดการข้อมูลเสียงในการพูดหรือการฟัง และจะช่วยให้เราเข้าใจการใช้ภาษาในชีวิตประจำวันและทักษะที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารและการเรียนรู้ และ Semantic Memory เป็นการจัดการข้อมูลเชิงความหมาย มีบทบาทในการความจำเชิงความหมายเกี่ยวข้องกับการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทั่วไป เช่น ความรู้ในเรื่องคำศัพท์ ความหมายของคำ หรือความรู้ทางวัฒนธรรมที่เราใช้ในการคิดและตัดสินใจ เพื่อใช้ในการสื่อสารในการเข้าใจคำพูดที่เราได้ยินหรืออ่าน การเชื่อมโยงความหมายของคำศัพท์ และการใช้ความรู้ทางภาษานั้นๆ ในการแสดงออกและสื่อสาร และ Syntactic Memory เป็นโครงสร้างภาษาความจำเชิงไวยากรณ์ มีบทบาทในการช่วยให้เราจำและเข้าใจโครงสร้างของประโยค การจัดเรียงคำในประโยคให้ถูกต้องตามกฎไวยากรณ์ สามารถใช้ในการสื่อสาร ช่วยให้เราสามารถสร้างประโยคที่มีโครงสร้างถูกต้องและเข้าใจได้ เช่น การสร้างประโยคในภาษาแม่หรือภาษาต่างประเทศที่เรียนรู้

ดังนั้น องค์ประกอบด้านภาษาจึงมีบทบาทสำคัญต่อรับรู้และทำความเข้าใจในข้อมูลด้านภาษา ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนโดยเฉพาะเด็กในวัยเรียน (Gathercole & Baddely, 1990) ภาษาเป็นสิ่งที่มนุษย์ใช้ในการติดต่อสื่อสาร รูปแบบของการพูดและการเขียนจึงต้องอาศัยบทบาทขององค์ประกอบด้านภาษา (Buchsbaum, 2013) จากการศึกษาของ Keller (2003) ถึงบทบาทสำคัญของระบบเก็บจำด้านภาษากับการสร้างภาพในสมองที่เกิดจากการอ่านและทำความเข้าใจประโยคที่อ่าน พบว่า ระบบเก็บจำด้านภาษามีบทบาทสำคัญต่อความสามารถในการเข้าใจในการอ่านเพราะเกี่ยวข้องกับการสร้างภาพของข้อมูลภาษาหรือเรื่องที่อ่านให้เกิดขึ้นในสมองและส่งผลต่อการส่งผ่านข้อมูลไปสู่ความจำระยะยาว ทำให้เกิดการจดจำข้อมูลที่เกิดจากการเรียนรู้ได้คงทน โดยเฉพาะวิธีการอ่านแบบในใจ จะทำให้เกิดการสร้างภาพในสมองได้ดีกว่าการอ่านแบบออกเสียง เพราะการอ่านในใจเป็นการอ่านเพื่อสร้างความเข้าใจในเรื่องที่อ่าน สัมพันธ์กับการสร้างภาพจากเรื่องที่อ่านในปรากฏการณ์ในสมอง จัดว่าเป็นการทำงานแบบซับซ้อน ส่วนการอ่านออกเสียงเป็นการอ่านเพื่อให้เกิดความ

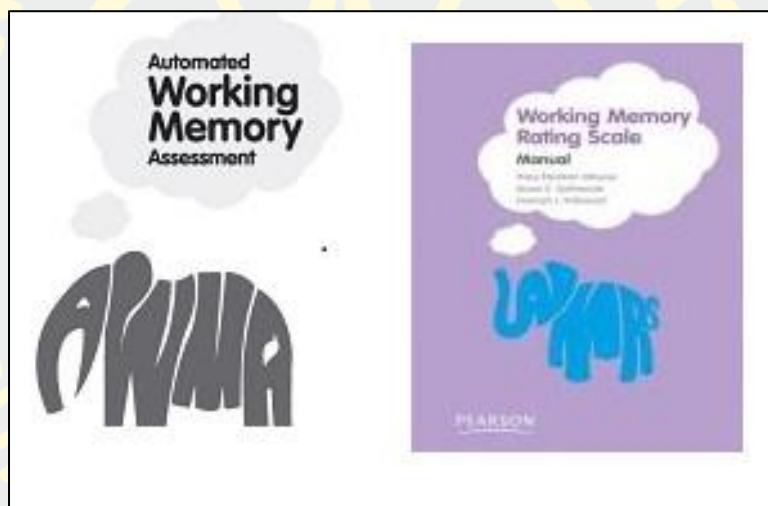
คล่องแคล่วในการอ่านซึ่งเป็นทักษะการอ่านเบื้องต้น จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบด้านภาษาเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้และการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ในการสื่อสาร เพื่อให้เกิดความเข้าใจซึ่งกันและกันโดยเฉพาะการเรียนรู้ของเด็กในวัยเรียน

4. แบบประเมินความจำขณะคิดด้านภาษา

ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดนั้นไม่สามารถประเมินออกมาได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องมีสิ่งเร้าไปกระตุ้นจนทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมนั้นออกมา การประเมินโดยส่วนใหญ่จะประเมินจากความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลหรือความจำขณะคิดหรือเรียกว่า สมรรถนะความจำขณะคิด เครื่องมือที่นำมาใช้ในการประเมินต้องเป็นเครื่องมือที่สามารถดำเนินการด้วยการพยายามใช้การควบคุม (Attention Control) มากกว่าการทำงานที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ จึงสามารถประเมินความสามารถในการเก็บรักษาความจำขณะคิดได้มากกว่าความสามารถในการเก็บรักษาความจำระยะสั้น ดังนั้น รูปแบบและวิธีในการประเมินสมรรถนะของความจำขณะคิดจึงทำได้โดยใช้กิจกรรมที่แตกต่างกันไปและต้องคำนึงถึงช่วงอายุของผู้รับการประเมิน (Sanchez et al., 2010) สำหรับการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษานั้น กิจกรรมที่ใช้ประเมินต้องเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเก็บจำและจัดกระทำข้อมูลทางภาษา (Verbal Information) เช่น การจำประโยค (Memory of Sentence) การจำเรื่องราว (Memory of Story) กิจกรรมขณะฟัง (Listen Span) กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Operation Span) และจากการศึกษา พบว่า การประเมินความจำขณะคิดโดยใช้กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านเป็นกิจกรรมที่นิยมใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดของระบบเก็บจำด้านภาษามากที่สุด เพราะต้องอาศัยทั้งการจัดเก็บ (Store) และการประมวลผลหรือจัดกระทำข้อมูล (Manipulated) ที่เป็นข้อมูลภาษา (Verbal Information) ในเวลาเดียวกัน (Bailey, 2012; Dehn, 2008; Faraco et al., 2011) ปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดของระบบเก็บจำด้านภาษาโดยอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีและบริบทในการสร้างที่แตกต่างกันมีทั้งที่เป็นแบบทดสอบประเภทกระดาษดินสอ (Paper – Pencil) และประเภทโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่สร้างและพัฒนาขึ้นในประเทศแถบยุโรปและอเมริกา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. แบบประเมิน Working Memory Test Battery for Children ของ Pickering and Gathercole (Pickering & Gathercole, 2001) พัฒนาแบบประเมินสมรรถนะความจำขณะคิด Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C) ตามแบบจำลองพหุองค์ประกอบความจำขณะคิดของ Baddeley เพื่อใช้กับเด็กในประเทศอังกฤษ สามารถประเมินสมรรถนะของความจำขณะคิดได้สามองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านภาษา องค์ประกอบด้านภาพและมิติสัมพันธ์และส่วนบริหารกลาง ใช้ประเมินกับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในช่วงอายุ ระหว่าง 4 ปี 7 เดือน จนถึงอายุ 15 ปี 9 เดือน แต่แบบประเมินนี้มีข้อจำกัดที่ใช้ได้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กเท่านั้น

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำระยะคิด Automated Working Memory Assessment (AWMA) (Alloway, 2007) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำระยะคิด Automated Working Memory Assessment (AWMA) ขึ้นในประเทศไทย โปรแกรมดังกล่าวสามารถวิเคราะห์และประมวลผลได้อัตโนมัติ ใช้สำหรับจำแนกบุคคลที่มีปัญหาด้านความจำระยะคิดที่เห็นได้เด่นชัดอายุระหว่าง 4 ถึง 22 ปี โปรแกรมนี้ปรับปรุงและพัฒนาจากแบบประเมิน WMTB-C ของ Pickering and Gathercole (Pickering & Gathercole, 2001) จุดเด่นของโปรแกรมนี้คือสามารถประเมินองค์ประกอบของความจำระยะคิดได้ทั้ง 3 องค์ประกอบอย่างชัดเจน และเป็นต้นแบบของการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับประเมินสมรรถนะความจำระยะคิดที่ใช้งานได้ง่ายยิ่งขึ้นต่อมา

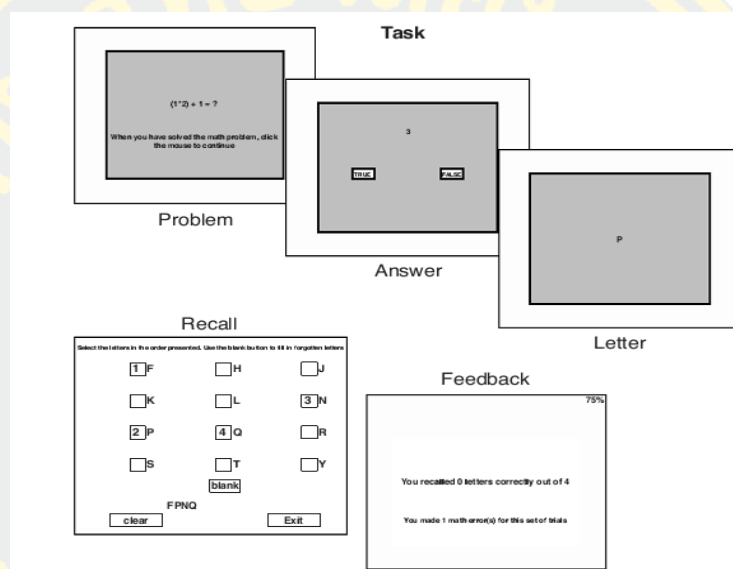


ภาพที่ 19 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำระยะคิด Automated Working Memory Assessment (AWMA) ของ Alloway

ที่มา : Alloway, (2007)

3. โปรแกรมประเมินสมรรถนะความจำระยะคิดด้านภาษา Automated Complex Span Tasks (CSTs) ของ Unsworth ในปี 2005 (Unsworth, Heitz, Schrock, & Engle, 2005) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำระยะคิดด้านภาษา Automated Complex Span Tasks (CSTs) ทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Inquisit 4.0 Lab เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย ทำงานได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้เมาส์คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการประเมิน (Mouse Driven) สามารถแสดงผลการประเมินออกมาได้ทันทีหลังเสร็จสิ้นการประเมินมีค่าความเที่ยงและความเชื่อมั่นสูง โปรแกรมดังกล่าวประกอบด้วยกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่

กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) และ กิจกรรมวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) สามารถประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดได้ 3 องค์ประกอบ โปรแกรมนี้ไปใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินสมรรถนะของความจำขณะคิดหรือความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะคิดกับความสามารถทางปัญญาขั้นสูง



ภาพที่ 20 ตัวอย่างกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติในโปรแกรมมาตรฐาน CSTs ของ Unsworth ที่มา : (Unsworth et al., 2005)

ตอนที่ 6 การฝึกความจำขณะคิด

การฝึกความจำขณะคิด (Working memory training) เป็นกระบวนการที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการจำและจัดการข้อมูลในระยะสั้น เพื่อใช้ในการประมวลผลและแก้ปัญหาในระหว่างการทำงานหลายๆ อย่างพร้อมกัน โดยมีหลายวิธีที่สามารถนำไปใช้ในการฝึกฝน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายรูปแบบ เช่น การฝึกผ่านเกมฝึกสมอง การฝึกแบบใช้ภาพ การฝึกกลยุทธ์การจำ และการฝึกแบบปรับเปลี่ยนตามบุคคล (Personalized training) มีนักการศึกษาได้ทำการศึกษาการฝึกความจำขณะคิด มีรายละเอียดดังนี้

Dehn (2008) ได้อธิบายการฝึกความจำขณะคิด โดยใช้การฝึกด้วยกลยุทธ์ทั่วไป (General Strategy Training Procedures) มีดังนี้

1) ต้องมีความตั้งใจในการฝึกฝนและฝึกอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ติดต่อกันหลายสัปดาห์

2) ก่อนการฝึก ผู้ฝึกควรทราบถึงจุดอ่อนและจุดแข็งของตนเอง ซึ่งผู้ฝึกจะได้รับรู้สมรรถนะทางด้านความจำของตนเอง เพื่อที่จะหาวิธีการฝึกความจำขณะคิดที่เหมาะสม

3) ควรใช้วิธีฝึกความจำขณะคิดเพียงหนึ่งวิธี และควรฝึกจนกระทั่งผู้ฝึกเข้าใจถึงแนวคิดของวิธีฝึกความจำขณะคิดที่ใช้

4) ให้ผู้ฝึกทราบถึงวัตถุประสงค์และเหตุผลของวิธีที่จะฝึกความจำขณะคิดฝึกเมื่อไหร่ ฝึกที่ไหน ฝึกทำไม และวิธีที่ฝึกต้องฝึกอย่างไร

5) เมื่ออธิบายวิธีการฝึกความจำขณะคิดต้องให้ผู้ฝึกเข้าใจทุกขั้นตอนและทุกส่วนประกอบต่าง ๆ ของการฝึก โดยยกตัวอย่างแตกต่างกันขณะที่อธิบายวิธีฝึก และแสดงให้เห็นว่าวิธีที่จะประสบความสำเร็จในการฝึกความจำขณะคิดกระบวนการคิดของผู้ฝึกควรเป็นอย่างไร

6) อธิบาย ยกตัวอย่าง และสอนรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนในการฝึก โดยให้ความสนใจเป็นพิเศษกับลักษณะของวิธีที่ใช้ ซึ่งส่วนมากจะเป็นกับวิธีฝึกที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก

7) ให้ทำการฝึกโดยอันดับแรกให้คำแนะนำในการฝึก ลำดับต่อมาให้ผู้ฝึกทำการคิดออกเสียง (Thinking Aloud) และขั้นตอนสุดท้ายส่งเสริมให้ผู้ฝึกนึกถึงวิธีการฝึกภายในใจ

8) ทำการฝึกซ้ำ ๆ หลายครั้ง จนสามารถเข้าถึงวิธีการฝึกที่ใช้ศึกษา ทบทวนซ้ำแล้วซ้ำอีก (Over-learned) และฝึกให้เป็นกิจวัตร

9) เพื่อให้เกิดการจำได้ของขั้นตอนในการฝึก สิ่งที่สามารถช่วยผู้ฝึกได้คือการบอกเป็นนัย ยกตัวอย่างเช่น การย่อคำของชื่อเต็ม (Acronym)

10) ให้ผู้ฝึกเกิดแรงผลักดันทางบวกที่จะเลือกวิธีการฝึกความจำขณะคิดใหม่ ๆ

11) ส่งเสริมให้ผู้ฝึกสามารถประเมินค่าและทราบผลสำเร็จของตนเองต่อวิธีที่ใช้ฝึกความจำขณะคิด

Miller (1956) การใช้เทคนิคและวิธีการฝึกความจำมีหลายรูปแบบที่สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการเก็บข้อมูลและเรียกคืนข้อมูลได้ดีขึ้น เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูล (Chunking) เป็นแนวคิดที่ได้รับการพัฒนาและนำเสนอครั้งแรกโดย นักจิตวิทยาชื่อดังในปี 1956 ในงานเขียนของเขา งานวิจัยนี้ได้สำรวจขีดจำกัดในการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ และได้เสนอแนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับความจำในระยะสั้น ซึ่งกลายเป็นพื้นฐานสำคัญในทฤษฎีการเรียนรู้และการจำ เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูล เป็นการแบ่งข้อมูลที่ซับซ้อนหรือมีปริมาณมากออกเป็น "กลุ่ม" (chunks) ข้อมูลที่มีขนาดเล็กลงและมีความหมาย ซึ่งช่วยให้สมองสามารถจำและประมวลผลข้อมูลได้ง่ายขึ้น เนื่องจากมนุษย์สามารถจำข้อมูลได้ในกลุ่มที่ไม่มากเกินไป โดยในงานวิจัยของ Miller ได้แสดงว่า มนุษย์สามารถเก็บข้อมูลในหน่วยความจำระยะสั้นได้ประมาณ 7 ชิ้นข้อมูล (± 2) ซึ่งหมายความว่า การจัดกลุ่มข้อมูลให้

เป็นหน่วยที่มีความหมายจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจำและการจัดการข้อมูล ตัวอย่างของเทคนิค Chunking ดังนี้

1. การจำหมายเลขโทรศัพท์ หากหมายเลขโทรศัพท์เป็น 1234567890 มันอาจจะยากในการจำเพราะเป็นข้อมูลยาว แต่ถ้าเราจัดกลุ่มเป็น 123-456-7890 หรือ 123-45-67-890 สมองจะสามารถจัดการข้อมูลเหล่านี้ได้ง่ายขึ้น เนื่องจากแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ที่มีความหมาย

2. การจำคำศัพท์ในภาษาต่างประเทศอาจจะยากถ้าต้องจำคำแต่ละคำแบบแยกเดี่ยว แต่หากกลุ่มคำเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องหรือสามารถจัดกลุ่มได้ (เช่น การจำคำที่เกี่ยวข้องกับอาชีพ, สถานที่, อารมณ์) จะทำให้การจำง่ายขึ้น

3. การจำลำดับเหตุการณ์ หากต้องจำลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในประวัติศาสตร์ หรือ ขั้นตอนการทำงาน การใช้ chunking ช่วยแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามช่วงเวลา หรือประเภทของเหตุการณ์ เช่น สงครามโลกครั้งที่ 1 สงครามโลกครั้งที่ 2 และการปฏิวัติในฝรั่งเศส เป็นต้น

หลักการทำงานของการแบ่งกลุ่มข้อมูล

1) การจัดกลุ่มที่มีความหมาย เมื่อข้อมูลถูกจัดกลุ่มให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย หรือสามารถเชื่อมโยงกันได้ ความจำจะดีขึ้น เพราะสมองไม่ต้องจำข้อมูลทั้งหมดทีละชิ้น แต่จะจำกลุ่มข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันแทน

2) การลดภาระของความจำระยะสั้น การจำข้อมูลโดยตรงจำนวนมากจะเพิ่มภาระให้กับหน่วยความจำระยะสั้น เนื่องจากจำกัดจำนวนข้อมูลที่สามารถเก็บไว้ได้ แต่เมื่อข้อมูลถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม ข้อมูลในแต่ละกลุ่มสามารถนำไปประมวลผลได้ง่ายขึ้น

3) การใช้ตัวช่วยภายนอก ในบางกรณี การใช้ เทคนิคเช่น mnemonic devices หรือ การเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความหมายสามารถช่วยให้การจัดกลุ่มทำได้ง่ายขึ้นการประยุกต์ใช้ Chunking ในชีวิตจริง

Paivio (1986) อธิบายถึงทฤษฎี Dual Coding ซึ่งสนับสนุนการใช้ภาพและข้อความเพื่อการเรียนรู้และการจำอย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้และการจำข้อมูลจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อข้อมูลนั้นถูกจัดเก็บในสมองในสองรูปแบบ คือ ภาพ (visual code) และ ข้อความ (verbal code) ซึ่งเป็นการใช้สองระบบการจำเพื่อช่วยในการประมวลผลข้อมูลและเสริมการจดจำ ดังนี้

1. ภาพ (Visual Code) การใช้ภาพหมายถึงการประมวลผลและจดจำข้อมูลในรูปแบบของภาพที่เห็น เช่น การสร้างภาพจินตนาการในสมอง หรือการใช้แผนภาพที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ต้องการจำ

2. ข้อความ (Verbal Code) การใช้ข้อความหมายถึงการประมวลผลข้อมูลในรูปแบบของคำหรือข้อความ ซึ่งช่วยให้ข้อมูลนั้นถูกเก็บในรูปแบบที่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด

ซึ่งช่วยเสริมสร้างการจำและการเรียนรู้ข้อมูลได้ดีกว่าเมื่อใช้เพียงรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง โดยการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสองระบบนี้จะช่วยทำให้ข้อมูลนั้นถูกเก็บและเข้าถึงได้ง่ายขึ้นในภายหลัง

แนวคิดของเทคนิคการจำภาพ (Visualization)

การสร้างภาพในใจ (Mental imagery) เป็นกระบวนการที่สมองใช้ในการจัดเก็บและเรียกคืนข้อมูลในรูปแบบของภาพ สมองมนุษย์มักจะจำภาพได้ดีกว่าคำพูดหรือข้อมูลที่เป็นตัวอักษร เนื่องจากสมองมีแนวโน้มที่จะเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ ๆ กับประสบการณ์ที่เคยมีมาแล้ว

ภาพที่มีรายละเอียด หรือ ภาพที่มีความเป็นเอกลักษณ์ (เช่น ภาพที่มีสีสันสดใส หรือมีลักษณะที่ตลกขบขัน) จะช่วยเพิ่มความสามารถในการจำได้ดีกว่า หลักการทำงานของเทคนิคในการจำภาพ ดังนี้

1) การเชื่อมโยงข้อมูลกับภาพที่มีความหมาย โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่ต้องการจำกับภาพในใจช่วยให้การเก็บข้อมูลนั้นมีความหมายและง่ายต่อการเรียกคืน ตัวอย่างเช่น หากต้องการจำคำศัพท์ในภาษาอังกฤษ "apple" ลองนึกภาพ แอปเปิ้ลสีแดง หรือถ้าต้องการจำลำดับของเหตุการณ์ ประสบการณ์สามารถช่วยสร้างภาพของแต่ละเหตุการณ์ให้ชัดเจนในสมอง

2) การสร้างภาพที่มีรายละเอียดและภาพในใจ โดยใช้ภาพที่มีรายละเอียดหรือที่เราเห็นในใจที่มีลักษณะพิเศษจะช่วยกระตุ้นการจดจำได้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น หากต้องการจำชื่อ "George Washington" ลองจินตนาการถึง ภาพของ George Washington ที่ใส่เสื้อโค้ทสีทึบและถือดาบในท่าทางสง่างาม

3) การใช้ภาพเพื่อจัดระเบียบข้อมูล โดยการใช้ภาพช่วยให้เราสามารถจัดกลุ่มข้อมูลให้มีความหมายและเป็นระบบ เช่น การใช้แผนที่ในจินตนาการ หรือการสร้าง mind map ที่เป็นภาพช่วยในการจำสิ่งต่าง ๆ ตัวอย่าง การสร้างแผนที่สมองในจินตนาการเพื่อจำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหนึ่ง ๆ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ โดยการสร้างภาพของ สงครามโลกครั้งที่ 2 และเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ เช่น ประเทศที่เกี่ยวข้อง, วันที่สำคัญ, เหตุการณ์หลัก

4) การเรียนภาษาต่างประเทศ คำศัพท์ มีการจำคำศัพท์ในภาษาต่างประเทศโดยการสร้างภาพในหัว เช่น หากคุณต้องการจำคำว่า "dog" ในภาษาอังกฤษ อาจจะจินตนาการถึง สุนัขพันธุ์ที่ชอบ หรือการเล่นกับสุนัข ประโยค: การสร้างภาพของการใช้ประโยคในสถานการณ์จริง เช่น การใช้คำว่า "eat" อาจจะช่วยให้คุณนึกถึงภาพของการทานอาหารที่มีสีสันสดใส

5) การจดจำหมายเลขหรือสัญลักษณ์ หากคุณต้องจำหมายเลขโทรศัพท์ 555-1234 ลองสร้างภาพที่เชื่อมโยงกับแต่ละชุดตัวเลข เช่น 555 อาจจะหมายถึง "ห้าหมายเลข" หรือ "ครอบครัวที่มี 5 คน" และ 1234 อาจจะหมายถึง การนับตัวเลขจาก 1 ถึง 4

6) การเรียนคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ การใช้ภาพที่แสดงการดำเนินการของปัญหาคณิตศาสตร์ เช่น ถ้าคุณต้องการจำสูตรทางคณิตศาสตร์ เช่น $a^2 + b^2 = c^2$ (พีทาโกรัส) ลองจินตนาการถึงสามเหลี่ยมที่มีความยาวด้านต่าง ๆ ที่สามารถเห็นได้ในจินตนาการหรือในวิทยาศาสตร์ อาจจะใช้ภาพของ อะตอม หรือ โมเลกุล เพื่อช่วยจำการจัดเรียงของอะตอมและพันธะเคมีต่าง ๆ

7) การจำลำดับเหตุการณ์หรือขั้นตอน เมื่อจำลำดับขั้นตอนของกระบวนการหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น การทำอาหาร, การซ่อมแซมของ หรือการจัดการโปรเจกต์ การใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับแต่ละขั้นตอนในกระบวนการจะช่วยให้จดจำได้ดีขึ้น ตัวอย่าง ในการทำอาหาร เช่น ขั้นตอนการทำเค้ก สามารถจินตนาการถึงภาพของ เครื่องมือทำขนม ส่วนผสมที่แตกต่างกัน การเทแป้งลงในถาดอบ เป็นต้น

ประโยชน์ของการใช้เทคนิคการจำภาพ

เพิ่มการจดจำข้อมูล โดยสมองของมนุษย์สามารถจำข้อมูลที่เป็นภาพได้ดีกว่าข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหรือคำพูด ช่วยให้เข้าใจและเชื่อมโยงข้อมูลได้ง่ายขึ้น โดยการสร้างภาพช่วยให้การเรียนรู้หรือการจำข้อมูลที่มีความซับซ้อนได้ดีขึ้น และสามารถกระตุ้นสมอง ในการใช้ภาพในการเรียนรู้ช่วยให้สมองตื่นตัวและมีความกระตือรือร้นในการประมวลผลข้อมูล

Susan Gathercole and Tracy Alloway (2008) ศึกษาการฝึกความจำขณะคิดเป็นการแนะนำการฝึกที่คำนึงถึงความแตกต่างของแต่ละบุคคลและเสนอวิธีการที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในห้องเรียน โดยเน้นให้ครูมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการฝึกฝนและพัฒนาความจำขณะคิดของนักเรียน จึงได้อธิบายบทบาทของความจำขณะคิด ในการเรียนรู้และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการฝึกและสนับสนุนการพัฒนาความจำขณะคิดของนักเรียนในห้องเรียน โดยเฉพาะในเด็กที่มีความยากลำบากในการจัดการข้อมูลระยะสั้น เช่น เด็กที่มีปัญหาด้านความสนใจหรือความจำ รายละเอียดของการฝึกความจำขณะคิดมีดังนี้

1) การเสริมสร้างกลยุทธ์ในการจัดการข้อมูล เป็นแนะนำให้ครูช่วยให้นักเรียนพัฒนากลยุทธ์ที่ช่วยในการจัดระเบียบและจัดการกับข้อมูลที่ซับซ้อน เช่น การใช้เครื่องมือช่วยเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ หรือการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ (Chunking) เพื่อให้ง่ายต่อการจำและเข้าใจ

2) กิจกรรมที่ส่งเสริมการฝึกความจำ เป็นการแนะนำกิจกรรมที่ออกแบบมาเพื่อฝึกการใช้ความจำขณะคิด เช่น เกมหรือการใช้การจำที่ต้องจัดระเบียบข้อมูลหรือการเล่นเกมที่มีการจดจำลำดับสิ่งของหรือคำศัพท์ ซึ่งช่วยให้เด็กสามารถพัฒนาความสามารถในการเก็บข้อมูลและประมวลผลได้ดีขึ้น

3) การใช้การฝึกที่ทำหายและเหมาะสม เป็นการฝึกที่มีระดับความยากเพิ่มขึ้นอย่างเหมาะสมสามารถช่วยกระตุ้นการพัฒนาของสมองได้ โดยแนะนำให้ครูปรับระดับความยากของ

กิจกรรมให้เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน เพื่อหลีกเลี่ยงความท้าทายที่มากเกินไป ซึ่งอาจทำให้เกิดความท้อแท้หรือไม่สามารถทำได้

4) การฝึกการควบคุมความสนใจ เนื่องจากความจำขณะคิดมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการควบคุมความสนใจ การแนะนำให้ครูใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การใช้ภาพกราฟิกหรือแผนที่ความคิด (Mind maps) เพื่อช่วยนักเรียนโฟกัสที่ข้อมูลที่สำคัญและลดการเบี่ยงเบนของความสนใจ

5) การฝึกตามบุคคล (Personalized Training) การฝึกที่ออกแบบให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล (โดยพิจารณาจากระดับของความสามารถทางการจำของเด็ก) เป็นวิธีที่สำคัญในกระบวนการฝึกความจำขณะคิด การแนะนำให้ครูคอยตรวจสอบและประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน เพื่อปรับเปลี่ยนการฝึกตามความต้องการเฉพาะตัว

Jaeggi and Buschkuhl (2008) ได้ศึกษาการตรวจสอบโปรแกรมการฝึกความจำขณะคิด สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการใช้ความฉลาดที่ยืดหยุ่น (fluid intelligence) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่มีข้อมูลมาก่อน ผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวนหนึ่งได้รับการฝึกความจำขณะคิดในรูปแบบการฝึกที่ซับซ้อนและท้าทาย ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูลระหว่างการทำงานในสถานะต่าง ๆ โดยผู้เข้าร่วมถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการศึกษา ผลกระทบต่อความฉลาดที่ยืดหยุ่น กลุ่มทดลองแสดงการปรับปรุงที่สำคัญในการทดสอบความฉลาดที่ยืดหยุ่น (fluid intelligence) ถึงความสามารถในการคิดเชิงตรรกะและการประมวลผลข้อมูลในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย แสดงว่าการฝึกความจำขณะคิดสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหาได้

Klingberg (2010) ได้สำรวจการฝึกความจำขณะคิดและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสมองเมื่อมีการฝึกฝน โดยมุ่งเน้นที่ผลกระทบระยะยาวของการฝึกนี้ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ การฝึกความจำขณะคิดที่ใช้เกมคอมพิวเตอร์และโปรแกรมฝึกที่ออกแบบมา เพื่อฝึกการจำและการประมวลผลข้อมูลในระยะสั้น พบว่า การฝึกนี้สามารถกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างและการทำงานของสมอง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลและการควบคุมการทำงานของสมอง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงกระบวนการ neuroplasticity หรือการเปลี่ยนแปลงของสมองที่เกิดจากการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า การฝึกความจำขณะคิดช่วยพัฒนาความสามารถในการจัดการกับข้อมูลที่ซับซ้อนและการทำงานที่ต้องการความจำในระยะสั้น โดยการฝึกนี้มีผลดีต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงซับซ้อนและการแก้ปัญหาที่ต้องใช้หน่วยความจำ รวมทั้งสามารถพัฒนาความสามารถในการประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น

Holmes and Gathercole (2014) ได้ศึกษาการทบทวนและวิเคราะห์ผลของการฝึกความจำขณะคิดต่อผลการเรียนรู้ในเด็กและผู้ใหญ่ ทำการทบทวนการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกความจำขณะคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบที่มีต่อความสำเร็จทางการศึกษา โดยการศึกษามุ่งเป้าหมายในการทบทวนงานวิจัยที่มีอยู่เกี่ยวกับการฝึกความจำขณะคิดและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการพัฒนาความสามารถทางวิชาการทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ ที่มีการประเมินทั้งผลกระทบระยะสั้นและระยะยาวของการฝึกความจำขณะคิดในด้านต่าง ๆ เช่น ความจำ การเรียนรู้ ทักษะทางวิชาการ และการพัฒนาทักษะด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษา ในเด็ก การฝึกช่วยพัฒนาทักษะความจำระยะสั้น การควบคุมความสนใจ และการทำงานหลายอย่างพร้อมกัน โดยเฉพาะในเด็กที่มีปัญหาทางการเรียน (เช่น ADHD) ส่วนในผู้ใหญ่ การฝึกทำให้การจำและการประมวลผลข้อมูลดีขึ้น แต่ไม่แสดงผลการพัฒนาในด้านการคิดวิเคราะห์หรือความฉลาดโดยรวม และพบว่า ข้อจำกัด ของผลลัพธ์การฝึกมีผลในระยะสั้นและไม่สามารถพัฒนาไปสู่ทักษะทั่วไปในระยะยาวได้ และการฝึกควรออกแบบให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและควรมีการพัฒนาโปรแกรมที่หลากหลายเพื่อให้ผลดีในระยะยาว

Sala and Gobet (2017) ได้ศึกษาการวิเคราะห์เชิงเมตา (Meta-analysis) ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกความจำขณะคิดในการพัฒนาความสามารถทางการเรียนรู้และทักษะอื่น ๆ โดยเฉพาะการวัดผลกระทบต่อความสามารถทางวิชาการและทักษะที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการฝึก เช่น ความฉลาดทั่วไปหรือการคิดเชิงวิเคราะห์) การศึกษาได้ทำการรวบรวมและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมฝึกความจำขณะคิดที่มีการทดลองในกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย (ทั้งเด็กและผู้ใหญ่) โดยพิจารณาผลการฝึกที่มีต่อความจำการเรียนรู้ และทักษะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาในระดับการศึกษาซึ่งมีการฝึกความจำขณะคิดในรูปแบบต่างๆ และใช้เครื่องมือที่หลากหลายในการวัดผลกระทบ ผลการศึกษา ผลกระทบต่อการฝึกความจำขณะคิดมีผลที่ดีในด้านการพัฒนาความจำระยะสั้นและการประมวลผลข้อมูลในระยะสั้น โดยผู้เข้าร่วมการฝึกสามารถแสดงผลการทดสอบความจำขณะคิดที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึก ส่วนผลกระทบระยะยาวของการฝึกที่มีประสิทธิภาพสูงสุดจะมีผลดีในระยะสั้นต่อการพัฒนาความจำขณะคิด แต่ผลกระทบในระยะยาวนั้นค่อนข้างจำกัด โดยมีการพบว่าผู้ที่ได้รับการฝึกไม่แสดงผลการพัฒนาในทักษะต่างๆ ที่อยู่นอกเหนือจากขอบเขตของการฝึก และปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการฝึก เป็นความยาวและความถี่ของโปรแกรมการฝึกมีผลต่อผลลัพธ์ที่ได้โปรแกรมฝึกที่ถูกออกแบบมาอย่างดีและมีการฝึกซ้ำบ่อย ๆ สามารถแสดงผลได้ดีกว่าประเภทของการทดสอบที่ใช้ในการวัดผลอาจส่งผลต่อผลการศึกษา

Soveri (2017) ได้ทำการศึกษาทบทวนและวิเคราะห์การฝึกความจำขณะทำงานโดยใช้โปรแกรม n-back training ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมในการฝึกความจำขณะคิดที่ต้องใช้การ

ประมวลผลข้อมูลที่ต้องทำในหลายระดับ วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินผลของโปรแกรมการฝึก n-back ซึ่งเป็นรูปแบบการฝึกความจำที่ผู้เข้าร่วมต้องทำนายหรือตอบคำถามเกี่ยวกับข้อมูลที่ปรากฏขึ้นมาในลำดับที่กำหนด โปรแกรมนี้เน้นการทดสอบความจำขณะคิด โดยการฝึกจะมีความยากขึ้นเรื่อย ๆ โดยการทำความเข้าใจที่มีระดับความยากต่างกัน การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ผลของการฝึก n-back และพบทวนผลกระทบที่มีต่อความสามารถด้านต่าง ๆ โดยจะพิจารณาผลลัพธ์ของการฝึกทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ผลการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า n-back training สามารถพัฒนาความจำขณะคิดได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในระยะสั้น ผู้เข้าร่วมที่ฝึกโปรแกรม n-back แสดงการปรับปรุงในผลการทดสอบความจำขณะทำงานและการประมวลผลข้อมูล และการฝึก n-back สามารถแสดงผลการปรับปรุงในบางทักษะที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการฝึก เช่น ทักษะการแก้ปัญหา (Problem-solving) และการตัดสินใจ แต่ผลกระทบในระยะยาวยังคงเป็นประเด็นที่ถกเถียงกันอยู่ ซึ่งบางการศึกษาพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป การปรับปรุงในด้านอื่นๆ อาจลดลง

โดยสรุป การฝึกความจำขณะคิดด้านภาษามีความสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการจัดการข้อมูลในระยะสั้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยในการประมวลผลข้อมูลและแก้ปัญหาภายในเวลาเดียวกัน การฝึกความจำขณะคิดสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเล่นเกมฝึกสมอง การใช้ภาพ หรือการใช้กลยุทธ์การจำ ซึ่งช่วยกระตุ้นและพัฒนาความจำในรูปแบบต่าง ๆ การฝึกนี้มีผลดีต่อความฉลาดที่ยืดหยุ่น การคิดเชิงวิเคราะห์ และช่วยพัฒนาความจำระยะสั้นรวมถึงการควบคุมความสนใจในเด็ก แม้ว่าผลระยะยาวอาจยังคงมีข้อจำกัด และผลกระทบในทักษะทั่วไปในระยะยาวยังไม่ชัดเจน แต่การฝึกเช่นโปรแกรม n-back training สามารถแสดงผลดีในระยะสั้นได้ ทั้งในด้านความจำขณะคิดและทักษะที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรง การฝึกจำเป็นต้องออกแบบให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและมีการฝึกซ้ำ ๆ เพื่อผลลัพธ์ที่ยั่งยืน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะคิดองค์ประกอบด้านภาษา

Keysers and Gazzola (2009) โดย ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของระบบเซลล์กระจกเงา (Mirror neuron system) และบทบาทของมันในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางปัญญา (Cognitive rehabilitation) ส่องถึงความสามารถของระบบเซลล์กระจกเงาในการช่วยปรับปรุงการเรียนรู้และการฟื้นฟูการทำงานทางสมองในผู้ที่มีความบกพร่องทางสมอง โดยเฉพาะในผู้ที่มีความบกพร่องในการรับรู้และการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการศึกษาเน้นการใช้เซลล์กระจกเงาในการพัฒนางานวิจัยนี้ความสามารถในการเรียนรู้และการฟื้นฟู ผลการวิจัยพบว่าความเกี่ยวข้องกับการศึกษา การใช้เซลล์กระจกเงาในกระบวนการฝึกเช่นนี้ ช่วยในการกระตุ้นสมองให้เกิดการจำลองการกระทำหรือคำพูดผ่านการสร้างภาพในใจ ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ทางภาษาและการฟื้นฟูการทำงานของสมองในด้านความจำและภาษา โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กและผู้ที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้ทางภาษา

Morrison and Chein (2011) มุ่งศึกษาผลของการฝึกอบรมความจำขณะคิด ที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ผ่านการฝึกอบรมที่มีเป้าหมาย โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการฝึกอบรมเชิงกลยุทธ์และการฝึกอบรมแบบพื้นฐาน (หลัก) การศึกษานี้ได้ระบุแนวทางการฝึกอบรมที่ต่างกันสองแนวทาง เพื่อสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะคิดและการรับรู้ที่ดีขึ้น ผลการศึกษาพบว่า การใช้เทคนิคการฝึกอบรมที่ต่างกันจะส่งผลกระทบที่ต่างกัน โดยการฝึกอบรมแบบมีการชี้นำ (การฝึกอบรมเชิงกลยุทธ์) สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของความจำได้มากขึ้น ขณะที่การฝึกอบรมแบบพื้นฐานก็สามารถช่วยเพิ่มความสามารถด้านการรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษานี้ได้รับการพิสูจน์แล้วในกลุ่มประชากรที่มีการฝึกอบรมในหลายหัวข้อ โดยภาพรวม การฝึกอบรมแบบพื้นฐานมีผลในการเพิ่มขีดความสามารถทางการรับรู้ได้ดีกว่า

Kroesbergen, Noordende, and Kolkman (2014) ศึกษาการฝึกอบรมความจำขณะคิดในเด็กอนุบาล ผลต่อความจำขณะคิดและการคิดเลขเบื้องต้น เป็นการศึกษาศอมสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะคิดกับการคิดเลขเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความเป็นไปได้ของการฝึกอบรมความจำขณะคิดของเด็กเล็ก และเพื่อศึกษาผลกระทบของการฝึกอบรมดังกล่าวทั้งต่อความจำขณะคิดและลักษณะเฉพาะของทักษะการคิดเลขเบื้องต้น การวัดความจำขณะคิดและการคำนวณตัวเลขในเด็กที่มีผลการเรียนต่ำในชั้นอนุบาล กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 5 ปี จำนวน 51 คน ได้รับการฝึกอบรมความจำขณะคิดสองแบบที่ต่างกันหรือไม่ได้รับการฝึกอบรมเลย ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองมีความแตกต่างกันในประเภทของข้อมูลที่เด็กๆ ได้รับการฝึกฝน ในด้านที่ไม่ใช่ตัวเลขหรือใช้ตัวเลข หลังจากการทดสอบก่อน การฝึกอบรมเกิดขึ้น 4 สัปดาห์ ตามด้วยการทดสอบภายหลัง เด็ก ๆ ที่เข้าร่วมในการฝึกอบรมหน่วยความจำขณะคิดอย่างใดอย่างหนึ่งได้พัฒนาทักษะความจำขณะคิดของพวกเขาอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ทักษะการคิดเลขในช่วงต้นของพวกเขายังพัฒนาขึ้นเช่นกัน

Shin, Lee, Yoo, and Chong (2015) ได้ศึกษาการฝึกอบรมช่วยเพิ่มขีดความสามารถของหน่วยความจำขณะคิดด้วยเมื่อมีการปรับเปลี่ยน เป็นรายบุคคล และตรงเป้าหมาย วัตถุประสงค์คือการศึกษเพื่อตรวจสอบว่า การฝึกอบรมช่วยเพิ่มความสามารถของหน่วยความจำขณะคิดด้วยภาพโดยใช้วิธีการฝึกอบรมแบบปรับตัวเป็นรายบุคคลหรือไม่ ใช้ผู้เข้าร่วม 2 กลุ่ม ได้รับการฝึกอบรมสำหรับกระบวนการเป้าหมายสองกระบวนการ ได้แก่ การคัดกรองและการรวมบัญชี ก่อนและหลังการฝึกอบรม ผู้เข้าร่วม รวมทั้งผู้ที่ไม่มี การฝึกอบรม ตลอดช่วงการฝึกอบรม 10 วัน ผลการศึกษาพบว่า ระดับของการปรับปรุงที่แสดงในระหว่างการฝึกอบรมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความจุของหน่วยความจำขณะคิดที่เพิ่มขึ้น และประโยชน์ที่ได้รับจากการฝึกอบรมนั้นชัดเจนที่สุดสำหรับขนาดชุดที่ใหญ่ขึ้นในกลุ่มการฝึกอบรมแบบการคัดกรอง ผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการฝึกอบรมความจำขณะคิดด้วยภาพนั้นมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการปรับเปลี่ยน เป็นรายบุคคล และมีเป้าหมาย

Xu, Yang, Siok, and Tan (2015) ศึกษาการแยกส่วนผิดปกติของหน่วยความจำขณะคิดด้านภาษาในพัฒนาการบกพร่องทางการเรียนรู้ ทำการศึกษาเกี่ยวกับเด็กที่มีระดับสติปัญญาปกติแต่ความบกพร่องในการอ่านหนังสือ ทำการศึกษาเกี่ยวกับ Behavioral, electrophysiological, histological, and morphological โดยใช้การถ่ายภาพด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเชิงฟังก์ชัน (fMRI) และงานความจำขณะคิดด้านภาษา ผลการศึกษาพบว่า ความแตกต่างที่ไม่สมมาตรที่ชัดเจนระหว่างเด็กที่มีความบกพร่องในการอ่านและเด็กปกติในบริเวณสมองที่สงวนไว้ซึ่งการจัดเก็บและการจัดการข้อมูลในหน่วยความจำขณะคิดด้านภาษา และนอกจากนั้นระดับของความไม่สมดุลมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับประสิทธิภาพการอ่าน ดังนั้น ความบกพร่องทางภาษาในเด็กที่มีความบกพร่องทางการอ่านจึงมีความเกี่ยวข้องกับการลดลงในการทำงานด้านภาษา

Perrachione, Ghosh, Ostrovskaya, Gabrieli, and Kovelman (2017) ได้ศึกษาหน่วยความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับคำและคำที่ไม่ใช่คำใน Cerebral Cortex วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อระบุฐานสมองของความจำขณะคิดเกี่ยวกับภาษาที่แตกต่างในการกระตุ้นสมองแต่ละบุคคลนั้นสัมพันธ์กับความสามารถในการทำซ้ำแบบไม่ใช่คำของผู้เข้าร่วม ศึกษาโดยใช้การถ่ายภาพด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กเชิงหน้าที่เพื่อวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาระหว่างงานการเลือกปฏิบัติแบบไม่ใช่คำซึ่งได้มาจากการประเมินทางคลินิกมาตรฐานของหน่วยความจำขณะคิดด้านภาษา กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 16 คน ใช้การประเมินแบบอิงพารามิเตอร์ความสามารถด้านการรับรู้และการออกเสียงของผู้เข้าร่วม ผลการศึกษาพบว่า การตอบสนองทางสรีรวิทยาในรอยนูนสมองกลีบขมับส่วนบน รอยนูนกลีบหน้าผากส่วนหน้าด้านล่าง และบริเวณเขตสั่งการเสริมเพิ่มขึ้นด้วยการโหลดหน่วยความจำด้านภาษาทำงานมากขึ้น การเปิดใช้งานในรอยนูนสมองกลีบขมับส่วนบนระหว่างการเลือกปฏิบัติแบบไม่ใช่คำมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของผู้เข้าร่วมในการทดสอบการทำซ้ำแบบไม่ใช่คำทางการทดสอบแบบมาตรฐาน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าหน่วยความจำด้านภาษาทำงานสัมพันธ์กับการทำงานของโครงสร้างเปลือกนอกที่รองรับการรับรู้และการพูด

Nicolielo-Carrilho, Crenitte, Lopes-Herrera, and Hage (2018) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะคิดด้านภาษา การรู้คิด และความเข้าใจในการอ่านในเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยเด็กวัยเรียนอายุระหว่าง 8 ถึง 12 ปี จำนวน 30 คน ซึ่งลงทะเบียนเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (EG) และกลุ่มควบคุม (CG) เด็กทุกคนต้องได้รับการประเมินความเข้าใจในการอ่าน ความจำขณะคิดด้านภาษา และการใช้ทักษะการรู้คิดในการอ่าน ผลการศึกษพบว่าเปรียบเทียบทางสถิติระหว่าง EG และ CG แสดงให้เห็นความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติ มีการสังเกตความสัมพันธ์เชิงบวกและมีประสิทธิภาพระหว่างความเข้าใจในการอ่าน หน่วยความจำขณะคิดด้านภาษา และการทดสอบการรู้คิด จึงสรุปได้ว่า เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จะแสดงออกทางความบกพร่องในความจำขณะคิดด้านภาษา

และการใช้กลยุทธ์การรู้คิด ความสัมพันธ์เชิงบวกและมีประสิทธิภาพระหว่างความสามารถที่วิเคราะห์ แสดงให้เห็นว่าความล้มเหลวในหน่วยความจำขณะคิดด้านภาษาและการใช้กลยุทธ์การรู้คิดขัดแย้งกับความเข้าใจในการอ่าน

Suarez-Pellicioni, Fuchs, and Booth (2019) ศึกษาการเปิดใช้งาน Temporo-frontal ระหว่างการประมวลผลด้านภาษาทำนายทางคณิตศาสตร์ในเด็กเล็ก วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือการใช้ Functional magnetic resonance imaging (fMRI) เพื่อศึกษาบทบาทของการกระตุ้นระหว่างงานการตัดสินใจที่สอดคล้องในการทำนายผลทางพฤติกรรมที่มีต่อความคล่องแคล่วทางคณิตศาสตร์ การคูณ และทักษะการลบ ผลการศึกษาพบว่า การกระตุ้นทั้งในคอร์เทกซ์ขมับและคอร์เทกซ์ส่วนหน้าทำนายได้เฉพาะความคล่องแคล่วและทักษะการคูณเท่านั้น และสำหรับเด็กเล็กเท่านั้น การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการกระตุ้นเยื่อหุ้มสมองส่วนหน้าและขมับระหว่างการประมวลผลด้านภาษามีความสำคัญในการทำนายผลทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการดึงข้อเท็จจริงที่เก็บไว้เป็นรหัสภาษาในหน่วยความจำ นอกจากนี้ ผลลัพธ์เหล่านี้มีความเฉพาะเจาะจงสำหรับเด็กเล็ก โดยบอกว่าระบบภาษา มีความสำคัญที่สุดในช่วงแรกของการพัฒนาคณิตศาสตร์ เมื่องานคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการลบซึ่งอาศัยการแทนค่าปริมาณ กระบวนการทางภาษาไม่สำคัญในการขับเคลื่อนการได้รับ แนะนำว่า phonology เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในช่วงแรกของการพัฒนาคณิตศาสตร์

Razheva and Razheva (2019) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons) กับการเรียนรู้ภาษาโดยเน้นการตรวจสอบว่าการเคลื่อนไหวของใบหน้าหรือการแสดงออกของครูมีผลต่อการเรียนรู้และการรับรู้เนื้อหาของนักเรียน โดยดำเนินการในนักศึกษาปริญญาตรี 30 คนในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ได้ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การเปิดเผยความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์กระจกเงาและการเรียนรู้ภาษา 2) การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการปรับปรุงการเรียนรู้ภาษาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเซลล์กระจกเงา 3) การประเมินผลของการทดลอง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นวิธีที่ดีที่สุดในการนำเสนอการออกเสียงคำศัพท์ใหม่ควรเป็นดังนี้ 1) ครูสามารถนำเสนอการออกเสียงคำศัพท์ใหม่ได้ดีกว่าเครื่องจักร 2) นักเรียนควรเห็นใบหน้า (การเคลื่อนไหวของปาก) ของครูเมื่อแนะนำคำศัพท์ใหม่ 3) นักเรียนควรพูดซ้ำคำศัพท์ใหม่หลังจากครูแนะนำ และสรุปได้ว่า เซลล์ประสาทกระจกมีความสำคัญมากในการนำเสนอคำศัพท์ใหม่ โดยเฉพาะการออกเสียง

ตอนที่ 7 การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

1. คลื่นไฟฟ้าสมอง

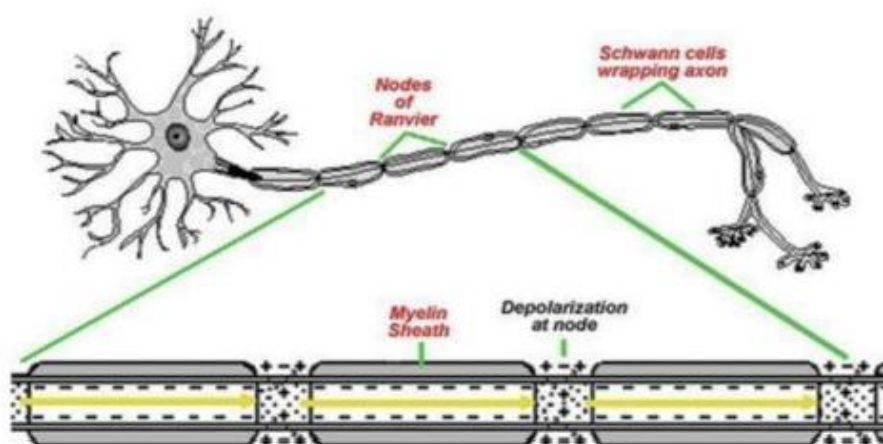
การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG: Electroencephalography) คือการตรวจสอบกระบวนการทำงานของสมองโดยการบันทึกสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเซลล์ประสาทในสมอง โดยใช้ขั้วไฟฟ้า (electrode) ที่ติดตั้งบนหนังศีรษะ ซึ่งจะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าที่เกิดจากการทำงานของสมองส่วนต่าง ๆ ภายในเนื้อสมองชั้น Cerebral cortex ประกอบด้วยเซลล์ประสาทชนิด pyramidal neuron ที่เรียงตัวกันอย่างหนาแน่นและสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ผ่านกระบวนการขนส่งอนุภาคไฟฟ้าในเยื่อเซลล์ โดยการติดต่อกันผ่านสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ทำให้เกิดการกระตุ้นและการตอบสนองระหว่างเซลล์ประสาทต่าง ๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในประจุไฟฟ้าภายในเซลล์ประสาทจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของประจุไฟฟ้าภายนอกเซลล์ และเหนี่ยวนำสัญญาณไฟฟ้าที่สามารถวัดได้จากผิวหนังศีรษะ (Niedermeyer & da Silva, 2004; Niedermeyer & da Silva, 2007; Mendez, 2019) ความถี่ที่บันทึกได้จะเปลี่ยนแปลงในช่วง 1-50 Hz (ปกติ 1-30 Hz) มีความสูงคลื่นขนาด 10-100 μV โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 10-50 μV (Niedermeyer, 2011) สภาวะการมีสติของแต่ละบุคคลนั้นไม่ว่าจะอยู่ในช่วงระหว่างที่รู้สึกตัว หลับหรือครึ่งหลับครึ่งตื่นสามารถวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การสังเกตที่พฤติกรรม การควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่การใช้สมาธิในการควบคุมได้สูงสุดไปจนถึงสภาวะที่ไม่รู้สึกตัว

2. การวัดด้วยเครื่อง Electroencephalogram (EEG) เป็นการบันทึกกระบวนการเคลื่อนไหวของสมองโดยใช้กระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นการแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 2 จุดบริเวณหนังศีรษะ มีรายละเอียดดังนี้

เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นเซลล์ประสาทให้เกิดการตื่นตัวจะทำให้คุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ตรงบริเวณที่ถูกกระตุ้นเปลี่ยนไปชั่วคราว คือยอมให้ Na^+ ภายนอกแพร่เข้าไปภายในเซลล์ได้ผิวในของเยื่อหุ้มเซลล์ตรงที่ Na^+ เข้าไปจะมีประจุบวกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนเปลี่ยนเป็นประจุบวกและผิวนอกที่สูญเสีย Na^+ จะเปลี่ยนเป็นประจุลบ ทันทีที่บริเวณหนึ่งมีศักย์ไฟฟ้าต่างจากบริเวณถัดไปจะกระตุ้นเซลล์ประสาทบริเวณถัดไปทั้ง 2 ข้างให้เกิดสลับขั้วต่อไปเรื่อย ๆ ปรากฏการณ์เช่นนี้คือสัญญาณที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท (Nerve Impulse Action potential) อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าและทางเคมีเมื่อ Na^+ ผ่านเข้ามาในเซลล์ K^+ ก็จะแพร่ออกจากเซลล์ทำให้ประจุไฟฟ้าที่ผิวนอกและผิวในของเยื่อหุ้มเซลล์กลับคืนสู่สภาพเดิม และในช่วงเวลาใกล้เคียงกันเมื่อกระแสประสาทผ่านไปแล้ว เซลล์ประสาทจะขับ Na^+ ออกและดึง K^+ เข้าเซลล์ด้วยกระบวนการ

โซเดียม - โพแทสเซียมปั๊ม เพื่อให้เซลล์กลับคืนสู่สภาพปกติและสามารถนำกระแสประสาทต่อไปได้ (Khan, Leem, & Cho, 2018) ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 การเคลื่อนที่ของกระแสประสาท (Nerve Impulse Action Potential)

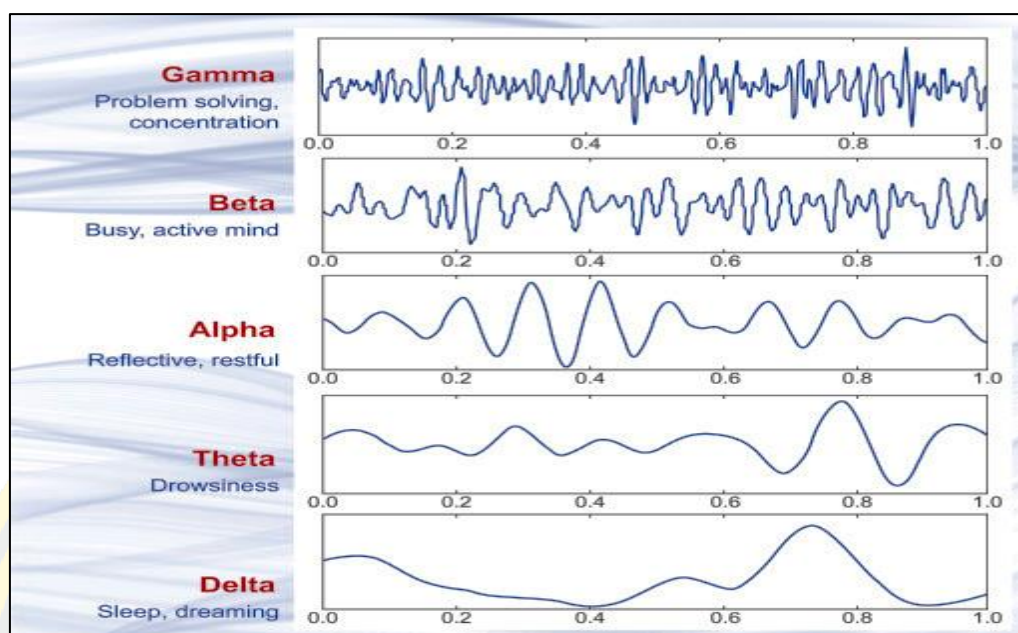
ที่มา : (Khan, 2018)

การไหลเข้าหรือออกของสารที่มีประจุเหล่านี้จะทำให้ค่าศักย์ไฟฟ้าของเยื่อหุ้มเซลล์เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเครื่องบันทึกสัญญาณไฟฟ้าของสมองสามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงตรงนี้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถทำการบันทึกได้ในบริเวณที่ใกล้กับผิวด้านนอกของศีรษะ ขั้วไฟฟ้าที่มีสายไฟต่อเป็นวงจรไฟฟ้าติดอยู่ที่ศีรษะ โดยมีแก้วผสมตะกั่วกับเกลือที่เป็นสื่อทางไฟฟ้า การทำงานจะเริ่มขึ้นเมื่อได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากศีรษะแล้วส่งคลื่นไปยังตัวเครื่อง ซึ่ง EEG จะทำการเปลี่ยนสภาพคลื่นที่ด้วยเหตุนี้ระบบ EEG จะแสดงผลการผันแปรกระแสไฟฟ้าของประสาทไวล่วงหน้าก่อนทำการบันทึกตัวอย่างการทำงานของระบบ EEG ที่แสดงเป็นลักษณะคลื่น ลักษณะคลื่นที่แสดง สามารถอธิบายได้ 2 ทางด้วยกัน คือ

1. ความกว้างของคลื่น (Amplitude) หมายความว่า มีการบันทึกการเคลื่อนไหวทางไฟฟ้าขณะนั้นอยู่ในระดับที่ต่ำของแรงดันไฟฟ้า เพราะฉะนั้นการขยายกว้างของคลื่นจึงแคบมากเทียบเป็น Microvolts เป็นแนวขยายกว้างออกของคลื่นตั้งแต่ 0.5 จนถึง 100 mV. ซึ่ง EEG สามารถบันทึกความกว้างของคลื่นได้ประมาณ 100 ครั้ง น้อยกว่า Electrocardiogram (EKG) ที่บันทึกได้ประมาณ 1,000 ครั้ง

2. ความถี่ของคลื่น (Frequency) หมายความว่า รอบการหมุนของคลื่นตั้งแต่เริ่มขยายกว้างออกจนคลื่นกลับอยู่ในระดับสูงสุดจนถึงน้อยที่สุด ซึ่งความถี่จะวัดเป็นเฮิร์ตซ์ (Hertz) โดยรอบการหมุนในครั้งที่ 2 อาจผันแปรจาก 1 ถึง 30 Hz การเปลี่ยนแปลงของคลื่นที่วัดจาก EEG มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ระบบ EEG จะอธิบายใน 2 ส่วน ซึ่งในคลื่นความถี่ที่พบในระบบ EEG มี 4 คลื่นหลัก โดยทั่ว ๆ ไปคลื่นความถี่ต่ำแสดงการตอบสนองทางพฤติกรรมที่ระดับต่ำ เช่น ขณะนอนหลับ และถ้าคลื่นความถี่สูงจะเกิดขึ้นขณะที่กำลังตื่น

คลื่นไฟฟ้าสมองสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) คลื่นแอลฟา (Alpha wave) เป็นคลื่นที่มีความถี่ 8 - 13 Hz พบได้ง่ายที่ตำแหน่ง occipital lobe เมื่อขณะหลับตาผ่อนคลาย นอกจากนี้ยังพบคลื่นนี้ได้ในคนที่ฝึกนั่งสมาธิ หรือมีใจจดจ่ออยู่กับกิจกรรมต่อเนื่อง (Niedermeyer & da Silva, 2004) 2) คลื่นเบตา (Beta wave) เป็นคลื่นที่มีความถี่ 14 -30 Hz เป็นคลื่นที่เกิดจากการทำกิจกรรมทางความคิดที่ซับซ้อน นอกจากนี้คลื่นเบตาจะมีเห็นเด่นชัดมากขึ้นในผู้สูงอายุ (Niedermeyer & da Silva, 2007) 3) คลื่นธีตา (Theta wave) เป็นคลื่นที่มีความถี่ 4 – 7 Hz เป็นคลื่นที่สมองทำงานอย่างช้า ๆ พบได้ในช่วงวัยเด็ก ส่วนวัยผู้ใหญ่ปกติจะพบได้ในช่วงเข้านอนก่อนระยะหลับลึก นอกจากนี้ยังพบคลื่นนี้ได้ในผู้ที่ปฏิบัติภาวนาสมาธิระดับลึกพอสมควร บางงานวิจัยอธิบายว่า คลื่นนี้เกี่ยวกับการทำงานของจิตใต้สำนึก ความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการรวบรวมสมาธิแน่นแน่ว พบได้ชัดที่บริเวณ temporal lobe (Mendez, 2019) และ 4) คลื่นเดลตา (Delta wave) เป็นคลื่นที่มีความถี่ 0-4 Hz เป็นคลื่นสมองที่ช้าที่สุด สาเหตุเกิดจากการ synchronization ของสัญญาณสมอง พบได้ในคนปกติที่นอนหลับลึก (deep sleep) (Niedermeyer & da Silva, 2004). นอกจากนี้ งานวิจัยใหม่ ๆ ในปัจจุบันได้ค้นพบคลื่นไฟฟ้าสมองประเภทอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับกระบวนการทำงานของสมองเพิ่มเติม เช่น คลื่นมิว (Mu wave) และคลื่นแกมมา (Gamma wave) (Niedermeyer & da Silva, 2007) ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 คลื่นไฟฟ้าสมอง (Brain Wave)

ที่มา : Abhang, Gawali, and Mehrotra (2016)

2. หลักการและวิธีการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

คลื่นสมอง เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งได้มาจากการส่งสัญญาณเคมีทางชีวภาพในร่างกายของมนุษย์ การวัดพลังงานไฟฟ้าบริเวณสมองด้วยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ (Electroencephalogram: EEG) ทำให้นักวิจัยทางประสาทวิทยาและนักวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบัน ได้มีการทดลองและตรวจวัดคลื่นสมองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่า มนุษย์สามารถควบคุมคลื่นสมองและสารที่หลังจากสมองได้ หากมีการฝึกฝนทางจิตให้ควบคุมสภาวะอารมณ์และจิตใจได้ ทำให้พบความจริงว่า การเลือกตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกมีผลโดยตรงต่อสภาวะภายในที่เป็นคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยทั่วไปการติดตั้งขั้วไฟฟ้าจะเป็นไปตามมาตรฐานนานาชาติในการกำหนดตำแหน่งการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองแบบ 10-20 (Jenkins, Brown, & Rutterford, 2009) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการติดตั้งอิเล็กโทรด (Electrode) บนหนังศีรษะเพื่อวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) โดยอาศัยตำแหน่งที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและครอบคลุมการทำงานของสมอง โดยตำแหน่งต่างๆ บนหนังศีรษะจะถูกกำหนดตามสัดส่วนระหว่างจุดต่างๆ บนศีรษะของผู้ป่วยหรือผู้ทดลอง ซึ่งทำให้สามารถบันทึกสัญญาณจากสมองได้จากหลายพื้นที่ พร้อมทั้งสามารถระบุตำแหน่งที่มาของกิจกรรมทางสมองที่สนใจได้ หลักการบันทึกการเคลื่อนไหวทางไฟฟ้าของสมองและตำแหน่งต่าง ๆ ในสมอง ในระบบ 10-20 นี้ จะมีการใช้ชื่อและตัวอักษรที่บ่งบอกตำแหน่งของอิเล็กโทรดที่ติดตั้งบน

ศีรษะ โดยอิเล็กโทรดแต่ละตัวจะมีชื่อที่ประกอบด้วยตัวอักษรและตัวเลขที่บ่งบอกตำแหน่งและด้านของสมอง ดังนี้

F = Frontal (ส่วนหน้าของสมอง)

C = Central (กลางสมอง)

P = Parietal (ด้านบนและด้านหลัง)

O = Occipital (ด้านหลังของสมอง)

T = Temporal (ด้านข้างของสมอง)

Z = Zero (ตำแหน่งที่อยู่กลางระหว่างซีกสมองซ้ายและขวา)

ตัวเลขที่ติดมากับตัวอักษรจะระบุตำแหน่งของอิเล็กโทรดในทิศทางจากกลางไปยังขอบ โดยทั่วไปจะใช้ตัวเลข 1-9 เพื่อแบ่งตำแหน่งให้เป็นระยะยาวจากตำแหน่งกลางไปทางขอบสมอง เช่น

F3, F4 หมายถึง ตำแหน่งที่อยู่ทางด้านหน้าซ้ายและขวาของสมองตามลำดับ

C3, C4 คือ ตำแหน่งกลางสมองในบริเวณกลาง

P3, P4 คือ ตำแหน่งที่อยู่ด้านหลังสมอง

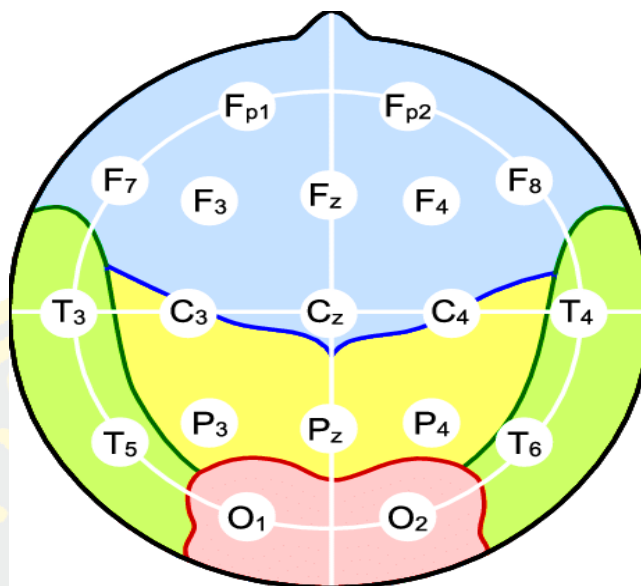
O1, O2 คือตำแหน่งด้านหลังของสมองใกล้บริเวณท้ายทอย

ส่วนการแบ่งแยกข้างซ้ายและขวาของสมองจะใช้ตัวเลขเพื่อแยกข้างสมอง

ตัวเลขที่ตามหลัง เลขคี่ (เช่น F3, C3, P3) จะหมายถึงตำแหน่งในซีกสมองซ้าย

ตัวเลขที่ตามหลัง เลขคู่ (เช่น F4, C4, P4) จะหมายถึงตำแหน่งในซีกสมองขวา

ในการเลือกตำแหน่งการบันทึกขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาหรือการวินิจฉัย และการติดตั้งตำแหน่งที่ติดตั้งขั้วไฟฟ้าจะต้องการระบุตำแหน่งที่มาของกิจกรรมทางสมองที่สนใจได้โดยตำแหน่งที่ติดตั้งขั้วไฟฟ้าจะต้องสัมพันธ์กับกายภาพของจุดเส้นประสาทและสมองส่วนต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละบริเวณจะกำกับด้วยตัวอักษรและตัวเลขเพื่อบ่งบอกถึงพื้นที่สมอง (Lobe) แต่ละส่วนหลักการบันทึกการเคลื่อนไหวทางไฟฟ้าของสมองและตำแหน่งต่าง ๆ ในสมอง ในระบบ 10-20 ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ตำแหน่งการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง
ที่มา : Bos (2006)

3. รูปแบบการติดตั้งขั้วไฟฟ้า (EEG-Electrode Montages)

การติดตั้งขั้วไฟฟ้าในการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG Electrode Montages) เป็นการจัดตำแหน่งของขั้วไฟฟ้าบนหนังศีรษะที่สัมพันธ์กับตำแหน่งในสมองเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและแม่นยำสำหรับการวัดคลื่นสมอง ขั้วไฟฟ้าจะถูกติดตั้งตามมาตรฐานที่เรียกว่า Montage ซึ่งมีหลายรูปแบบที่ใช้ในการศึกษา EEG ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยทั่วไปแล้ว จะมีการใช้ ระบบ 10-20 System เป็นหลักในการติดตั้งขั้วไฟฟ้า แรงดันของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองเกิดจากการเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าสองขั้วและการแสดงผลของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองการสร้างและแสดงการกระจายของสัญญาณบนหนังศีรษะ (Distribution of the Electrical Signal over the Scalp) และวิธีการวัดของ EEG Amplifier นั้นเป็นการเปรียบเทียบ Grid 1 และ Grid 2 และสัญญาณที่อาจเข้ามาได้ทั้งสองขั้ว ดังนั้น จึงต้องอาศัยการจัดรูปแบบการติดตั้งขั้วไฟฟ้าเพื่อนำข้อมูลจากคลื่นไฟฟ้าสมองจากหลาย ๆ ช่องมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อประมาณการกระจายของสัญญาณบนหนังศีรษะโดยมีการจัด Montage เป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. Bipolar Montage: ขั้วไฟฟ้าถูกติดตั้งในลักษณะที่สัญญาณจะถูกเปรียบเทียบระหว่างสองขั้วที่ใกล้เคียงกัน เช่น ขั้วไฟฟ้าที่ด้านหน้าของสมองและด้านหลังของสมองสร้างโดยเชื่อมโยงขั้วไฟฟ้าในแต่ละช่องที่อยู่ติดกันเข้าเป็นแนวและสามารถจัดขั้วไฟฟ้าเป็นแนวหน้าไปหลัง (16-Longitudinal Bipolar Montage) เช่น

Channel 1 = FP1-F3 Channel 5 = FP2-F4

Channel 2 = F3-C3 Channel 6 = F4 – C4

Channel 3 = C3-P3 Channel 7 = C4-P4

Channel 4= P3-O1 Channel 8 = P4-O2

หรือเป็นแนวขวาง (16 – Transverse Bipolar Montage) เช่น

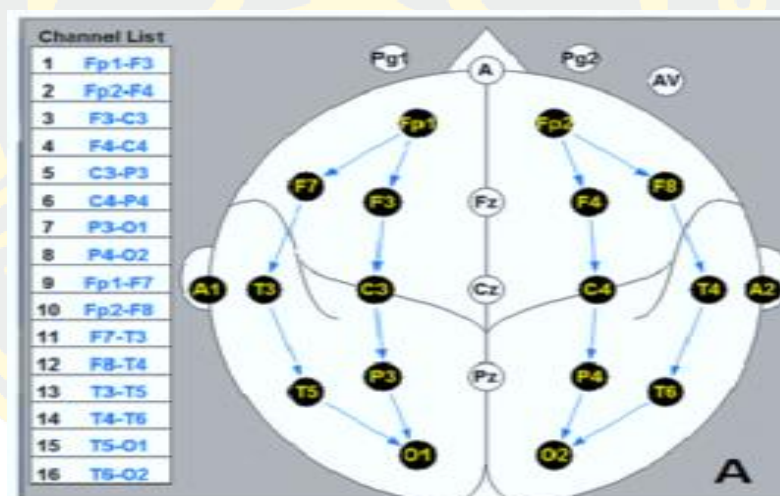
Channel 1 = FP1- FP2 Channel 3 = F3-Fz

Channel 2 = F7-F3 Channel 4 = Fz-F4

Channel 5 = F4-F8 เป็นต้น

ข้อตกลงในการจัดวาง Montage ตามมาตรฐานของ American Clinical Neurophysiology

Society (ACNS) ประกอบด้วย 1) จัดวางขั้วไฟฟ้าจากซ้ายไปขวา 2) จัดวางขั้วไฟฟ้าจากหน้าไปหลัง และ 3) จัดวางขั้วไฟฟ้าให้เป็นไปตามหลักกายวิภาค ดังภาพที่ 24



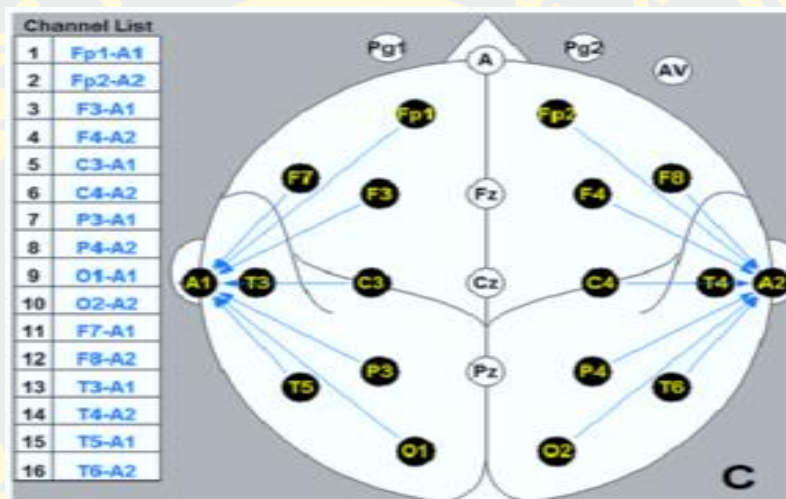
ภาพที่ 24 Bipolar Montages

ที่มา : Mengad, Ertel, Chakkouch, Ouamr, and Elomari (2024)

2. Reference Montage สร้างโดยเชื่อมโยงขั้วไฟฟ้าหลาย ๆ ขั้วมารวมกันที่ขั้วไฟฟ้าเดียวเป็นจุดร่วม (Common Electrode Reference Montage) ขั้วไฟฟ้าจะถูกติดตั้งเพื่อบันทึกสัญญาณไฟฟ้าของสมองจากตำแหน่งต่าง ๆ และจะถูกเปรียบเทียบกับขั้วไฟฟ้าบริเวณที่เป็น "อ้างอิง" ซึ่งอาจจะเป็นตำแหน่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมอง การแสดงผลนี้ช่วยให้การเปลี่ยนแปลง

ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดเป็นบริเวณกว้างเห็นเด่นชัดขึ้น สิ่งที่เราควรระวังคืออาจมีสัญญาณเข้าที่ขั้ว Reference ไปปรากฏที่ทุกช่องสัญญาณเรียกว่า Reference Contamination โดยที่ Referential Montage แบ่งออกเป็นสองประเภท ตามลักษณะของการเชื่อมต่อขั้วไฟฟ้าที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงสัญญาณไฟฟ้า ดังนี้

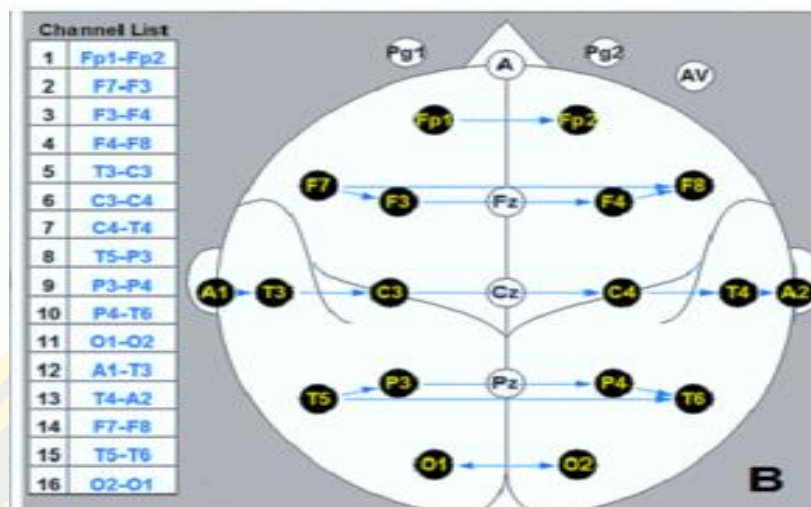
2.1 Common Reference Montage เป็นวิธีที่นำเอาสัญญาณจากขั้วไฟฟ้าที่บริเวณอิเล็กโทรดที่บันทึกจากตำแหน่งที่เป็นจุดอ้างอิง (ขั้วไฟฟ้าที่ติดกับดั้งหู หรือด้านหลังของใบหู) เป็นตำแหน่งที่นิยมใช้บ่อย มารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 Common Reference Montage

ที่มา : Mengad, Ertel, Chakkouch, Ouamr, and Elomari (2024)

2.2 Average Reference Montage เป็นการนำเอา Output ของคลื่นไฟฟ้าสมองทั้งหมดที่วัดและขยายสัญญาณแล้วมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย และนำสัญญาณนี้ไปใช้เป็นสัญญาณอ้างอิงของแต่ละช่องสัญญาณ ดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 Average Reference Montage

ที่มา : Mengad, Ertel, Chakkouch, Ouamr, and Elomari (2024)

4. เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง

เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG, Electroencephalogram) คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกกิจกรรมไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในสมอง โดยการวัดกระแสไฟฟ้าที่ถูกสร้างขึ้นจากการทำงานของเซลล์ประสาทในสมอง เครื่องมือนี้จะบันทึกสัญญาณไฟฟ้าจากขั้วไฟฟ้าที่ติดตั้งบนหนังศีรษะ ซึ่งสามารถใช้ในการตรวจสอบสถานะทางสมองที่แตกต่าง (Niedermeyer & da Silva, 2004) ซึ่งมีส่วนประกอบหลักของเครื่อง EEG ดังนี้

1) ขั้วไฟฟ้า (Electrodes): ขั้วไฟฟ้าจะถูกติดตั้งตามตำแหน่งต่างๆ บนหนังศีรษะ เช่น ในระบบ 10-20 system เพื่อวัดสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการทำงานของเซลล์สมอง ขั้วไฟฟ้าจะมีทั้งแบบที่ใช้การสัมผัส (Ag/AgCl) หรือการสัมผัสแบบไม่สัมผัส (Dry electrodes)

2) อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ (Amplifiers): สัญญาณไฟฟ้าที่บันทึกจากขั้วไฟฟ้ามีความเข้มต่ำมาก (ในระดับไมโครโวลต์) ดังนั้นจะต้องใช้เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier) เพื่อเพิ่มความแรงของสัญญาณก่อนที่จะนำไปบันทึกและประมวลผล

3) อุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Data Acquisition System): ระบบที่รับสัญญาณจากเครื่องขยายสัญญาณและส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการประมวลผลและการบันทึก

4) ซอฟต์แวร์การวิเคราะห์ (Software for Analysis): ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล EEG เพื่อแยกแยะรูปแบบของคลื่นไฟฟ้าสมอง เช่น alpha waves, beta waves, theta waves และ delta waves รวมถึงการวิเคราะห์รูปแบบที่ผิดปกติ

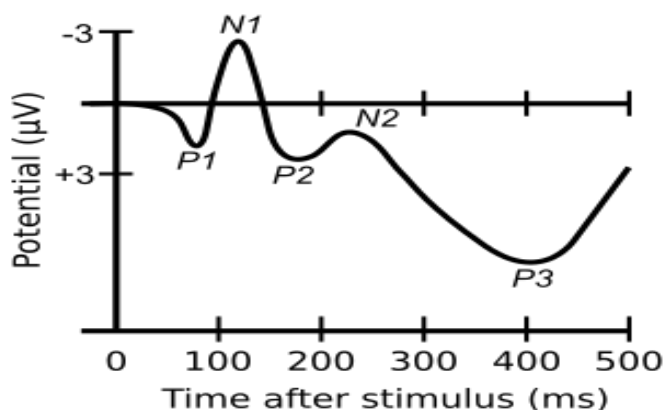
5) หน้าจอแสดงผล (Monitor): ใช้ในการแสดงผลการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองแบบเรียลไทม์ ซึ่ง

5. คลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์

คลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potential: ERP) หรือที่นิยมเรียกโดยย่อว่า ERP เป็นคลื่นไฟฟ้า ที่ได้จากเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง Electroencephalography (EEG) หรือเครื่องวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสมอง Magnetoencephalography (MEG) นิยมใช้ศึกษาทางประสาทวิทยา (Neuroscience) ประสาทวิทยาทางปัญญา (Cognitive Neuroscience) ทางสรีรวิทยา (Physiological) ทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory) การรับรู้ (Perception) ทางปัญญา (Cognition) และการประมวลผลข้อมูลของสมอง (Brain Processing Information) ERP เป็นการวัดกิจกรรมทางไฟฟ้าของสมอง โดยวางขั้วไฟฟ้าไว้บนหนังศีรษะ คลื่นไฟฟ้าสมองเกิดจากการส่งสัญญาณประสาทของสมอง พร้อมกันหลายหมื่นหรือแสนเซลล์ ที่ทำงานพร้อมกันขณะมีกิจกรรมมากระตุ้นการทำงานของสมอง (Event) รูปแบบของคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potential: ERP)

รูปแบบของคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ระบุได้จากแกนความสูงของคลื่น (Amplitude) และแกนเวลา (Latency) โดยความสูงของคลื่นที่มีค่าเป็นบวกแทนด้วยสัญลักษณ์ “P” ในขณะที่ความสูงของคลื่นที่มีค่าเป็นลบแทนด้วยสัญลักษณ์ “N” โดยแกนเวลามีหน่วยเป็นมิลลิวินาที ซึ่งหมายถึงเวลาตั้งแต่เริ่มต้นด้วยการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจนถึงการปรากฏของคลื่น ลักษณะของรูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่สำคัญ มีดังนี้ (Luck & Kappenman, 2011)

ลักษณะของคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ยอดคลื่น (Peak) คือ คลื่น ERP 1 ช่วงคลื่น หรือ 1 ERP Waveform จะมีปลายยอดของคลื่น (Peak) ซึ่งอาจมีทิศทางขึ้นหรือลง แสดงถึงผลรวมของค่าความต่างศักย์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่ผ่านไปนับตั้งแต่ปรากฏสิ่งเร้ามักใช้อักษรย่อ P เมื่อรวมความต่างศักย์มีค่าเป็นบวกและตัวย่อ N เมื่อผลรวมความต่างศักย์มีค่าเป็นลบทำให้ ERPs เกิดเป็นองค์ประกอบจากยอดคลื่นเหล่านั้นเป็นค่าต่าง ๆ เช่น P1, N1, P2, N2, P3 เป็นต้น ยอดคลื่นเหล่านี้ทำให้เกิด Latent Components ซึ่งเป็นระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นนำเสนอสิ่งเร้าไปจนเกิดยอดคลื่นต่าง ๆ ดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 การเกิดคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์

ที่มา : Wikipedia (2024)

คลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERPs) สามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. กลุ่มคลื่นช่วงต้น (Early Waves) ซึ่งเป็นคลื่นสมองที่มียอดคลื่นสูงสุด (Peaking) ก่อนเวลา 100 มิลลิวินาทีหลังได้รับการกระตุ้นเรียกว่า Sensory หรือ Exogenous คลื่นกลุ่มนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของสิ่งเร้า

2. กลุ่มคลื่นช่วงหลัง (Late Waves) เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองที่มียอดคลื่นสูงถัดจากเวลา 100 มิลลิวินาทีหลังได้รับการกระตุ้นไปแล้วเรียกว่า Cognitive หรือ Endogenous ERPs เป็นคลื่นไฟฟ้าที่แสดงถึงการประมวลผลข้อมูล (Examine Information Processing) ซึ่งมีหลายลักษณะการเรียกชื่อรูปแบบของคลื่นสามารถเรียกตามช่วงเวลา (Latency) ที่เกิดยอดคลื่นสูงสุดหรือมี แอมพลิจูด (Amplitude) สูงสุดหลังได้รับการกระตุ้นเช่น คลื่นทางบวก (Positive) ที่มีค่าแอมพลิจูดสูงสุดที่เกิดเมื่อช่วงเวลาหลังการได้รับการกระตุ้น (Latency) ประมาณ 100 มิลลิวินาทีเรียกว่า P100 และถ้าเกิดที่ Latency ประมาณ 200, 300 มิลลิวินาทีเรียกว่า P200, P300 เป็นต้น (Daltrozzo, Wioland, Mutschler, & Kotchoubey, 2007; Freeman, Ambady, & Holcomb, 2010; Sur & Sinha, 2009) รายละเอียดดังต่อไปนี้

1) คลื่น P100 หรือ P1 เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potential: ERP) ได้จากเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง Electroencephalography (EEG) เป็นคลื่นเชิงบวก (Positive) ความสูงของคลื่นปรากฏที่เวลา 65-100 มิลลิวินาทีเกี่ยวข้องกับการประมวลผลทางการรับรู้ด้านการมองเห็น (Visual) เกิดจากการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าชนิดแสงที่เป็นไฟกระพริบของแสงสีขาว (Flashed) ปรากฏชัดเด่นที่สมองบริเวณส่วนหลัง (Occipital Lobe) แสดงให้เห็นถึงการทำงานครั้งแรกของสมองในการให้ความสนใจ (Pay Attention) ไปยังสิ่งเร้าที่มากระตุ้น (Stimulus)

ชี้ให้เห็นถึงสมองมีการรับรู้โดยอัตโนมัติจากสิ่งเร้าที่เป็นแสง ได้เร็วสุดที่เวลา 65 มิลลิวินาทีที่บริเวณสมองส่วนหลัง (Occipital Lobe) หรือที่ Brodmann Area (BA) ตำแหน่ง 17-18-19

2) คลื่น N100 หรือ N1 เสียง (Auditory) เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ในเชิงลบ (Negative) ที่เวลา 80-120 มิลลิวินาทีเกิดจากการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าชนิดเสียง เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากการรับรู้เสียง ปรากฏชัดเจนที่สมองบริเวณขมับ (Temporal Lobe) ส่วนหน้า (Frontal Lobe) และส่วนกลาง (Parietal Lobe) และพบในสมองด้านขวามากกว่าด้านซ้ายการใช้งานในทางคลินิกของ N100 ใช้ทดสอบความผิดปกติในการได้ยินหากกระตุ้นด้วยเสียงแล้วไม่ปรากฏคลื่นนี้ แสดงว่าบุคคลนั้นมีปัญหาทางการได้ยินหรือมีอาการ Dyslexia ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้ด้านภาษาและใช้ในการทดสอบอาการโคม่าของสมอง (Coma) นอกจากนี้ N100 ยังใช้ในการทดสอบการได้ยิน ในประเภท Mismatch Negativity (MMN) เป็นการศึกษาการปรากฏของคลื่น N100 ขณะสลับให้-ไม่ให้สิ่งเร้า (go-no go task) ที่เป็นสัญญาณชนิดเสียง

3) คลื่น N100 หรือ N1 ภาพ (Visual) เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ในเชิงลบ (Negative) ที่เวลา 150-200 มิลลิวินาทีเกิดจากการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าด้านการมองเห็นที่เป็นภาพ กระพริบที่เวลา 150-170 มิลลิวินาทีหากเป็นภาพจะปรากฏคลื่นที่ 170-200 มิลลิวินาที เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากการรับรู้ของประสาทสัมผัสการมองเห็นทางตาปรากฏชัดเจนที่สมองบริเวณส่วนหลัง (Occipital Lobe) รองลงมาคือส่วนกลาง (Parietal Lobe) ขมับ (Temporal Lobe) และพบบ้างในสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) การใช้งานในทางคลินิกของคลื่น N100 ที่เวลา 150-170 มิลลิวินาที

4) คลื่น N170 เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potential: ERP) ในเชิงลบ (Negative) ความสูงของคลื่นปรากฏในช่วงความกว้างของคลื่นที่เวลา 150-200 มิลลิวินาทีเกี่ยวข้องกับการรับรู้ภาพ ใบหน้าของบุคคล (Face Perception) โดยเฉพาะการรับรู้ภาพดวงตาของบุคคล ปรากฏชัดเจนเมื่อเทียบกับการให้สิ่งเร้าอื่น ที่ไม่ใช่ใบหน้าบุคคล เช่น ภาพดอกไม้ ภาพบ้าน ภาพธรรมชาติ หากนำเสนอสิ่งเร้าที่เป็นภาพใบหน้าบุคคล จะปรากฏคลื่น N170 แสดงการทำงานชัดเจนที่สมองบริเวณส่วนหลัง (Occipital Lobe) รองลงมาคือส่วนหลังกลาง (Occipital-Parietal) หลังขมับ (Occipital-Temporal) และปรากฏบ้างในสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) และพบในสมองทางด้านขวามากกว่าด้านซ้าย

5) คลื่น P200 หรือ P2 เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potential: ERP) ในเชิงบวก (Positive) ความสูงของคลื่นปรากฏที่เวลา 160-275 มิลลิวินาทีเกี่ยวข้องกับการประมวลผลที่หลากหลายทางปัญญา (Cognitive) เช่น ด้านการรับรู้ (Perception) ความสนใจ (Attention) ความจำ (Memory) และทางภาษา ทั้งในด้านภาพ และด้านเสียง โดยนิยมใช้ในการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างตรวจสอบสิ่งเร้า ที่เป็นเป้าหมายและไม่ใชเป้าหมาย

(Target/non-Target) ที่นำเสนอสลับกันอย่างรวดเร็วในกระบวนทัศน์ Oddball (Oddball Paradigms) เพื่อทดสอบความสนใจ (Attention) ความจำ (Memory) และการเลือกตอบสนอง (Response Selection) โดยนำเสนอสิ่งเร้าเป้าหมายและสิ่งเร้าที่ไม่ใช่เป้าหมาย มีลักษณะเป็นตัวรบกวน (Distracter) เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเลือกตอบสนองให้ถูกต้องภายในเวลาที่จำกัด

6) คลื่น N200 หรือ N2 เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potential: ERP) ในเชิงลบ (Negative) ที่เวลา 200-350 มิลลิวินาทีเกี่ยวข้องกับการประมวลผลที่หลากหลายทางปัญญา เช่น การบริหารจัดการของสมอง (Executive Function) และความจำขณะคิด (Working Memory) ด้านการรับรู้ (Perception) ความสนใจ (Attention) ความจำ (Memory) และทางภาษา ทั้งใน ด้านภาพและด้านเสียง โดยใช้ตรวจสอบสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน Mismatch Negativity (MMN) ที่เป็นเป้าหมายและที่ไม่ใช่เป้าหมาย (Target/non-Target) และ go/no-go Task ที่นำเสนอสลับกันอย่างรวดเร็วในกระบวนทัศน์ Oddball (Oddball Paradigms) เพื่อทดสอบความสนใจ ความจำ และการเลือกตอบสนอง (Response Selection) โดยนำเสนอสิ่งเร้าเป้าหมาย (Target) หรือเป็นสิ่งเร้าใหม่ (Novelty) กับสิ่งเร้าที่ไม่ใช่เป้าหมาย มีลักษณะเป็นตัวรบกวน (Distracter) เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเลือกตอบสนองให้ถูกต้อง ตัวอย่างกรณีสิ่งเร้าเป็นภาพ เช่น หากปรากฏภาพ A ให้กลุ่มตัวอย่างตอบสนองโดยการกดแป้นขวา หากปรากฏภาพ B ให้กดแป้นซ้ายภาพที่ปรากฏจะเรียงแบบสลับ เช่น AAABAAAABBA เป็นต้น ขณะทำกิจกรรมมีคลื่น N200 ปรากฏชัดเจนที่บริเวณสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) รองลงมาคือสมองส่วนกลาง (Parietal Lobe) และส่วนข้าง (Temporal Lobe)

7) คลื่น P300 หรือ P3 เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potential: ERP) ในเชิงบวก (Positive) ปรากฏความสูงของคลื่นอย่างชัดเจน ที่เวลา 250-550 มิลลิวินาทีเกี่ยวข้องกับการประมวลผลที่หลากหลายของการทำงานทางปัญญาของสมอง (Cognitive Function) เช่น การคิด (Thinking) การตัดสินใจ (Decision Making) การประเมิน (Evaluation) การแก้ปัญหา (Problem Solving) และการจัดหมวดหมู่ (Categorization) คลื่น P300 ปรากฏการทำงานที่ชัดเจนบริเวณสมองส่วนขมับและสมองส่วนหน้าผากมีบทบาทสำคัญในการประมวลผลข้อมูลเสียงและการจัดเก็บข้อมูลในความจำขณะคิด (phonological working memory) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และการใช้ภาษาในชีวิตประจำวัน โดยสมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) โดยเฉพาะ superior temporal gyrus เป็นพื้นที่ที่มีบทบาทสำคัญในการประมวลผลเสียงและการรู้จำคำพูด รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลเสียงในหน่วยความจำระยะสั้น (Baddeley, 2003) นอกจากนี้ left posterior superior temporal gyrus หรือที่เรียกว่า Wernicke's area ยังมีความสำคัญในการแยกแยะเสียงคำและการเรียนรู้คำศัพท์ใหม่ ซึ่งเป็นการประมวลผลเสียงภาษาที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารและการเข้าใจภาษา (Polich, 2007) ในขณะที่ สมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) โดยเฉพาะ

บริเวณ prefrontal cortex มีบทบาทสำคัญในการควบคุมและจัดการข้อมูลในความจำขณะคิด รวมถึงการจัดการกับข้อมูลเกี่ยวกับเสียงใน phonological working memory (Baddeley, 2003) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้เราสามารถประมวลผลและจัดระเบียบข้อมูลที่ได้รับมาในการพูดหรือการอ่านได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Polich, 2007)

การทำงานร่วมกันของสมองส่วนขมับและสมองส่วนหน้าผากใน Frontal-Temporal Networks มีความสำคัญในการจัดการข้อมูลเสียงและการแยกแยะเสียงในภาษาต่าง ๆ การประมวลผลนี้สามารถสร้างการตอบสนองที่วัดได้ในคลื่น P300 ซึ่งสะท้อนถึงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลเสียงใน phonological working memory (Picton, 1992) คลื่น P3 ประกอบด้วยคลื่น P3a เป็นคลื่นแรกของ P300 และ P3b เป็นคลื่นที่สองของ P300

P3a เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ปรากฏในช่วงเวลา 250-350 มิลลิวินาที เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองในด้านกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ร่วมกับความจำขณะคิด (Working Memory) ในการประมวลผลด้านการตัดสินใจ (Decision Making) การประเมิน (Evaluation) การจัดหมวดหมู่ (Categorization) ความสนใจ (Attention) และการพิจารณาว่าเป็นสิ่งใหม่หรือเก่า (Novelty) คลื่น P3a แสดงการทำงานที่ชัดเจนบริเวณสมองส่วนหน้ามากที่สุด (Frontal Lobe) โดยเฉพาะ Prefrontal นอกจากนี้มีปรากฏการณ์เล็กน้อยที่สมองส่วนกลาง (Parietal Lobe) และสมองส่วนข้าง (Temporal Lobe)

P3b เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ปรากฏเป็นยอดคลื่นที่สองของ P300 ที่ช่วงเวลา 250-550 มิลลิวินาที เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองในด้านกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ร่วมกับความจำขณะคิด (Working Memory) และการดึงข้อมูลมาจากความจำระยะยาว (Long-term Memory) ของการคิดประมวลผล ในด้านการตัดสินใจ (Decision Making) การประเมิน (Evaluation) การจัดหมวดหมู่ (Categorization) การแก้ปัญหา (Problem Solving) คลื่น P3b ปรากฏการทำงานที่ชัดเจนบริเวณสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ร่วมกับสมองส่วนกลาง (Parietal Lobe) และสมองส่วนข้าง (Temporal Lobe) แสดงให้เห็นการทำงานร่วมกันระหว่าง กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) กับกระบวนการด้านความจำ (Memory Process)

8) คลื่น N400 เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potential: ERP) ในเชิงลบ (Negative) ปรากฏความสูงของคลื่นในทิศทางลบที่เวลา 280-500 มิลลิวินาที เกี่ยวข้องกับการประมวลผลที่หลากหลายทางภาษา (Language) เป็นการทำงานของสมองและระบบประสาททางด้านภาษา (Neurolinguistic) ของสิ่งเร้าที่เป็นคำพูด ทั้งภาพและเสียง (Visual and Auditory Words) แสดงการตอบสนองของสมองต่อคำ ที่เป็นคำใหม่ (Novelty Words) หรือคำที่ไม่

คาดคิด (Unexpected Words) ของสิ่งเร้าที่เป็นประโยคคำพูด โดยสามารถนำเสนอได้ทั้งชนิดภาพหรือเสียง

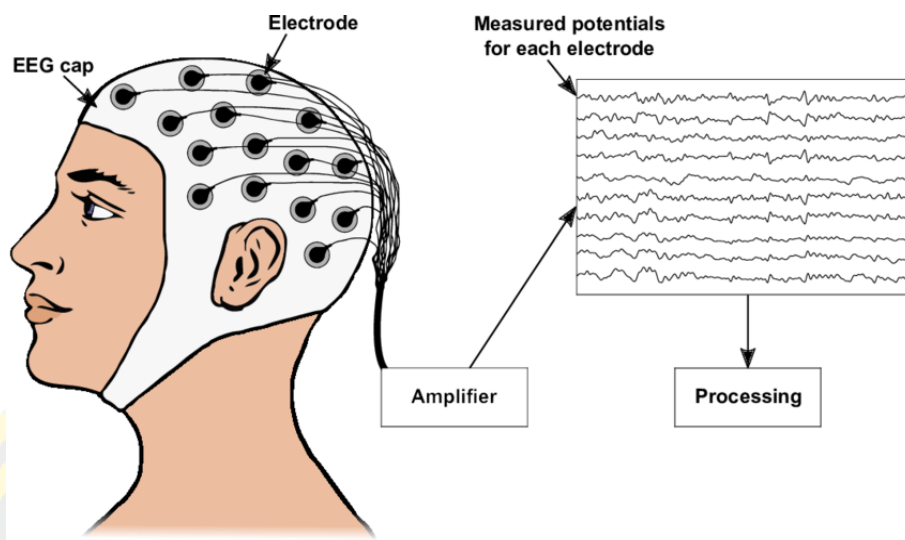
9) คลื่น P600 เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potential: ERP) ในเชิงบวก (Positive) ที่เวลา 500-650 มิลลิวินาทีเกี่ยวข้องกับการประมวลผลทางภาษา (Language) เป็นการทำงานของสมองและระบบประสาททางด้านภาษา (Neurolinguistic) ของสิ่งเร้าที่เป็นคำพูดทั้งภาพและเสียง (Visual and Auditory Words) แสดงการตอบสนองของสมอง ต่อไวยากรณ์ (Grammatical) หรือประโยค (Syntactic) จึงกล่าวได้ว่าคลื่น P600 เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองในด้านการประมวลผลประโยค (Sentence Processing) และการประมวลผลวลี (Phrase Processing) การตอบสนองของสมองต่อประโยคใหม่ (Novelty Sentence) ประโยคที่ไม่คาดคิด (Unexpected Sentence) หรือมีความขัดแย้งของประโยค (Disagreement) หรือของวลี และการตีความ (Interpretation) ของสิ่งเร้าที่เป็นประโยคหรือวลี คำพูด โดยสามารถนำเสนอได้ทั้งชนิดภาพปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือเสียงทางหูฟัง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องช่วงคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERPs) คลื่นไฟฟ้า P300 เป็นคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นเมื่อสมองประมวลผลข้อมูลใหม่หรือสิ่งเร้าที่ไม่คาดคิด โดยมีความสัมพันธ์กับการประมวลผลข้อมูลทางภาษาและความจำขณะคิด ตัวคลื่นนี้สะท้อนถึงการทำงานของความจำระยะสั้นที่ใช้ในการรับรู้และเข้าใจคำ รวมถึงการแยกแยะคำที่มีความหมายหรือข้อมูลที่สำคัญจากข้อมูลที่ไม่สำคัญ (Bonala & Jansen, 2012; Studenova et al., 2023) การตอบสนองของ P300 ในกรณีที่มีการกระตุ้นทางภาษา เช่น การฟังคำหรือการเข้าใจประโยคที่ผิดปกติหรือข้อมูลที่ไม่ตรงตามคาดการณ์ ช่วยบ่งชี้ถึงความสามารถในการประมวลผลภาษาและการทำงานของ ความจำ (Harwood et al., 2022) โดยเฉพาะในเด็ก และคลื่น P300 สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ในการประเมินทักษะความจำทางภาษา (Dolu et al., 2005) ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น P300 กับความจำขณะคิดและการควบคุมความสนใจ โดยเฉพาะในบริบทของการประมวลผลภาษา ได้สะท้อนถึงความสามารถในการประมวลผลและจำข้อมูลทางภาษา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการคิดและการใช้ภาษาในการแก้ปัญหาหรือเข้าใจบริบทต่าง ๆ การศึกษายังพบว่าในผู้ที่มีภาวะ MCI หรือโรคอัลไซเมอร์ การตอบสนองของ P300 ที่ผิดปกติสามารถสะท้อนถึงความผิดปกติในการประมวลผลข้อมูลทางภาษาและความจำ (Tsolaki et al., 2017) ทั้งนี้ P300 ยังมีความสัมพันธ์กับ fluid intelligence ที่ช่วยในการแก้ปัญหาและประมวลผลข้อมูลใหม่ ๆ (Amin et al., 2015) และ คลื่น P300 พบว่าการทำงานของสมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) และสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) มีบทบาทสำคัญในการประมวลผลข้อมูลเสียงและการจัดเก็บข้อมูลในความจำขณะคิด (phonological working memory) โดยสมองส่วนขมับช่วยในการประมวลผลเสียงและรู้จำคำพูด ขณะที่สมองส่วนหน้าช่วยในการจัดการข้อมูลเสียงในความจำ การทำงานร่วมกันของสมองทั้งสองส่วนนี้สามารถสร้างการตอบสนองที่

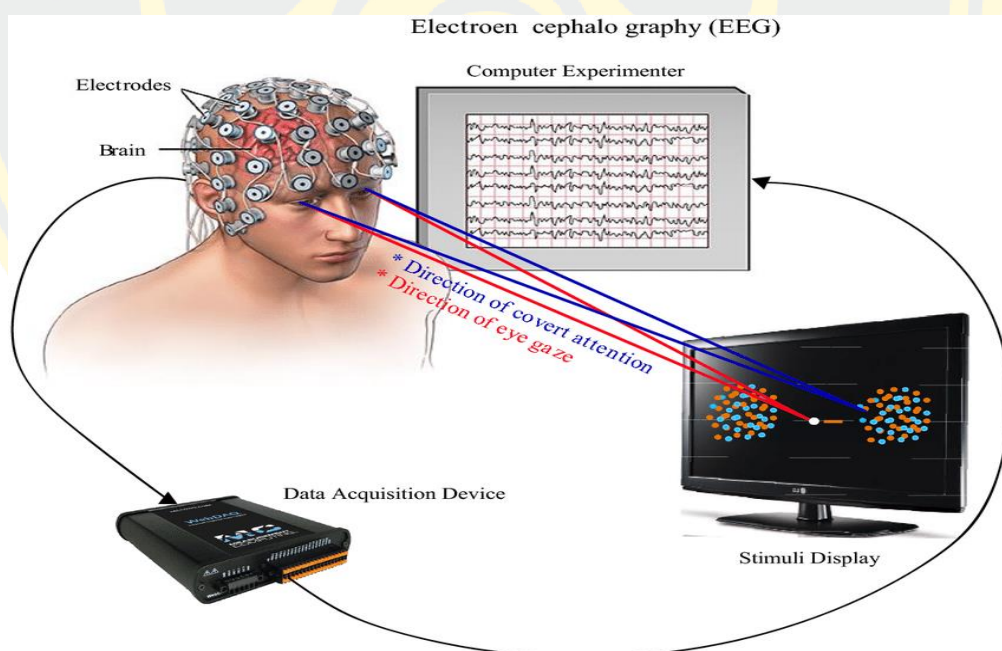
วัดได้ในคลื่น P300 ซึ่งสะท้อนถึงกระบวนการใน phonological working memory (Baddeley, 2003; Polich, 2007; Picton, 1992)

6. การบันทึกด้วยกระแสไฟฟ้า (Electrical Recording)

การบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองใน Event-Related Potentials (ERP) เริ่มต้นด้วยการติดตั้งขั้วไฟฟ้า (Electrode) บนหนังศีรษะของผู้เข้าร่วมการทดลองตามระบบมาตรฐาน 10 – 20 ซึ่งเป็นการวางขั้วไฟฟ้าในตำแหน่งที่สามารถจับสัญญาณไฟฟ้าจากสมองได้ทั่วถึง ขั้วไฟฟ้าที่ใช้สามารถเป็นแบบแผ่นแปะหรือหมวกครอบศีรษะที่มีขั้วไฟฟ้าหลายตัวติดอยู่ภายในหมวก เพื่อให้สามารถบันทึกสัญญาณจากหลายจุดพร้อมกัน ขั้วไฟฟ้าที่ติดตั้งจะมีการตรวจสอบค่า Impedance ก่อนเริ่มบันทึกเพื่อให้การส่งสัญญาณมีคุณภาพสูง สัญญาณที่บันทึกได้จากขั้วไฟฟ้ามีความแรงต่ำในระดับ มิลลิโวลต์ (mV) ซึ่งต้องใช้ Bio Amplifier (เครื่องขยายสัญญาณชีวภาพ) เพื่อขยายสัญญาณเหล่านี้ให้อยู่ในระดับที่สามารถวิเคราะห์ได้ การกรองสัญญาณจะทำในย่านความถี่ที่เหมาะสม เช่น ความถี่ของคลื่นสมองที่ศึกษาหรือที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของสมอง ต่อจากนั้นสัญญาณจะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยเครื่อง Digitizer ซึ่งจะทำให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลและวิเคราะห์ต่อได้ การส่งสัญญาณจาก Digitizer ไปยังคอมพิวเตอร์จะต้องมีการแยกวงจรไฟฟ้าเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลย้อนกลับจากคอมพิวเตอร์ไปยังขั้วไฟฟ้า ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายได้ การใช้เทคโนโลยีที่ใช้แสงแทนการใช้ไฟฟ้าช่วยในการส่งข้อมูลจะทำให้การส่งข้อมูลปลอดภัยยิ่งขึ้น เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จแล้ว ERP ที่เกิดขึ้นจะถูกเฉลี่ยจากหลาย ๆ การกระตุ้นเพื่อเพิ่มความชัดเจนของคลื่นที่เกิดจากเหตุการณ์เฉพาะ เช่น การตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่แสดงให้เห็นผู้ทดลอง จากนั้นสัญญาณเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ การศึกษา หรือวินิจฉัยเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของสมองตามเป้าหมายการศึกษาที่ตั้งไว้ (Niedermeyer & da Silva, 2004; Abdulkader, Atia, & Mostafa, 2015) แสดงในภาพที่ 28 และภาพที่ 29



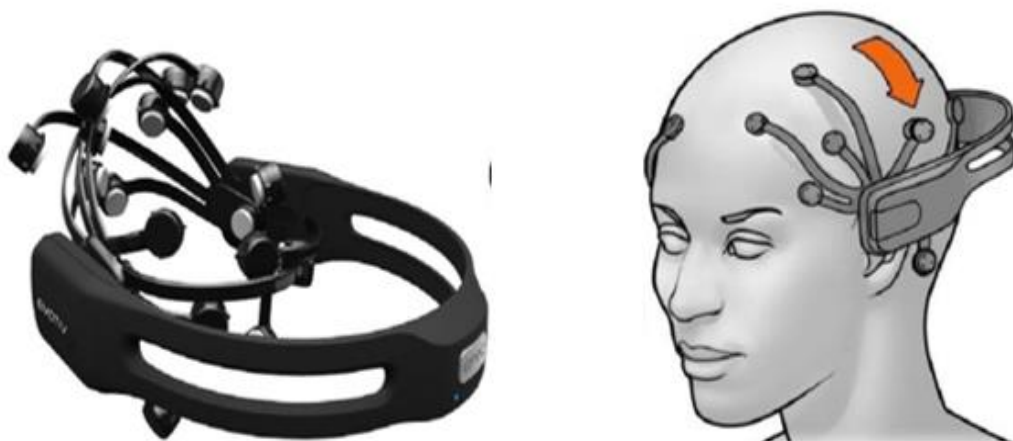
ภาพที่ 28 ตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะ
ที่มา : Nagel (2019)



ภาพที่ 29 ขั้นตอนการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง
ที่มา : Davoudi, Ahmadi and Daliri (2021)

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือที่ใช้สำหรับการบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองคือ EPOC X - 14 Channel Wireless EEG Headset เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกและวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนาโดยบริษัท Emotiv มีคุณสมบัติเบื้องต้นดังนี้ เป็นส่วนขยายเสริมที่ออกแบบมาสำหรับผู้ใช้งานขั้นสูงในสาขาต่างๆ เช่น การวิจัยและการศึกษา โดยส่วนขยายนี้จะเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบข้อมูล EEG แบบเรียลไทม์แบบดิบ การทดลอง EEG การดูบันทึก และส่งออกสตรีมข้อมูลต่างๆ รวมถึงแบนด์ความถี่ FFT และเมตริกประสิทธิภาพ เครื่องมือประกอบด้วย ขั้ววัดสัญญาณ 14 ขั้ว จัดเรียงตามมาตรฐานนานาชาติ 10-20 หรือ International 10-20 Systems (Duvinage et al., 2012) ได้แก่ AF3, AF4, F3, F4, F7, F8, FC5, FC6, P7, P8, T7, T8, O1, O2 มีอัตราการสุ่มสัญญาณ (Sampling rate) ที่ 128 Hz. (2048 Hz ที่ภายใน) ส่วนความละเอียดของการสุ่มสัญญาณที่ 16 bits กรองสัญญาณที่ความถี่ 0.2-45 Hz. (Band pass filter) สกัดสัญญาณไฟฟ้า AC ที่ 50 และ 60 Hz. สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมทางสมองจะบันทึกผ่านขั้วไฟฟ้า (Electrode) จากนั้นจะนำสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองมาผ่านกระบวนการขยายสัญญาณให้มีความแรงขึ้นในระดับ 1000 ถึง 2000 เท่า เพื่อนำสัญญาณที่มีระดับที่แรงเพียงพอไปจำแนกสัญญาณรบกวน (Artifact) ที่ไม่ต้องการออกไป ได้แก่ สัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ (EMG) สัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของดวงตา (Paszkiel & Paszkiel, 2020)

ดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 อุปกรณ์การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง
ที่มา : Ullah (2019)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Dolu (Dolu et al., 2005) การศึกษามุ่งเน้นการใช้คลื่น P300 เพื่อประเมินความจำขณะคิดในบุคคลที่มีสุขภาพดี โดยการศึกษาคลื่น P300 ซึ่งเป็นคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลที่สำคัญและการตัดสินใจทางสมอง เพื่อศึกษาการทำงานของความจำในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจำและการจัดการข้อมูลในระยะสั้น งานวิจัยนี้ใช้ P300 เพื่อประเมินความสามารถในการประมวลผลข้อมูลของสมองในกระบวนการทำงานของความจำ โดยการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการรับข้อมูลใหม่และการประมวลผลข้อมูลที่ต้องใช้ความจำในระยะสั้น ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคคลสุขภาพดีเพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานของ P300 ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความจำ ผลการศึกษาพบว่า คลื่น P300 สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ในการประเมินความสามารถของบุคคลในการทำงานของความจำ เช่น การจำข้อมูลใหม่หรือการประมวลผลข้อมูลที่ต้องใช้ความคิดอย่างมีประสิทธิภาพในระยะสั้น โดย P300 จะมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแยกแยะข้อมูลที่สำคัญจากข้อมูลที่ไม่สำคัญในบริบทของการประมวลผลข้อมูล ดังนั้น คลื่น P300 จึงเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการประเมินการทำงานของความจำขณะคิดในบุคคลที่มีสุขภาพดี โดยการใช้ P300 สามารถช่วยให้เข้าใจถึงกระบวนการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจำข้อมูลและการตัดสินใจ ซึ่งมีความสำคัญในการศึกษาและประเมินสมรรถภาพทางสมอง

Tettamanti (2005) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างการฟังคำและการกระทำ โดยทำการศึกษาผลกระทบของการฟังคำที่เกี่ยวข้องกับการกระทำ (Action-related words) เช่น คำที่เกี่ยวข้องกับการจับหรือการเคลื่อนไหว ซึ่งพบว่าเมื่อคนฟังคำเหล่านี้ ระบบการกระทำในสมอง (Motor system) จะถูกกระตุ้นเช่นเดียวกับการเคลื่อนไหวจริง ๆ ในการใช้เซลล์กระจกเงาในการเรียนรู้ภาษา การศึกษานี้สนับสนุนแนวคิดที่ว่าเซลล์กระจกเงามีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงคำกับการกระทำ โดยการใช้คำที่เกี่ยวข้องกับการกระทำจะช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบเซลล์กระจกเงาในสมอง ซึ่งอาจส่งผลให้การเรียนรู้ภาษามีความสัมพันธ์กับการกระทำที่สามารถเข้าใจและเลียนแบบได้ง่ายขึ้น ทำให้การเรียนรู้ภาษามีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเซลล์กระจกเงาช่วยในการเชื่อมโยงคำกับการกระทำจริง ๆ

Tsolaki (2017) ได้การศึกษาแหล่งที่มาของคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ (ERPs) โดยเฉพาะคลื่น MMN (Mismatch Negativity) และ P300 ในผู้ป่วยที่มีภาวะ Mild Cognitive Impairment (MCI) และ Alzheimer's disease (AD) ด้วยการใช้เทคนิค EEG ที่มีความละเอียดสูง (high-density EEG) เพื่อระบุตำแหน่งที่แน่ชัดของการตอบสนองทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลผู้ป่วยที่มีภาวะ MCI และ AD โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองทางสมองในผู้ป่วยที่มีภาวะ Mild Cognitive Impairment (MCI) ซึ่งเป็นภาวะเสี่ยงก่อนการพัฒนาเป็นโรคอัลไซเมอร์ และผู้ป่วย Alzheimer's disease (AD) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลง

ในแหล่งที่มาของ MMN และ P300 สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ในการวินิจฉัยภาวะ MCI และ AD โดยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในแหล่งที่มาของคลื่นไฟฟ้าสมองนี้ช่วยในการแยกแยะภาวะเสื่อมสมองในระยะเริ่มต้น โดยมีการเปลี่ยนแปลงในแหล่งที่มาของคลื่นไฟฟ้าสมองที่แสดงถึงการทำงานที่ไม่สมบูรณ์ในการประมวลผลข้อมูลทางประสาทสัมผัสและการจำ แสดงให้เห็นว่า การศึกษาแหล่งที่มาของคลื่น MMN และ P300 ด้วยการใช้เทคนิค high-density EEG สามารถช่วยให้เราเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงในการทำงานของสมองในผู้ป่วยที่มีภาวะ Mild Cognitive Impairment (MCI) และ Alzheimer's disease (AD) และสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินและวินิจฉัยความผิดปกติทางสมองในระยะเริ่มต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Picton (2000) กล่าวถึงการศึกษาเกี่ยวกับคลื่น P300 และกระบวนการเสื่อมถอยทางสติปัญญาที่เกิดขึ้นตามอายุ การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่บทบาทของคลื่น P300 ในการแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชันการรับรู้และการประมวลผลข้อมูลในผู้สูงอายุ การวิจัยพบว่าในผู้สูงอายุ มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในลักษณะของคลื่น P300 เมื่อเทียบกับผู้ที่ยังมีอายุน้อยกว่า โดยมีการลดลงของขนาด (Amplitude) และมีความล่าช้าในระยะเวลา (Latency) ของคลื่น P300 ซึ่งเป็นสัญญาณที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมถอยของกระบวนการรับรู้และการประมวลผลข้อมูลในสมอง แสดงให้เห็นว่า คลื่น P300 ในการประเมินกระบวนการทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับอายุ และแนะนำให้มีการใช้คลื่นนี้ในการตรวจสอบการทำงานของสมองในงานวิจัยและการประเมินภาวะสมองเสื่อมในอนาคต

Picton and Taylor (2007) ได้ศึกษาการศึกษาการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงทางประสาทไฟฟ้าของสมองมนุษย์ในช่วงวัยต่าง ๆ โดยใช้คลื่น P300 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินการทำงานของสมองในเด็กและวัยรุ่น เพื่อประเมินกระบวนการทางสติปัญญาและการรับรู้ในช่วงพัฒนาการของสมอง โดยคลื่น P300 เป็นคลื่นสมองที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่สำคัญและเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษากระบวนการตัดสินใจและการเลือกข้อมูลที่สำคัญ การศึกษาแสดงให้เห็นว่าในช่วงวัยเด็กและวัยรุ่น คลื่น P300 จะมีลักษณะที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ในแง่ของ amplitude และ latency ในช่วงพัฒนาการของสมอง คลื่น P300 จะมีการเปลี่ยนแปลงในแง่ของความเร็วในการตอบสนองและความแรงของคลื่นตามอายุ โดยในเด็กและวัยรุ่น คลื่น P300 จะมีระยะเวลาการตอบสนองที่ช้ากว่าและขนาดของคลื่นที่เล็กกว่าเมื่อเทียบกับผู้ใหญ่ ซึ่งบ่งชี้ถึงกระบวนการพัฒนาของระบบประสาทในสมองที่ยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ การศึกษายังพบว่าเมื่อสมองเติบโตและพัฒนามากขึ้นในวัยผู้ใหญ่ การตอบสนองของคลื่น P300 ก็จะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นและการตอบสนองที่เร็วขึ้น โดยสรุปงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า คลื่น P300 เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการศึกษากระบวนการพัฒนาของสมองมนุษย์ โดยเฉพาะในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของการตอบสนองสมองในช่วงวัยเด็กและวัยรุ่น ซึ่งการศึกษานี้ช่วยให้เราเข้าใจถึงการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงทางประสาทวิทยาของสมองที่เกิดขึ้นตามอายุ

Polich (2007) ได้เสนอการแยกและทำความเข้าใจการทำงานของคลื่น P300 ซึ่งมีสองส่วนหลัก ได้แก่ P3a และ P3b และการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทั้งสองชนิดนี้ในสมอง

1) P3a เกิดขึ้นเมื่อมีสิ่งเร้าที่ไม่คาดคิดหรือไม่คาดการณ์เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม (เช่น เสียงที่ไม่คุ้นเคย หรือการกระตุ้นจากสิ่งที่ดึงดูดความสนใจ) ซึ่งเป็นสัญญาณที่สมองต้องตอบสนองอย่างรวดเร็ว ส่วนการประมวลผลเกี่ยวข้องกับการตั้งสมาธิและกรองข้อมูลที่ไม่สำคัญ หรือการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ไม่คาดคิดในสภาพแวดล้อม ตำแหน่งที่พบ P3a มักเกิดขึ้นในบริเวณสมองส่วนหน้า (Frontal areas) และมักเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นทางจิตใจ 2) P3b เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่สมองต้องประมวลผลข้อมูลที่สำคัญหรือจำเป็นต่อการตัดสินใจ เช่น การตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่คาดการณ์ได้ หรือสิ่งเร้าที่ต้องใช้ความจำหรือการตัดสินใจ ส่วนการประมวลผลเกี่ยวข้องกับความระมัดระวังที่ซับซ้อน เช่น ความจำระยะยาวและการประมวลผลข้อมูลที่ต้องใช้การคิดลึกซึ้ง ตำแหน่งที่พบ P3b มักพบในบริเวณสมองส่วนกลาง (Central) และขมับ (Temporal) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลที่ต้องการตอบสนองที่ซับซ้อน 3) การประมวลผลข้อมูลของ P300 คือ P3a และ P3b ทั้งสองชนิดทำงานร่วมกันในการประมวลผลข้อมูลที่สำคัญและไม่สำคัญในสมอง โดย P3a จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ไม่คาดคิด ในขณะที่ P3b จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ต้องใช้การประมวลผลข้อมูลที่มีความซับซ้อน สรุปงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการประมวลผลข้อมูลที่สมองทำผ่านคลื่น P300 ซึ่งแบ่งออกเป็น P3a (การตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ไม่คาดคิด) และ P3b (การตอบสนองต่อข้อมูลที่มีความสำคัญหรือซับซ้อน)

Ou, Wu, Zhao and Wu (2012) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง คลื่น P300 และประสิทธิภาพการนำทางในการขับรถ เพื่อสำรวจว่า ความสูงของคลื่น P300 สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างบุคคลในแง่ของการปฏิบัติงานในการนำทางขณะขับรถได้หรือไม่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความสูงของคลื่น P300 ที่วัดจากกิจกรรมทางสมองกับประสิทธิภาพในการนำทาง ในงานขับรถ โดยมุ่งเน้นไปที่การใช้คลื่น P300 เป็นเครื่องมือในการทำนายความสามารถของบุคคลในการนำทางในสถานการณ์การขับขี่ วิธีการวิจัยมีผู้เข้าร่วมการศึกษาได้รับการทดสอบในการทำภารกิจการขับขี่ ซึ่งต้องมีการตัดสินใจในการเลือกทิศทางที่ถูกต้องตามข้อมูลที่ได้รับจากสัญญาณแสดงทิศทางในหน้าจอ จากนั้นผู้เข้าร่วมจะได้รับการบันทึก คลื่น P300 โดยใช้การทดสอบ Event-Related Potential (ERP) เพื่อวิเคราะห์ความสูงของ P300 ขณะทำภารกิจการขับขี่ ผลการศึกษาพบว่า ความสูงของคลื่น P300 มีความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญกับประสิทธิภาพการนำทาง ในการขับรถ กล่าวคือ ผู้ที่มีความสูงของ P300 สูงมักจะมีประสิทธิภาพในการนำทางที่ดีกว่า (สามารถตัดสินใจได้เร็วและแม่นยำมากขึ้น) ในขณะที่ผู้ที่มีความสูง P300 ต่ำ มักจะทำผิดพลาดในการนำทางหรือใช้เวลานานในการตัดสินใจ

Schendan and Ganis (2012) ศึกษากลไกทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภาพในใจ (Mental imagery) การจำลองทางจิต (Mental simulation) และการรับรู้ที่สัมพันธ์กับร่างกาย

(Grounded or embodied cognition) โดยใช้ข้อมูลจาก Potentials ที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองทางไฟฟ้า (Electrophysiological potentials) เพื่อสำรวจการทำงานของสมองในแต่ละกระบวนการเหล่านี้ วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาคือการสำรวจกลไกทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภาพในใจและการจำลองทางจิต โดยใช้ Potentials ของสมองที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ (ERPs) เพื่อทำความเข้าใจว่า การสร้างภาพในใจ และการจำลองทางจิต เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสมองอย่างไร โดยเฉพาะในแง่ของ Grounded cognition ที่เชื่อมโยงการรับรู้กับการเคลื่อนไหวและการมีอยู่ของร่างกาย งานวิจัยนี้ใช้ เทคนิค Event-Related Potentials (ERPs) การศึกษาครั้งนี้ศึกษาผลกระทบของกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ Grounded cognition ผลการศึกษาพบว่า 1) การสร้างภาพในใจและการจำลองทางจิต แสดงการตอบสนองที่ชัดเจนในคลื่น P300 และ N400 ซึ่งเป็นคลื่นที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลทางภาษาและการรับรู้ทางประสาทสัมผัส โดยการกระตุ้นที่เกี่ยวข้องกับภาพและการจำลองในใจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะของคลื่นไฟฟ้าสมอง และ 2) Grounded cognition การทำงานของสมองในการรับรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการสัมผัสกับโลกภายนอกแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างการกระทำทางร่างกายและการรับรู้ทางจิต ซึ่งทำให้เกิดการตอบสนองที่มีความสัมพันธ์กับ สมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว เช่น motor cortex และ premotor areas และ 3) ERPs (P300 และ N400) คลื่นเหล่านี้ช่วยแสดงการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างภาพในใจ และการจำลองทางจิต โดยมีการตอบสนองที่เด่นชัดในช่วงเวลาที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลของข้อมูลที่ต้องใช้การคิดและการทำงานของสมองที่ซับซ้อน การศึกษาแสดงให้เห็นว่า การสร้างภาพในใจ และการจำลองทางจิตเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลายส่วนของสมอง โดยเฉพาะในสมองส่วนหน้าและสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวการแสดงออกของ P300 และ N400 แสดงถึงกระบวนการทางคognition ที่พิถีพิถัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างภาพและการกระตุ้นทางร่างกายในขณะที่ทำกิจกรรมทางจิตต่าง ๆ

Chen, Kuo, and Wang (2019) ศึกษาการจำแนกการฝึกความจำขณะคิดด้วยภาพและผลการปฏิบัติโดยการเชื่อมต่อที่มีประสิทธิภาพระหว่างงาน n-back: DCM ของการศึกษา ERP วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการฝึกอบรมและการฝึกปฏิบัติ Visual Working Memory (WM) อาจส่งผลให้ประสิทธิภาพของงานดีขึ้นและเพิ่มแอมพลิจูด P300 อย่างไรก็ตาม การฝึกอบรมเท่านั้นที่สามารถให้ผลการปรับปรุง N160 แอมพลิจูด N160 เกี่ยวข้องกับความสนใจเชิงมิติสัมพันธ์ โดยตั้งสมมติฐานว่าผลกระทบของการฝึกและการฝึก WM แบบเห็นภาพสามารถแยกออกจากรูปแบบการเชื่อมต่อที่มีประสิทธิภาพของสมองได้ เราเปรียบเทียบการกำหนดค่าการเชื่อมต่อประสาทที่แตกต่างกันสำหรับกิจกรรมสมองที่เกี่ยวข้องกับงานหลัก ซึ่งรวมถึง N160 และ P300 ระหว่างงาน 3 หลังที่มองเห็นได้ในอาสาสมัครหลังการฝึก WM ที่มองเห็นได้ (กลุ่ม WM) และหลังการฝึกปฏิบัติงานซ้ำ (กลุ่มควบคุม) ผลลัพธ์ด้านพฤติกรรมแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการฝึก และแนะนำ

ว่าการฝึก WM แบบเห็นภาพสามารถกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ของงานง่ายๆ นี้ได้ แอมพลิจูดสูงสุดของ N160 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการฝึกบริเวณสมองส่วนหน้าและส่วนหลัง แต่ลดลงหลังจากการฝึกฝนบริเวณส่วนหลัง ซึ่งบ่งชี้ถึงกลไกต่างๆ ในการกลั่นกรองผลการฝึกและการปฏิบัติ การฝึก WM ที่มองเห็นได้เปลี่ยนแปลงการเชื่อมต่อหน้าผาก-ขม่อม ซึ่งประกอบด้วยเครือข่ายการควบคุมผู้บริหาร (ECN) และเครือข่ายความสนใจด้านหลัง (DAN) ในขณะที่การปฏิบัติจะปรับการเชื่อมต่อข้างขม่อมและหน้าผากที่สนับสนุนการผลิต P300 สำหรับความสนใจแบบเลือก ควรสังเกตว่าผลการวิเคราะห์ในการศึกษานี้มีเงื่อนไขเกี่ยวกับแบบจำลองที่น่าเชื่อถือที่กำลังทดสอบและการตั้งค่าการทดลอง การศึกษาที่ทำงาน อุปกรณ์ และโมเดลที่น่าเชื่อถือต่างกันอาจนำไปสู่ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การค้นพบของเราเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการแยกความแตกต่างของการฝึก WM แบบเห็นภาพและผลกระทบจากการฝึกหัดโดยการทำให้ neuroplasticity ควรสังเกตว่าผลการวิเคราะห์ในการศึกษานี้มีเงื่อนไขเกี่ยวกับแบบจำลองที่น่าเชื่อถือที่กำลังทดสอบและการตั้งค่าการทดลอง การศึกษาที่ทำงาน อุปกรณ์ และโมเดลที่น่าเชื่อถือต่างกันอาจนำไปสู่ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การค้นพบของเราเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการแยกความแตกต่างของการฝึก WM แบบเห็นภาพและผลกระทบจากการฝึกหัดโดยการทำให้ neuroplasticity

Morrison and Taler (2020) ศึกษาการวัด ERP ของผลกระทบของอายุและการใช้สองภาษาที่มีต่อประสิทธิภาพของหน่วยความจำในการทำงาน การศึกษาในปัจจุบันใช้ electroencephalography เพื่อวัดความแตกต่างของการทำงานของสมอง (ศักยภาพที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์; ERP) ระหว่างเด็กที่พูดคนเดียวและผู้ใหญ่ที่พูดได้สองภาษาในระหว่างงานจับคู่กับตัวอย่างที่ล่าช้า แม้ว่าจะไม่มีผลของการใช้สองภาษาในการวัดพฤติกรรม แต่สังเกตความแตกต่างในการวัดทางไฟฟ้าฟิสิกส์ แม้ว่าจะไม่มีการสังเกตปฏิสัมพันธ์ระหว่างอายุตามภาษา แต่ก็มีผลกระทบหลักหลายประการ เมื่อเทียบกับคนหนุ่มสาว ผู้สูงอายุแสดงแอมพลิจูด N2 ที่เล็กกว่าและแอมพลิจูด P2 และ P3b ที่ใหญ่กว่าในสถานะโหลดปานกลางและสูง ผู้สูงอายุยังแสดงแอมพลิจูดของคลื่นช้าที่เพิ่มขึ้นซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกับเวลาตอบสนองที่เพิ่มขึ้น ความแตกต่างของ ERP ระหว่างงานที่ยากในผู้สูงอายุแนะนำให้ใช้กลไกการชดเชยเพื่อรักษาประสิทธิภาพที่คล้ายคลึงกันกับคนหนุ่มสาว สองภาษาแสดงแอมพลิจูด N2 และ P2 และ P3b ที่เล็กกว่าและใหญ่กว่าภาษาเดียว ความแตกต่างของ ERP ที่สังเกตได้จากสองภาษาอาจสะท้อนถึงความแตกต่างในการประมวลผลทางปัญญา

Luo and Zhou (2020) ศึกษาดัชนีวัดทางชีวภาพของคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ที่เกี่ยวข้องกับงานหน่วยความจำขณะจิตสามารถวัดสติปัญญาและทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเด็กที่มีสุขภาพดีได้หรือไม่ วัดคุณสมบัติของการศึกษาเพื่อศึกษาการเชื่อมโยงสติปัญญา (Gf) กับหน่วยความจำขณะจิต (WM) เกี่ยวกับคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ที่บ่งชี้สติปัญญาและบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมาย EEG ที่เกี่ยวข้องกับงานความจำขณะจิตกับสติปัญญา และผล

การเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง เป็นเด็กที่มีสุขภาพดีจำนวน 62 คนที่มีอายุระหว่าง 9 ถึง 12 ปีได้รับเลือกให้ทำงานสามอย่าง: (1) การทดสอบ Standard Progressive Matrices (RSPM) ของ Raven เพื่อประเมินสติปัญญา (Gf) ; (2) งาน 2 หลังเพื่อประเมินระบบผู้บริหารกลาง (CES); และ (3) งานจับคู่ตัวอย่างล่าช้าเพื่อประเมินการจัดเก็บระยะสั้น วิชานี้แบ่งออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูง (HA) และกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ (LA) ตามคะแนน RSPM เครื่องเวกเตอร์สนับสนุนและการถดถอยโลจิสติกถูกนำมาใช้เพื่อฝึกตัวบ่งชี้คลื่นไฟฟ้าสมอง ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ เพื่อทำนายผลการเรียนรู้ของเด็กโดยใช้แอมพลิจูด P3 เวลาแฝง P2 และ Θ -ERS ผลการศึกษาพบว่า ผลพฤติกรรมแสดงให้เห็นว่าอัตราที่ถูกต้องของกลุ่ม HA สูงกว่ากลุ่ม LA ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ของงาน 2-back แสดงให้เห็นว่าแอมพลิจูด P3 ของกลุ่ม HA ค่อนข้างใหญ่กว่า และเวลาแฝง P2 นั้นสั้นกว่าที่พบในกลุ่ม LA สำหรับการจับคู่ล่าช้ากับงานตัวอย่าง Θ -ERS ของกลุ่ม LA มีค่าสูงกว่ากลุ่ม HA อย่างไรก็ตาม พื้นที่ใต้เส้นโค้งของตัวบ่งชี้ทั้งสามนี้สำหรับ Gf คือ < 0.75 สำหรับแต่ละอันและ < 0.85 สำหรับตัวบ่งชี้ที่รวมกัน ในการทำนายผลการเรียนรู้ มีเพียงแอมพลิจูด P3 ที่แสดงผลอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ผลลัพธ์รายงานว่าการใช้พลัง P3, P2 หรือที่ต่ำในการทดสอบไซโครเมตริกมาตรฐานเพื่อประเมินความฉลาดของแต่ละบุคคล

Wang (2021) มุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพในการตรวจจับ คลื่น P300 โดยใช้เทคนิค Multiscale Convolutional Neural Network (Multiscale-CNN) การศึกษานี้มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาและปรับปรุงเทคนิคในการตรวจจับคลื่น P300 ซึ่งเป็นคลื่นสมองที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่สำคัญ โดยการใช้ Multiscale-CNN ซึ่งเป็นโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) ที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากหลายๆ ขนาด (scale) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับคลื่น P300 ในสัญญาณ EEG (electroencephalography) ที่มักมีสัญญาณรบกวนสูงและการเปลี่ยนแปลงทางสมองที่ซับซ้อน การใช้ Multiscale-CNN ในงานวิจัยนี้สามารถช่วยให้ การตรวจจับคลื่น P300 มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยการวิเคราะห์ข้อมูลในหลายระดับที่แตกต่างกัน (multiscale) เพื่อดึงเอาคุณลักษณะ (features) ที่สำคัญจากสัญญาณ EEG ที่เกี่ยวข้องกับคลื่น P300 การศึกษาแสดงให้เห็นว่าเทคนิคนี้สามารถเพิ่มความแม่นยำและลดอัตราการผิดพลาดในการตรวจจับคลื่น P300 เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคแบบดั้งเดิม โดยสรุปงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการ ใช้เทคนิค Multiscale-CNN เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการตรวจจับ คลื่น P300 จากสัญญาณ EEG ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพในการวิเคราะห์คลื่น P300 โดยเฉพาะในแอปพลิเคชันที่ต้องการความไวในการตรวจจับคลื่นสมองที่สำคัญเหล่านี้

Zhang (2021) ได้ศึกษาผลกระทบของความจำในการทำงานของความจำ (working memory capacity) ต่อกระบวนการเข้าใจการตอบกลับทางอ้อม (indirect replies) โดยการใช้การ

วัด event-related potentials (ERPs) เพื่อศึกษาเวลาและการตอบสนองของสมองในกระบวนการนี้ ในบริบทของ P300 ผลการศึกษามีความเกี่ยวข้องในหลายประเด็น 1) การศึกษาเกี่ยวกับความจุของความจำและการตอบสนองของสมอง โดยงานวิจัยนี้สำรวจว่า ความจุในการทำงานของความจำ ส่งผลกระทบต่อการเข้าใจการตอบกลับทางอ้อม และใช้ P300 ในการติดตามการตอบสนองของสมอง ระหว่างการประมวลผลข้อมูลในการเข้าใจการตอบกลับที่มีลักษณะอ้อม P300 เป็นคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สมองประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้สิ่งเร้าที่สำคัญ หรือเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ต้องใช้การประมวลผลที่ซับซ้อน เช่น การทำความเข้าใจในการตอบกลับทางอ้อม 2) บทบาทของ P300 ในการทำความเข้าใจการตอบกลับทางอ้อม เมื่อพิจารณาจากผลของความจุในการทำงานของความจำ P300 ที่บันทึกได้แสดงให้เห็นว่า ผู้ที่มีความจุในการทำงานของความจำสูง สามารถประมวลผลการตอบกลับทางอ้อมได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้ที่มีความจุในการทำงานของความจำต่ำจะมีการตอบสนองของ P300 ที่ช้ากว่า ซึ่งแสดงถึง การประมวลผลที่ช้าลง ในการทำความเข้าใจการตอบกลับทางอ้อม 3) การวิเคราะห์การตอบสนอง P300 ในระยะเวลาต่าง ๆ การศึกษาพบว่า P300 ในช่วงเวลาที่เกิดขึ้นหลังจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าแสดงถึงความยากง่ายในการเข้าใจการตอบกลับทางอ้อม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความจุของความจำที่ผู้เข้าร่วมมี การตอบสนองของ P300 ในระยะเวลานั้นๆ บ่งชี้ถึงการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพ ส่วนการตอบสนองที่เกิดขึ้นในช่วงเวลายาวนานขึ้นบ่งชี้ถึงการประมวลผลที่ต้องใช้เวลาและความพยายามมากกว่า ซึ่งสามารถสื่อถึงความยากในการเข้าใจคำตอบทางอ้อม 4) ความเชื่อมโยงกับการทำงานของ ความจำ P300 เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการศึกษานี้ เนื่องจากมันแสดงถึงการทำงานของสมองในการประมวลผลข้อมูลที่ต้องใช้การทำความเข้าใจทางภาษา การตอบสนองของ P300 จึงสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการทำงานของ ความจำที่สัมพันธ์กับการประมวลผลข้อมูลทางภาษา โดยเฉพาะในการตีความคำตอบทางอ้อม โดยสรุป P300 ในการศึกษาแสดงถึงบทบาทสำคัญในการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจการตอบกลับทางอ้อม โดยความจุในการทำงานของความจำมีผลต่อการตอบสนองของ P300 การมีความจุความจำที่สูงสามารถช่วยให้สมองประมวลผลข้อมูลได้เร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในขณะที่การทำความเข้าใจการตอบกลับทางอ้อมในผู้ที่มีความจำต่ำจะทำให้การประมวลผลข้อมูลช้าลงและมีการตอบสนอง P300 ที่ช้ากว่า

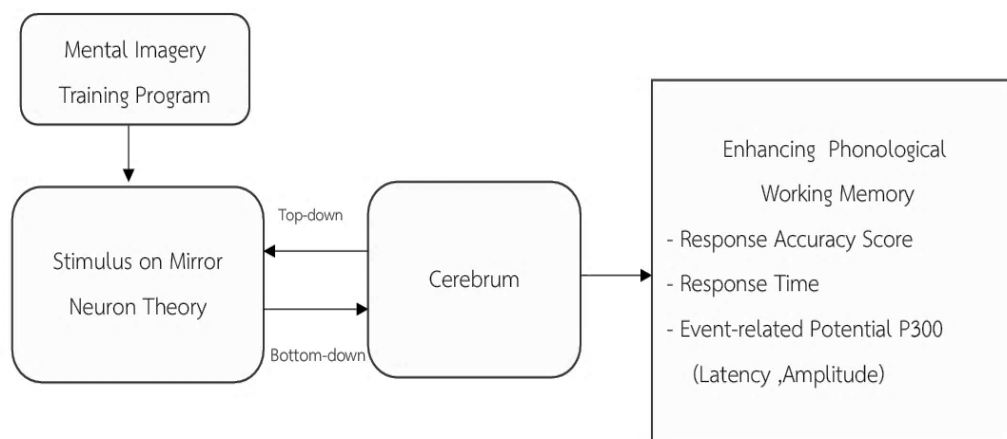
Harwood (2022) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะความจำทางเสียง (phonological working memory) และ คลื่น P300 ในเด็กวัยเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเด็กที่มีการตอบสนอง P300 ที่เด่นชัดและมีลักษณะเฉพาะสามารถทำงานเกี่ยวกับความจำทางเสียงได้ดีขึ้น ผลการวิจัยพบว่า การเชื่อมโยงระหว่าง P300 และทักษะความจำทางเสียงในเด็กที่มีการกระตุ้นทางภาษามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเก็บข้อมูลทางเสียงในระยะสั้น โดยเด็กที่แสดง P300 ที่แข็งแรงและมีลักษณะเฉพาะในการตอบสนองจะสามารถทำงานด้านการจำคำและข้อมูลเสียงได้ดีขึ้น

และคลื่น P300 สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ที่ดีในการทำนายทักษะการจำคำและการแยกแยะข้อมูลเสียงของเด็กในการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาษา ซึ่งแสดงให้เห็นว่า P300 มีบทบาทสำคัญในกระบวนการคิดและการจัดการข้อมูลทางเสียงในสมอง

Wood (2022) ได้ศึกษาบทบาทสำคัญในการวัดและทำความเข้าใจการประมวลผลทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และการทำงานด้านจิตศาสตร์และการอ่านในช่วงชีวิตต่างๆ ผ่านการใช้ event-related potentials (ERPs) เพื่อศึกษาเปลี่ยนแปลงในกระบวนการประมวลผลข้อมูลที่สมองทำต่อสิ่งเร้าที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ 1) คลื่น P300 ในการประมวลผลข้อมูลทางจิตศาสตร์และการอ่าน เป็นคลื่นสมองที่เกิดขึ้นเมื่อสมองตอบสนองต่อสิ่งเร้าทางปัญญาที่ต้องใช้การประมวลผลอย่างลึกซึ้ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจและการรับรู้ข้อมูลที่สำคัญ งานวิจัยนี้ใช้ P300 เพื่อวัดการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ทางจิตศาสตร์และการอ่านในผู้เข้าร่วมที่มีช่วงอายุต่าง ๆ การตอบสนองของ P300 ในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับจิตศาสตร์และการอ่านสามารถบ่งชี้ถึงการพัฒนาทางสมองและประสิทธิภาพของการประมวลผลข้อมูลในแต่ละช่วงวัย 2) การเปลี่ยนแปลงของ P300 ตามอายุในเด็กการตอบสนองของ P300 แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาในกระบวนการเรียนรู้ทางจิตศาสตร์และการอ่านที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งสะท้อนถึงกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสมองในช่วงแรก ส่วนในผู้ใหญ่ P300 แสดงการตอบสนองที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับจิตศาสตร์และการอ่าน โดยการตอบสนองที่แข็งแกร่งและยาวนานขึ้นสะท้อนถึงการพัฒนาและการฝึกฝนทางสมองในเรื่องเหล่านี้ และ 3) การประมวลผลและการตัดสินใจ การวิเคราะห์คลื่น P300 ในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหรือการอ่านแสดงถึงการตัดสินใจที่เร็วขึ้นในเด็กและการประมวลผลที่ละเอียดในผู้ใหญ่ ซึ่งสะท้อนถึงการพัฒนาทางสมองในการจัดการข้อมูลที่ซับซ้อนและต้องใช้ความคิดในเรื่องจิตศาสตร์และการอ่าน คลื่น P300 ยังสะท้อนถึงการรับรู้สิ่งเร้าที่สำคัญในการเรียนรู้ ทั้งในด้านจิตศาสตร์และการอ่าน ซึ่งช่วยให้เข้าใจถึงการพัฒนาของสมองในด้านของการเรียนรู้และการประมวลผลข้อมูลในระดับที่ลึกซึ้งขึ้นตามอายุ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีบทบาทสำคัญในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ทางจิตศาสตร์และการอ่าน โดยเป็นตัวบ่งชี้ถึงการพัฒนาและการปรับปรุงประสิทธิภาพการประมวลผลข้อมูลในแต่ละช่วงวัย การตอบสนองที่เร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพในเด็กและการตอบสนองที่มีความซับซ้อนในผู้ใหญ่ช่วยให้เราเข้าใจถึงการพัฒนาและการฝึกฝนสมองในด้านต่าง ๆ ของการคิด การตัดสินใจและการรับรู้ข้อมูล

โดยสรุป การกระตุ้นการทำงานของสมองทั้งซีกขวาและซีกซ้าย โดยซีกขวาคือจะช่วยให้เกิดภาพสถานที่ที่พึงพอใจและรื่นรมย์ กระตุ้นอารมณ์บวก ขณะที่ซีกซ้ายจะช่วยให้เกิดความคิดเชิงเหตุผลและเชิงวิเคราะห์ ทำให้การคิดมีความแม่นยำและสอดคล้องกับความเป็นจริง การใช้เซลล์กระจกเงาและการฝึกหน่วยความจำขณะคิดด้านภาษาโดยใช้การสร้างภาพในใจมีบทบาทสำคัญใน

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ การฟื้นฟูสมรรถภาพทางสมอง และการปรับปรุงทักษะเฉพาะด้าน เช่น ภาษาและการคิดเลข ทั้งนี้ การฝึกที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคลจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและสามารถถ่ายโอนทักษะไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนา การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา : การศึกษาค้นคว้าไฟฟ้าสมอง โดยผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมขึ้นจากการนำทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons) เข้ามาร่วมในกิจกรรมฝึกการสร้างภาพในใจ เพื่อจะช่วยกระตุ้นหน้าที่การทำงานของสมอง (Brain Function) ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยการเรียนรู้ (Learning) จากสิ่งเร้าที่มาจากตัวแบบ (Modeling) มาใช้ในกิจกรรมการฝึก โดยผ่านทางระบบประสาทการรับสัมผัสด้วยกระบวนการทำงานบนเครือข่ายของสัญญาณเชื่อมโยงระบบประสาทในสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของความจำขณะคิด ซึ่งจะส่งผลให้ความสามารถด้านการฟัง การอ่าน การเขียนและการเรียนรู้ของผู้ที่ได้รับการฝึกจากโปรแกรมดังกล่าว จากนั้นใช้กิจกรรมทดสอบวัดความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ประเมินผลจากคะแนนความถูกต้อง (Response Accuracy) และระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction Time) ในความจำขณะคิดด้านภาษา และการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าสมองกับเหตุการณ์ (Event-related Potentials : ERP) P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ดังภาพที่ 31



ภาพที่ 31 แสดงแนวคิดการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

บทที่ 3

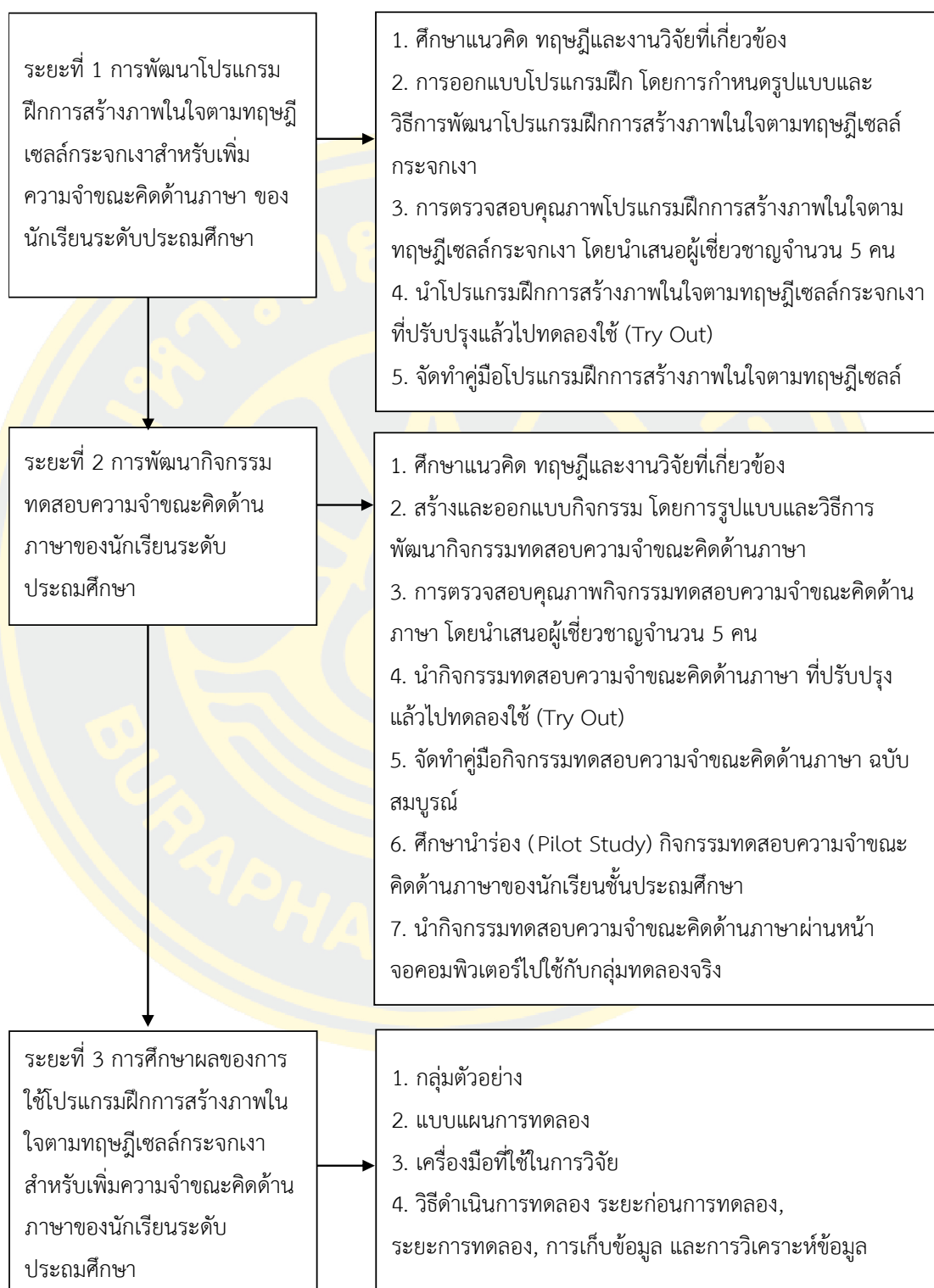
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Pretest - Posttest Control Group Design (Edmonds & Kennedy, 2016) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา และพัฒนากิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเพื่อศึกษาผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยมีการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและเวลา การปฏิบัติขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา และการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิบัติตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา การเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา และการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ระยะที่ 2 การพัฒนากิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

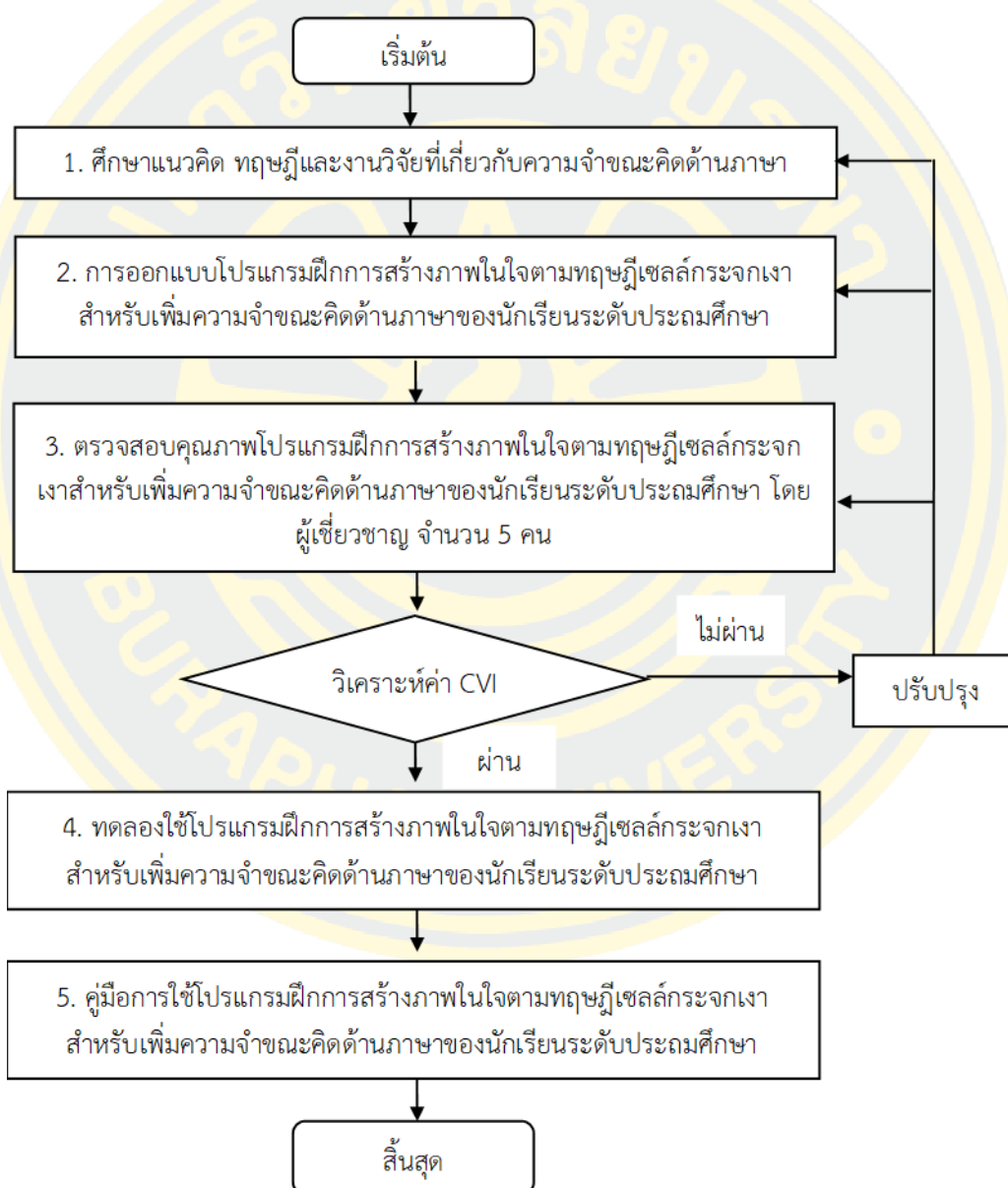
ระยะที่ 3 การศึกษาผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา



ภาพที่ 32 ขั้นตอนการวิจัย

ระยะที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการ (Flow Chart) ดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับความจำขณะคิดด้านภาษา

ความจำขณะคิดด้านภาษา เป็นองค์ประกอบด้านวงจรทางภาษาที่มีความหมาย (The Articulatory Loop) ที่มีความจำจำกัด เป็นที่เก็บข้อมูลทางวาจาที่อิงคำพูด (Speech-based Store of Verbal Information) (Baddeley, 2003; Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998) Baddeley แบ่งวงจร (Loop) ออกเป็น 2 องค์ประกอบย่อยคือ ที่เก็บสิ่งนำเข้าเชิงรับชั่วคราวทางภาษา (Phonological Input Store) กับการประมวลผลท่องซ้ำในใจ (Articulatory Rehearsal Process) การพูดนำเสนอข้อมูลทางวาจาที่ได้รับโดยตรง ทันทีและเข้าถึง Phonological Loop โดยอัตโนมัติ ซึ่งมันถูกเก็บไว้เป็นช่วงเวลาสั้น ๆ ในรูปแบบทางเสียง (Burgess & Hitch, 1999; Logie, 1996)

ความจำขณะคิดด้านภาษา มีบทบาทในระบบความจำขณะคิด โดยมีความสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยให้เราสามารถประมวลผลข้อมูลภาษา เช่น การใช้คำพูด การฟัง การอ่าน และการเขียนในการคิด การประมวลผลข้อมูลภาษาที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสาร การคิดเชิงตรรกะ หรือการแก้ปัญหาต่างๆ องค์ประกอบด้านภาษาภายในความจำขณะคิด (Baddeley, 2003) ได้แก่ Phonological loop เป็นส่วนหนึ่งของระบบความจำขณะคิดที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเสียง เช่น การฟังคำพูด การจำหมายเลขโทรศัพท์ หรือการฟังคำสั่ง วงจรนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ Phonological store เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลทางเสียง ดังนั้น องค์ประกอบด้านภาษาจึงมีบทบาทสำคัญต่อรับรู้และทำความเข้าใจในข้อมูลด้านภาษา ซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนโดยเฉพาะเด็กในวัยเรียน (Gathercole & Baddely, 1990) ภาษาเป็นสิ่งที่มนุษย์ใช้ในการติดต่อสื่อสาร รูปแบบของการพูดและการเขียนจึงต้องอาศัยบทบาทขององค์ประกอบด้านภาษา (Buchsbaum, 2013)

งานวิจัยเกี่ยวกับการฝึกอบรมความจำขณะคิด (Working Memory Training) พบว่าการฝึกอบรมในลักษณะต่างๆ ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะหลายด้าน เช่น การคิดเลข การเรียนรู้คำศัพท์ การอ่าน และการเรียนรู้ทักษะใหม่ๆ โดยหลายการศึกษามุ่งเน้นการฝึกอบรมที่ปรับเปลี่ยนตามลักษณะเฉพาะของผู้เรียน (Personalized training) ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการจัดการข้อมูลที่ดีขึ้นและสามารถถ่ายโอนทักษะไปสู่การทำงานที่คล้ายคลึงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และงานวิจัยของ Morrison and Chein (2011) พบว่า การฝึกอบรมเชิงกลยุทธ์ที่มีการขึ้นนำสามารถเพิ่มขีดความสามารถของความจำขณะคิดได้มากกว่าการฝึกอบรมแบบพื้นฐานที่ไม่มีการขึ้นนำ โดยการฝึกอบรมแบบพื้นฐานจะช่วยเพิ่มทักษะด้านการรับรู้ได้ดี (Morrison & Chein, 2011) นอกจากนี้ การศึกษาโดย Kroesbergen, Noordende and Kolkman พบว่า การฝึกอบรมความจำขณะคิดในเด็กอนุบาลช่วยพัฒนาทักษะการคิดเลขเบื้องต้นและความจำขณะคิดของเด็กได้อย่างมีนัยสำคัญ

(Kroesbergen, Noordende, & Kolkman, 2014) และการศึกษาโดยของ Shin ได้ระบุว่า การฝึกอบรมความจำขณะคิดที่ปรับตามลักษณะของผู้เรียน (personalized training) ช่วยเพิ่มความสามารถของหน่วยความจำขณะคิดด้วยภาพได้ดีที่สุด โดยเฉพาะเมื่อการฝึกอบรมมีการปรับเปลี่ยนเป้าหมายของการฝึกอบรมให้เหมาะสมกับผู้เรียน (Shin et al., 2015) และผลการศึกษาของ Gathercole ยังสนับสนุนการฝึกอบรมความจำขณะคิดในเด็ก ซึ่งพบว่า การพัฒนาและการฝึกอบรมความจำขณะคิดสามารถช่วยพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในเด็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Gathercole et al., 2019) โดยรวม การฝึกอบรมความจำขณะคิดที่เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน มีผลต่อการพัฒนาทักษะต่างๆ โดยเฉพาะในการจัดการข้อมูลและการเรียนรู้ทักษะใหม่ ๆ งานวิจัยเหล่านี้ยืนยันว่าการฝึกอบรมที่ปรับเปลี่ยนตามลักษณะของผู้เรียนสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้มากขึ้น (Fanari et al., 2019; Mchaney et al., 2021; Slattery et al., 2021)

นอกจากนี้การศึกษาของ Yousef Alsheef (2024) มุ่งเน้นการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจมีผลดีต่อการพัฒนาความจำการทำงานของเด็กที่มี ASD โดยเด็กที่ได้รับการฝึกสามารถจำและประมวลผลข้อมูลได้ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยเฉพาะในด้านการจัดระเบียบข้อมูลและการตัดสินใจในการทำงานในห้องเรียน นอกจากนี้ โปรแกรมนี้ยังช่วยเพิ่มสมาธิและการจัดระเบียบทางความคิด ทำให้เด็กสามารถทำงานในห้องเรียนได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

การสร้างภาพในใจ (Mental Imagery) มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้เพราะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและการจดจำข้อมูล และสามารถเพิ่มความมั่นใจในสถานการณ์ที่ตึงเครียดได้ สามารถพัฒนาทักษะทางกายและช่วยในการแก้ปัญหาโดยสามารถมองเห็นทางเลือกต่างๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจ การสร้างภาพในใจจึงช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถจดจำและทำให้ฝึกฝนได้ดีขึ้น (Baddeley, 2002; Shepard & Metzler, 1971; Richardson, 1967; Feltz & Landers, 1983; Kosslyn, 1994) โดยเฉพาะในการเรียนรู้ภาษาและคำศัพท์ การสร้างภาพในใจช่วยในการจำและเชื่อมโยงคำศัพท์ใหม่กับภาพที่เกิดขึ้นในจิตใจเพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะของ "ภาพติดตา" ที่เกิดจากการรับรู้และการจดจำสิ่งที่มองเห็น (Negative Afterimage) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำภาพเหล่านั้นมาใช้งานในการคิดและเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น (Dossey, 1997; Richardson, 2013; Commodari, 2024)

การฝึกการสร้างภาพในใจมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะการรับรู้และความจำของเด็ก โดยเฉพาะในช่วงวัยที่เป็นหน้าต่างแห่งการเรียนรู้ (อายุ 4-7 ปี) ซึ่งเป็นช่วงที่เด็กสามารถพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์และมิติสัมพันธ์ได้ดีที่สุด (Marre, Huet, & Labeye, 2021; Yousef Alsheef, 2024) การสร้างภาพในใจช่วยพัฒนาแนวคิดเชิงมิติสัมพันธ์ การรับรู้วัตถุ และการรับรู้ภาพต่างๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจและพฤติกรรมที่เหมาะสม การฝึกการสร้างภาพในใจที่ชัดเจนขึ้นยังช่วยปรับปรุงการรับรู้และการประมวลผลข้อมูล โดยเฉพาะในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการ

ตัดสินเชิงมิติสัมพันธ์ ช่วยในการพัฒนาความสามารถในการจดจำและเข้าใจภาพต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Tartaglia, Bamert, Mast, & Herzog, 2009; Pearson, Clifford, & Tong, 2008)

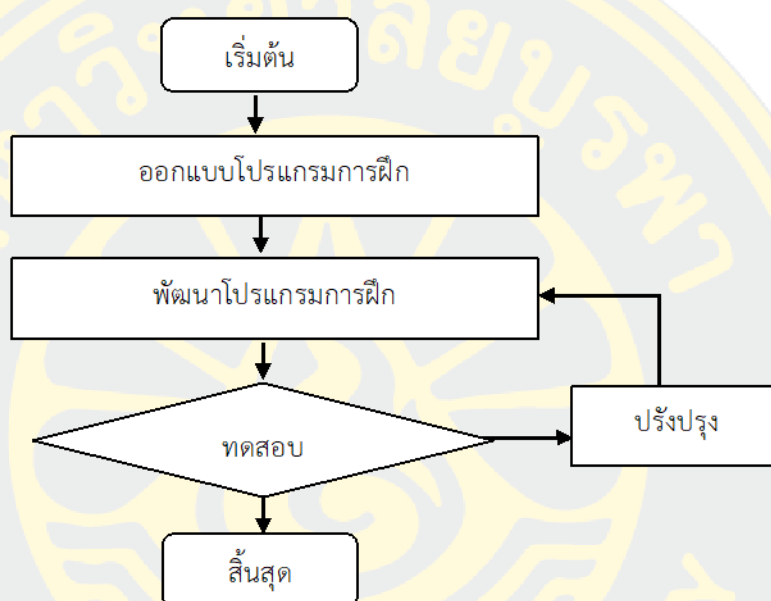
การเรียนรู้ผ่านการรับรู้และการจินตนาการสามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการกระตุ้นทางกายภาพ การจินตนาการถึงรูปแบบที่มีคอนทราสต์ต่ำหรือการจินตนาการถึงการกระทำซ้ำๆ ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการรับรู้ (Tartaglia et al., 2009) การรับรู้สิ่งต่าง ๆ จะกลายเป็นข้อมูลที่สามารถจดจำและนำมาใช้ในการประมวลผลข้อมูลหรือความทรงจำ (Kosslyn et al., 1995) นอกจากนี้ การจินตนาการถึงการกระทำในจิตใจยังช่วยฝึกส่วนที่เกี่ยวข้องของเยื่อหุ้มสมองสั่งการ (Motor cortex) และเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้และการกระทำ (Feltz & Landers, 2007) การฝึกทางจิตที่ใช้การจินตนาการเคลื่อนไหวจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวและการประมวลผลการกระทำ (Savaki & Raos, 2019)

เซลล์กระจกเงายังมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างภาพในใจ (Mental imagery) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ประสบการณ์จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้อื่นและการฝึกฝนเล็กน้อยเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเคลื่อนไหวใหม่ ๆ โดยการจดจำท่าทางและลักษณะการเคลื่อนไหวเหล่านั้น (Jeannerod & Decety, 1995) นอกจากนี้ เซลล์กระจกเงายังเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้การเคลื่อนไหว (Motor learning) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการฝึกฝนและประสบการณ์ที่ช่วยในการพัฒนาทักษะและการปรับปรุงการเคลื่อนไหวอย่างถาวร (Buccino et al., 2004; de Vries & Mulder, 2007)

ดังนั้น การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา จากการสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับความจำขณะคิด ปรากฏว่าเทคนิควิธีการพัฒนาเพื่อเพิ่มความจำขณะคิดมีหลายวิธี ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้แนวคิดการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามากำหนดรูปแบบกิจกรรมของโปรแกรม และใช้กระบวนการรับรู้ทางการมองเห็นของฟรอสติงมากำหนดภาพในโปรแกรมฝึก ในส่วนของโปรแกรมเป็นการฝึกการบริหารสมอง (Brain Exercise) ด้วยชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดผ่านการรับรู้ทางการมองเห็นโดยการจดจำและดำรงรักษาข้อมูลเกี่ยวกับภาระงานในขณะนั้นไว้ การรักษาให้คงอยู่ และการทำให้ข้อมูลคงอยู่โดยการทบทวนซ้ำ ๆ เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อมูลข่าวสารที่ถูกรักษาไว้

2. การออกแบบโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

จากการสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวข้องผู้วิจัยได้พัฒนาการโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม ดังภาพที่ 34



ภาพที่ 34 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมภาพตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

2.1 การออกแบบโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

การออกแบบโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยการกำหนดภาพและสี การกำหนดรูปแบบของการทำงานของโปรแกรม การกำหนดลักษณะการเคลื่อนไหวที่ ระยะเวลาและจำนวนของภาพที่แสดง และผลลัพธ์ของโปรแกรม ทั้งนี้เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด หลักการของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีตัวแบบที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic Model) เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นทำให้การทำงานของระบบประสาทการรับสัมผัส ได้แก่ 1) สี (Colors) สีของตัวอักษรและพื้นหลัง ตามทฤษฎีสีทางจิตวิทยาแบบกลุ่มสีโทนร้อนและการใช้สีคู่ตรงข้ามตามคานดินสกี (Kandinsky, 1988) 2) ภาพ (Picture) ตามทฤษฎีภาพติดตาเชิงลบ (Negative Afterimage)

(Richardson, 2013) 3) เสียง (Sound) เป็นการออกเสียงของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound (Mora, 2006) และ 4) ท่าทางการเคลื่อนไหว (Movement) เป็นการสอนโดยการแสดงท่าทางของร่างกายที่เกี่ยวกับคำศัพท์ที่ (Asher, 1979) ทั้งนี้ เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด รายละเอียดดังนี้

2.1.1 สี (Colors) การออกแบบสีของตัวอักษรและพื้นหลังในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยประยุกต์จากทฤษฎีสีของคานดินสกี (Kandinsky's Color Theory) (Kandinsky, 1988) เฉดสีสื่อถึงความหมายของสีและผลกระทบที่มีต่ออารมณ์และความรู้สึกที่แตกต่างกัน โดยแบ่งเฉดสีออกเป็น 11 เฉดหลักๆ ซึ่งจะให้ผลทางจิตวิทยาที่แตกต่างกันตามการผสมสีแบบต่าง ๆ โดยมีแม่สีหลักทางจิตวิทยา อยู่ 4 สี คือ แดง น้ำเงิน เหลือง และเขียว ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับร่างกายและจิตใจมนุษย์ (Eiseman, 2000) สีที่ให้คุณค่าที่แตกต่างมีดังนี้ สีขาว คือความบริสุทธิ์ ความสงบเรียบง่าย สีเหลือง คือความอบอุ่น มิตรภาพ ความสนุกสนาน สีเขียว คือความสงบ เป็นธรรมชาติ มีชีวิตชีวา สีส้ม คือความคิดสร้างสรรค์ มีความเชื่อมั่น ร่าเริงสนุกสนาน สีแดง คือความร้อนแรง ตื่นเต้น ทำท่าย มีอิทธิพลด้านราคา สีชมพู คือความอ่อนหวาน นุ่มนวล สีม่วง คือความหรูหรา สง่างาม ลึกลับ สีฟ้า คือความสว่าง อิสระเสรี สงบเยือกเย็น และมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น สีน้ำตาล คือความมั่นคง เด็ดเดี่ยว สุขุม เรียบง่าย สีเทา คือความสมดุล ความร่วมมือ มีความเป็นกลาง และสีดำ คือความเข้มแข็ง ลึกลับ ทำท่าย และนำมาใช้ร่วมกับทฤษฎีสีทางจิตวิทยาแบบกลุ่มสีโทนร้อนและการใช้สีคู่ตรงข้ามตามคานดินสกี โดยมีสีคู่ตรงกันข้าม (Complementary Colors) เป็นสีที่ตั้งอยู่ตรงข้ามกันบนวงล้อสี เช่น สีแดงและสีน้ำเงิน หรือสีเหลืองและสีม่วง เมื่อสีทั้งสองถูกนำมาวางคู่กัน จะช่วยเสริมความเด่นให้กับแต่ละสีและทำให้เกิดความตัดกันอย่างชัดเจน สีคู่ตรงข้ามมักถูกใช้ในการออกแบบและศิลปะเพื่อเพิ่มความน่าสนใจและทำให้การมองเห็นน่าติดตามมากขึ้น

2.1.2 ภาพ ผู้วิจัยออกแบบโดยใช้แนวคิดการสร้างภาพในใจของริชาร์ดสัน การใช้ภาพในการสร้างประสบการณ์ความรู้ใหม่ตามเงื่อนไขของการเกิดขึ้นแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1) ภาพติดตา (After Imagery) เป็นภาพที่เกิดจากการจำค้างของภาพที่มองในระบบประสาทและแสดงออกมาในช่วงเวลาถัดมาเนื่องจากที่ได้อ้างอิงภาพดังกล่าว ซึ่งภาพนั้นมีลักษณะแบบเนกาตีฟ เรียกว่าภาพติดตา

2) ภาพแม่นยำ (Eidetic Imagery) เป็นการบันทึกภาพที่ได้อ้างอิงในลักษณะแบบเก็บและจดจำได้ในรายละเอียด เปรียบเสมือนกับการบันทึกของกล้องถ่ายภาพ

3) ภาพความทรงจำ (Memory Imagery) เป็นภาพในใจที่เกิดขึ้นจากการระลึกถึงข้อมูลที่มีเก็บอยู่แล้วในความทรงจำ เรียกภาพในใจแบบนี้ว่า ภาพความทรงจำ

4) ภาพจินตนาการ (Imagination Imagery) เป็นภาพในใจที่เกิดขึ้นจากจินตนาการ ซึ่งมีหรือไม่มีสิ่งเร้าก็ได้ กรณีที่ไม่มีสิ่งเร้า เช่น การกดประสาทหลอนในช่วงเวลาครึ่งหลับครึ่งตื่น เรียกภาพในใจแบบนี้ว่า ภาพจินตนาการ

2.1.3 เสียง (Sound) การออกแบบเสียงของสิ่งเร้าในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยประยุกต์จากงานวิจัยของปิยวรรณ รัตนวรินทร์ชัย (2561) ที่ศึกษาผลการออกเสียงภาษาอังกฤษเลียนแบบเจ้าของภาษาเพื่อพัฒนาการพูดภาษาอังกฤษของนักศึกษาไทย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 20 คน ผลการทดลองพบว่า การออกเสียงภาษาอังกฤษและการใช้ระดับเสียงสูงต่ำในประโยคของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา ก่อนและหลังฟังการอ่านออกเสียงโดยเจ้าของภาษา มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นถึงผลจากการใช้เทคนิคการออกเสียงภาษาอังกฤษเลียนแบบเจ้าของภาษาต่อประสิทธิภาพการพูดภาษาอังกฤษของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดการออกเสียงภาษาอังกฤษของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) และใช้หลักการเลือกเสียงภาษาอังกฤษของเจ้าของภาษาโดย Mora (2006) ได้นิยามไว้ว่า บุคคลที่เรียนรู้ภาษา (ในที่นี้หมายถึงภาษาอังกฤษ) ตั้งแต่วัยเด็กในฐานะภาษาหลักและใช้ภาษาอย่างต่อเนื่องเป็นปกติประจำวันจนถึงวัยผู้ใหญ่และสามารถใช้ภาษาได้อย่างคล่องแคล่ว ภาษานี้พัฒนามาจากนัยยะทางสังคม การเมือง ความรู้สึกส่วนตัวและสภาพภูมิศาสตร์ ที่บ่งบอกระดับที่ยอมรับกันว่าเป็นความสามารถในการใช้ภาษาระดับสูง มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

2.1.4 ท่าทางการเคลื่อนไหว (Movement) เป็นการสอนโดยการแสดงท่าทางของร่างกายที่เกี่ยวกับคำศัพท์ที่ตามแนวคิดของ Asher (1979) ใช้เทคนิคการสอนแบบตอบสนองด้วยท่าทางโดยใช้ร่างกาย (Total Physical Response Body : TPR-B) ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ โดยใช้การสอนด้วยการแสดงท่าทางพร้อมกับการฟังคำศัพท์ประกอบ และต่อมาให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจประโยคที่ได้ยินด้วยการปฏิบัติท่าทางตอบสนองตามโปรแกรม จากนั้นการแสดงท่าทางของโปรแกรมจะปฏิบัติซ้ำ ๆ ประมาณ 2-3 ครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำได้อย่างต่อเนื่อง

2.2 การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ให้มีประสิทธิภาพโดยการบูรณาการตามแนวคิดการสร้างประสบการณ์เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ (Interactions) กับบุคคลอื่น ดังนั้น ระบบประสาทกระจกเงาเป็นทั้งผลผลิตและเป็นทั้งกระบวนการที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมตั้งแต่วัยเด็ก (Social interaction) (Heyes, 2010) โดยการเลือกภาพและสื่ออักษรด้วยการนำแนวคิดจากงานวิจัยที่ศึกษาศักยภาพสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-related Potentials: ERPs) ต่อการประมวลผลการ

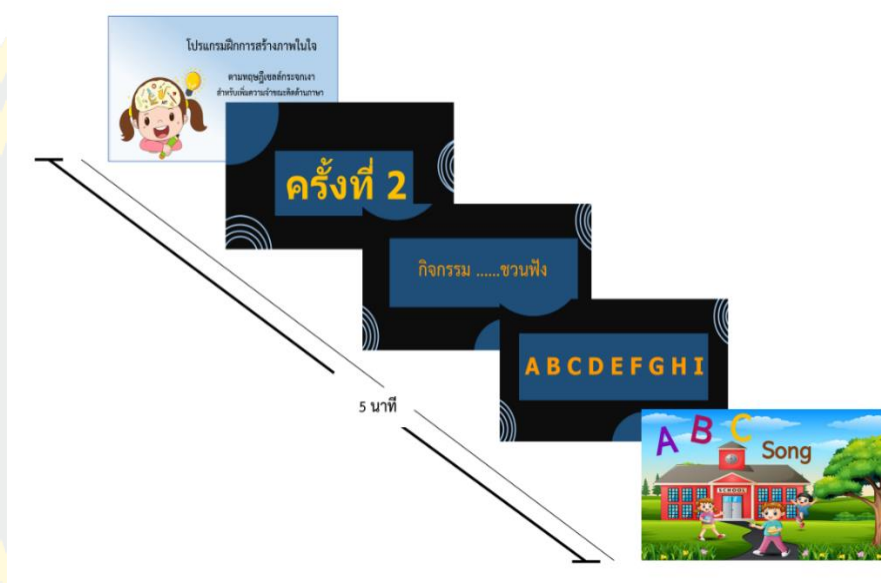
รับรู้ข้อมูลจากการมองเห็น (Visual Information) ในสมองของมนุษย์แบบหลายลักษณะ (Multi Feature) ระหว่างภาพกับสิ่งที่ปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างมีการประมวลผลการรับรู้ต่อภาพรูปร่างเรขาคณิต ซึ่งเป็นลักษณะพื้นฐานทางกายภาพ (Physical) ได้เร็วกว่าสี (Liu, Meng, Wu, & Huang, 2012) และการรับรู้จากการมองเห็น (Visual Perception) ขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งเร้าที่มากกระตุ้น (Torralba, Oliva, Castelhano, & Henderson, 2006) ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะพื้นฐานทางกายภาพ (Fougnie, 2008) จำนวนที่เหมาะสมของสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย (Oksama & Hyönä, 2004; Saiki, 2008) และการเคลื่อนไหวของสิ่งเร้า (Faubert & Sidebottom, 2012; Reynolds, Pasternak, & Desimone, 2000; Saiki, 2008) และความแตกต่างที่ชัดเจนของสิ่งเร้า (MacDonald & Enns, 2012; Enns & MacDonald, 2013) ผู้วิจัยจึงนำผลจากการศึกษาดังกล่าว มาพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยแบ่งขั้นตอนในการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การฝึกซ้อมการจำข้อมูลและการสร้างภาพในใจ และส่วนที่ 2 การเรียกคืนข้อมูลและการนำไปประยุกต์ใช้ภาพจำในใจ ทั้งสองส่วนเชื่อมโยงเข้ากับการนำภาพในใจไปใช้ รายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การฝึกซ้อมการจำข้อมูลและการสร้างภาพในใจ

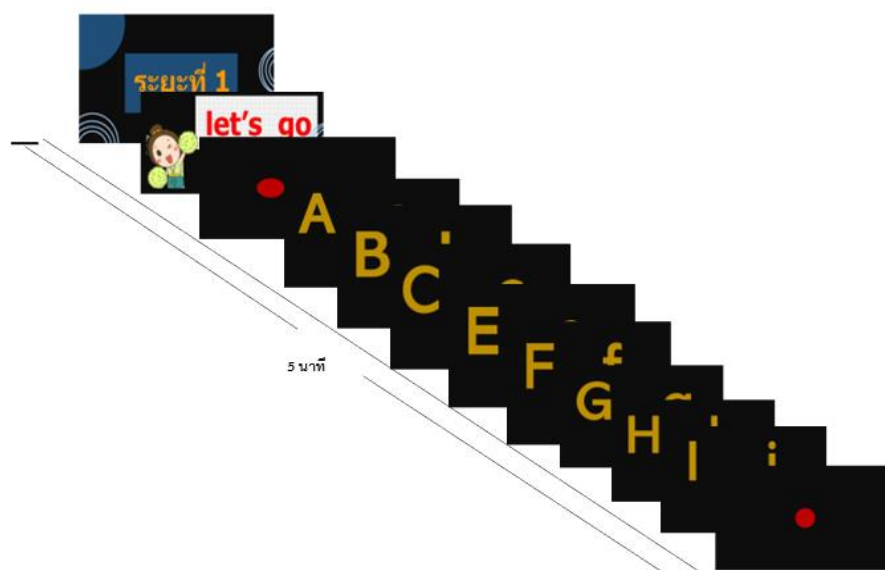
โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ ส่วนของการฝึกซ้อมการจำข้อมูลและการสร้างภาพในใจ ผู้วิจัยออกแบบหน่วยกิจกรรมตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ด้านการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารคุณภาพของผู้เรียนในการเลือกภาพตรงความหมายของคำและกลุ่มคำที่ฟัง คำ กลุ่มคำ และความหมายเกี่ยวกับตนเอง ครองครัว โรงเรียนสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว อาหาร เครื่องดื่ม และนันทนาการ ผู้วิจัยนำรูปแบบกิจกรรมคำศัพท์มาใช้ ได้แก่ 1) ตัวอักษรในภาษาอังกฤษ ทั้ง 26 ตัวอักษร 2) การออกเสียงเรียกชื่อตัวอักษร 3) การโฟกัสของตัวอักษรในภาษาอังกฤษ 4) คำศัพท์ประกอบตัวอักษร ในส่วนของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพ ในใจ จะแสดงผ่านไฟล์วิดีโอโปรแกรม PowerPoint ที่ใช้ในการฝึกผ่านจอทีวี โดยจะแสดงให้เห็นคำศัพท์แต่ละตัวตามลำดับ และผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะของโปรแกรมโดยมีความเชื่อมโยงทฤษฎีเซลล์กระจกเงาและแนวคิดการสร้างภาพในใจของริชาร์ดสัน ได้แก่ ภาพติดตา (After Imagery) ภาพแม่นยำ (Eidetic Imagery) โดยการใช้ภาพในการสร้างประสบการณ์ความรู้ใหม่ตามเงื่อนไขของการเกิดขึ้น ประกอบ 2 กิจกรรมการสอน ได้แก่ กิจกรรมชวนฟัง และกิจกรรมนำดู โดยแต่ละกิจกรรม ใช้เวลาในการฝึก 60 นาที เรียกว่า 1 ครั้ง ดังนั้น การฝึกซ้อมการจำข้อมูลและการสร้างภาพในใจดำเนินการฝึก 2 ครั้ง มีรายละเอียดดังนี้

1. กิจกรรมชวนฟัง คือการรู้จักและเรียนรู้ตัวอักษร โดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่
ระยะที่ 1

ช่วงที่ 1 ให้นักเรียนฟังจากเพลงและมองเห็นภาพรวมของตัวอักษรต่าง ๆ ทั้งหมดบนจอ
 วิดีทัศน์ ดังภาพที่ 35 จากนั้นผู้วิจัยป้อนความรู้ของตัวอักษรแต่ละตัว (Input1) โดยมีการแสดงเฉพาะ
 ตัวอักษรและเสียงเรียกชื่อตัวอักษรเท่านั้น โดยการใช้เสียงจาก Audio sound ของเจ้าของภาษา
 (Native-speaker sound) จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกการสร้างภาพในใจครั้งที่ 1 ดังภาพที่ 36

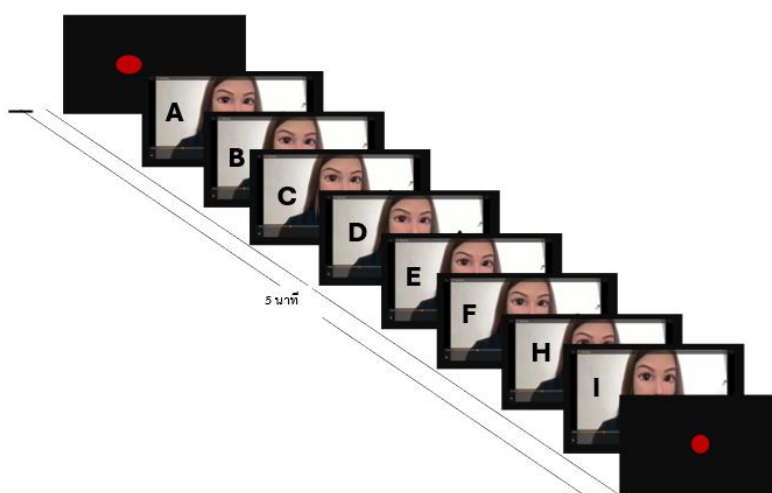


ภาพที่ 35 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 1 ช่วงที่ 1



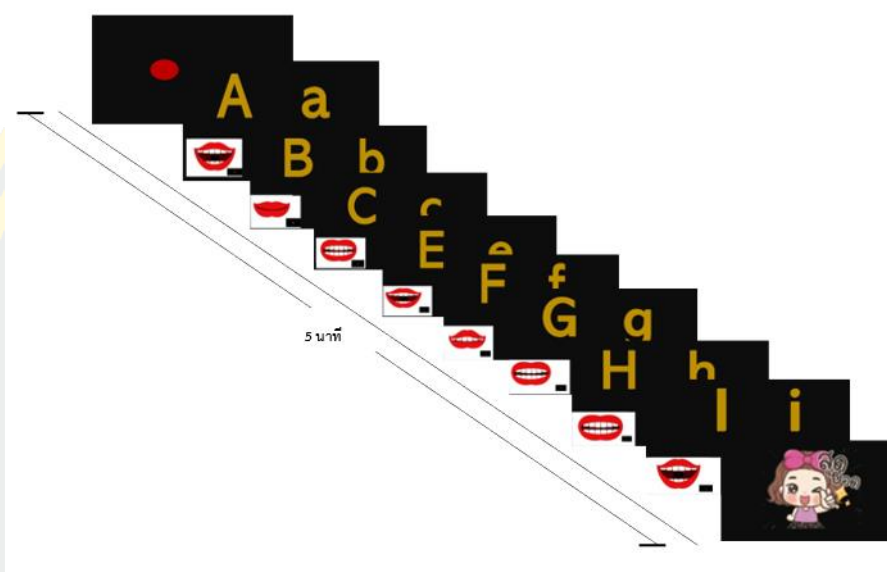
ภาพที่ 36 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 1 ช่วงที่ 1

ช่วงที่ 2 ผู้วิจัยป้อนความรู้ของตัวอักษรแต่ละตัว (Input2) โดยการเปิดวิดีโอที่มามีภาพตัวอักษรและเสียงเรียกชื่อตัวอักษร พร้อมท่าทางของปากที่มีการเคลื่อนไหวตามเสียงของตัวอักษร โดยการใช้เสียงจาก Audio sound ของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกการสร้างภาพในใจครั้งที่ 2 ดังภาพที่ 37



ภาพที่ 37 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 1 ช่วงที่ 2

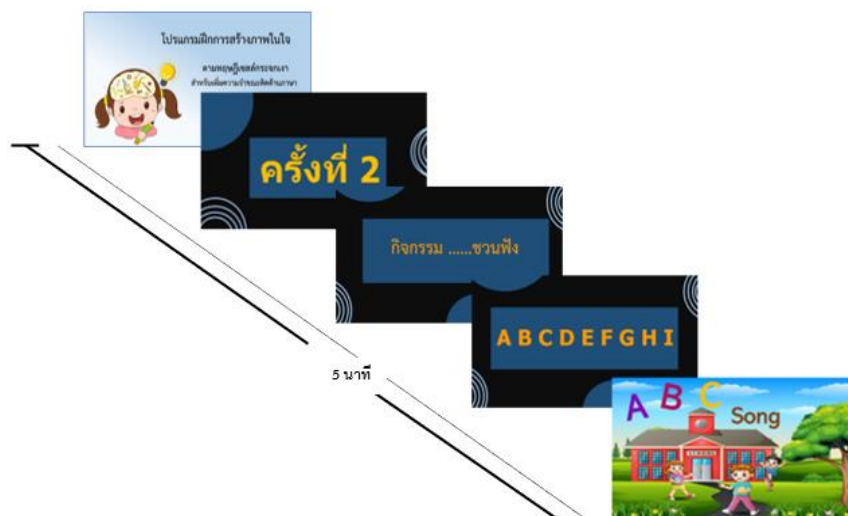
ช่วงที่ 3 ผู้วิจัยป้อนความรู้ของตัวอักษรแต่ละตัว (Input3) โดยการเปิดวิดีโอที่มีภาพตัวอักษรและเสียงเรียกชื่อตัวอักษร พร้อมท่าทางของปากที่ไม่มีการเคลื่อนไหว แต่ยังคงเป็นรูปที่แสดงถึงการออกเสียงตามเสียงของตัวอักษร โดยการใช้เสียงจาก Audio sound ของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกการสร้างภาพในใจครั้งที่ 3 ดังภาพที่ 38



ภาพที่ 38 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 1 ช่วงที่ 3

ระยะที่ 2

ช่วงที่ 4 นักเรียนฟังจากเพลง และมองเห็นภาพรวมของตัวอักษรต่าง ๆ ทั้งหมด ดังภาพที่ 39 จากนั้นผู้วิจัยป้อนความรู้ของตัวอักษรแต่ละตัว (Input4) โดยมีการแสดงวิดีโอที่มีภาพและการออกเสียง (Phonics) ของตัวอักษร โดยการใช้เสียงจาก Audio sound ของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกการสร้างภาพในใจครั้งที่ 4 ดังภาพที่ 40

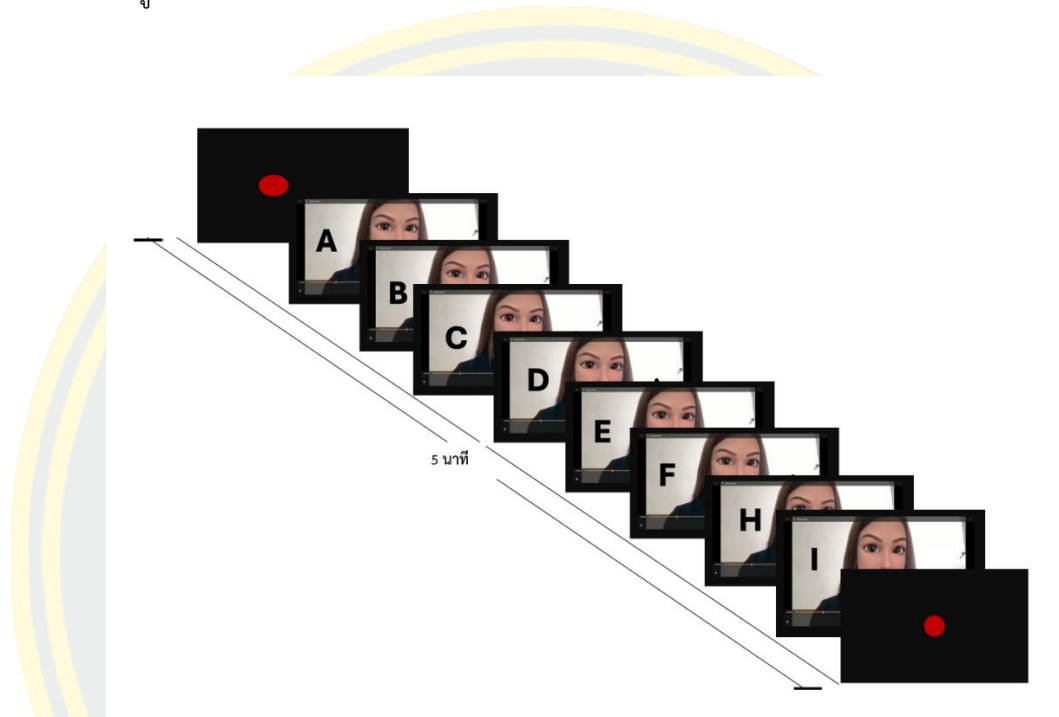


ภาพที่ 39 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 2 ช่วงที่ 4



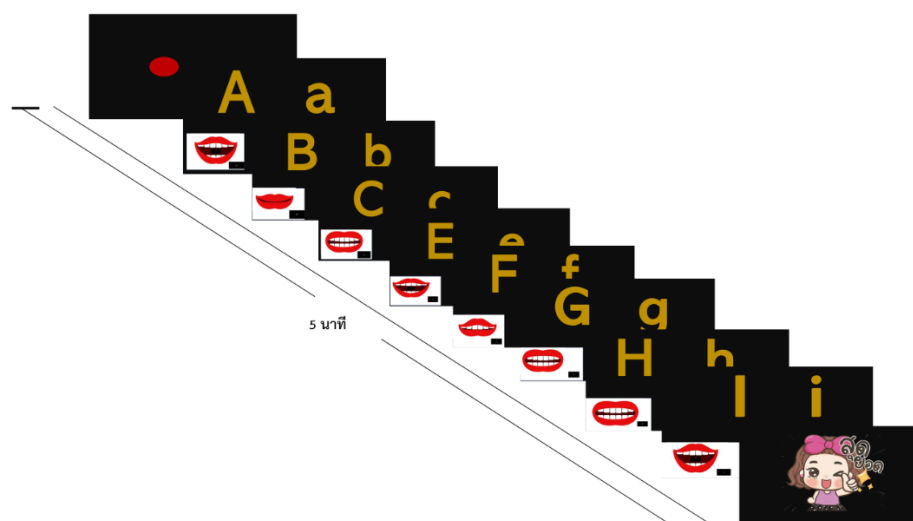
ภาพที่ 40 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 2 ช่วงที่ 4

ช่วงที่ 5 ผู้วิจัยป้อนความรู้ของตัวอักษรแต่ละตัว (Input5) โดยมีการแสดงวิดิทัศน์ที่มีภาพและการออกเสียง (Phonics) ของตัวอักษร พร้อมท่าทางของปากที่มีการเคลื่อนไหวตามเสียงของตัวอักษร โดยใช้เสียงจาก Audio sound ของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกการสร้างภาพในใจครั้งที่ 5 ดังภาพที่ 41



ภาพที่ 41 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 2 ช่วงที่ 5

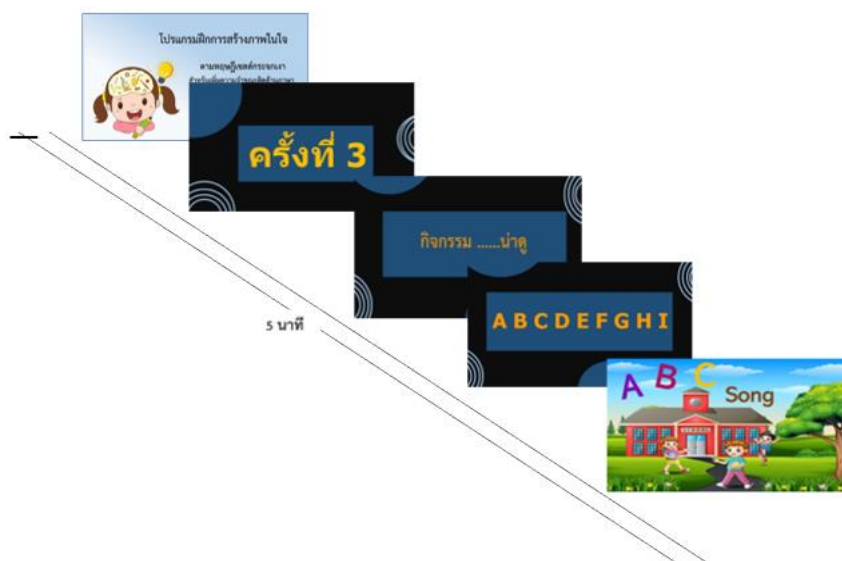
ช่วงที่ 6 ผู้วิจัยป้อนความรู้ของตัวอักษรแต่ละตัว (Input6) โดยมีการแสดงวิดิทัศน์ที่มีภาพและการออกเสียง (Phonics) ของตัวอักษร พร้อมท่าทางของปากที่ไม่มีการเคลื่อนไหว แต่ยังคงเป็นรูปที่แสดงถึงการออกเสียงตามเสียงของตัวอักษร โดยใช้เสียงจาก Audio sound ของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกการสร้างภาพในใจครั้งที่ 6 ดังภาพที่ 42



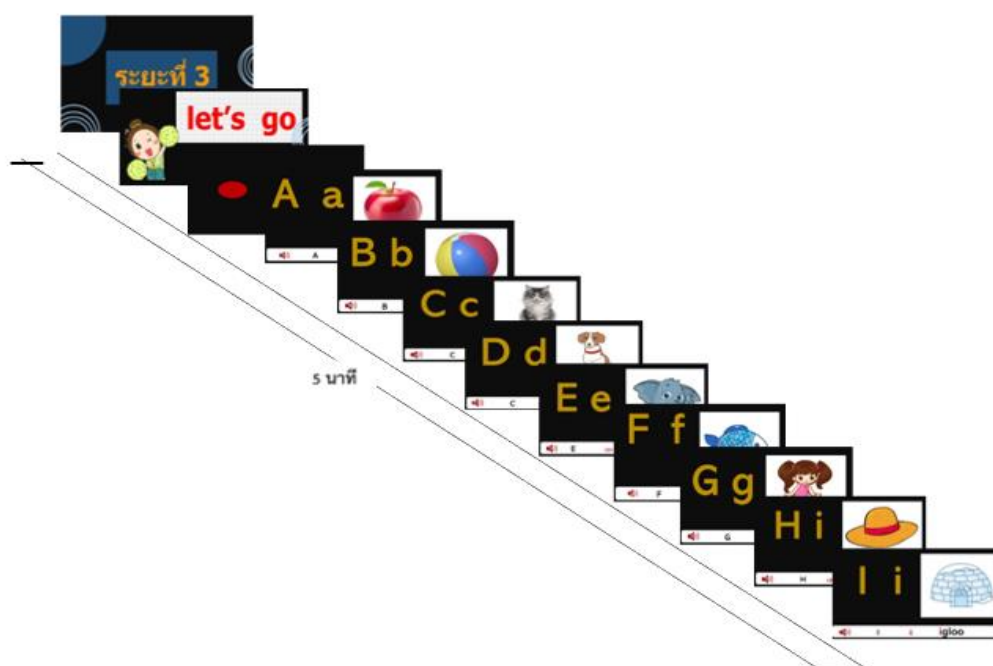
ภาพที่ 42 กิจกรรมชวนฟัง ระยะที่ 2 ช่วงที่ 6

2. กิจกรรมนำดู คือการรู้จักและเรียนรู้ตัวอักษร โดยมีรายละเอียดดังนี้ ระยะที่ 3

ช่วงที่ 1 ให้นักเรียนฟังจากเพลง และมองเห็นภาพรวมของตัวอักษรต่าง ๆ ทั้งหมดบนจอวีดิทัศน์ก่อน ดังภาพที่ 43 จากนั้นผู้วิจัยป้อนความรู้ของตัวอักษรแต่ละตัว (Input1) โดยมีการแสดงตัวอักษร คำศัพท์ เสียง และภาพประกอบเสียงเรียกชื่อตัวอักษร โดยการใช้เสียงจาก Audio sound ของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกการสร้างภาพในใจ ครั้งที่ 1 ดังภาพที่ 44

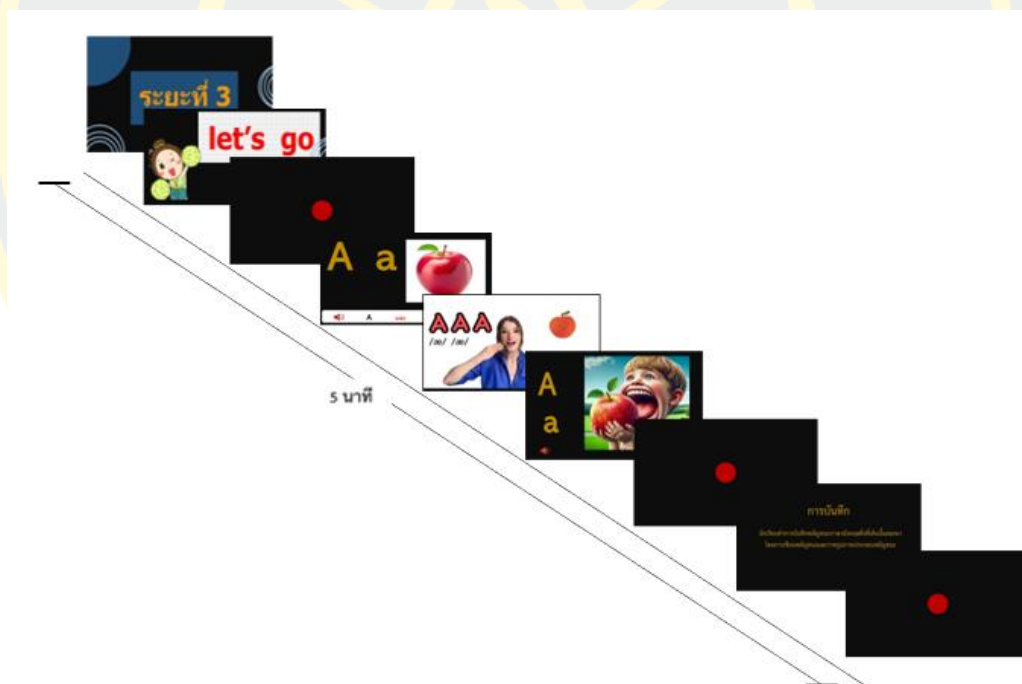


ภาพที่ 43 กิจกรรมชวนนำดู ระยะที่ 3 ช่วงที่ 1



ภาพที่ 44 กิจกรรมชวนนำดู ระยะที่ 3 ช่วงที่ 1

ช่วงที่ 2 มีดังนี้ 1) ผู้วิจัยป้อนความรู้ของตัวอักษรทีละตัวเพียงตัวเดียว (Input2) โดยมีการแสดงตัวอักษร คำศัพท์ เสียง และภาพประกอบเสียงเรียกชื่อตัวอักษร โดยการใช้เสียงจาก Audio sound ของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) โดยการใช้เสียงจาก Audio sound ของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) 2) ผู้วิจัยป้อนความรู้ของตัวอักษรแต่ละตัว (Input3) จากไฟล์วิดีโอที่มีภาพและการออกเสียง (Phonics) พร้อมทั้งรูปภาพคำศัพท์และการแสดงท่าทางประกอบตัวอักษร และ 3) ผู้วิจัยป้อนความรู้ของตัวอักษรแต่ละตัว (Input4) จากไฟล์วิดีโอที่มีภาพและการออกเสียง (Phonics) โดยภาพนี้เป็นภาพที่สร้างจากทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกการสร้างภาพในใจครั้งที่ 2 และขั้นตอนที่ผู้วิจัยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ทำการบันทึกตัวอักษรและภาพคำศัพท์ประกอบตัวอักษรลงบนกระดาษที่จัดเตรียมไว้ และจากนั้นดำเนินการเริ่มตัวอักษรตัวใหม่โดยดำเนินการตั้งแต่ ข้อที่ 1) ข้อ2) และข้อที่ 3) ตามลำดับ จนครบทุกตัวอักษรในกิจกรรม ดังภาพที่ 45



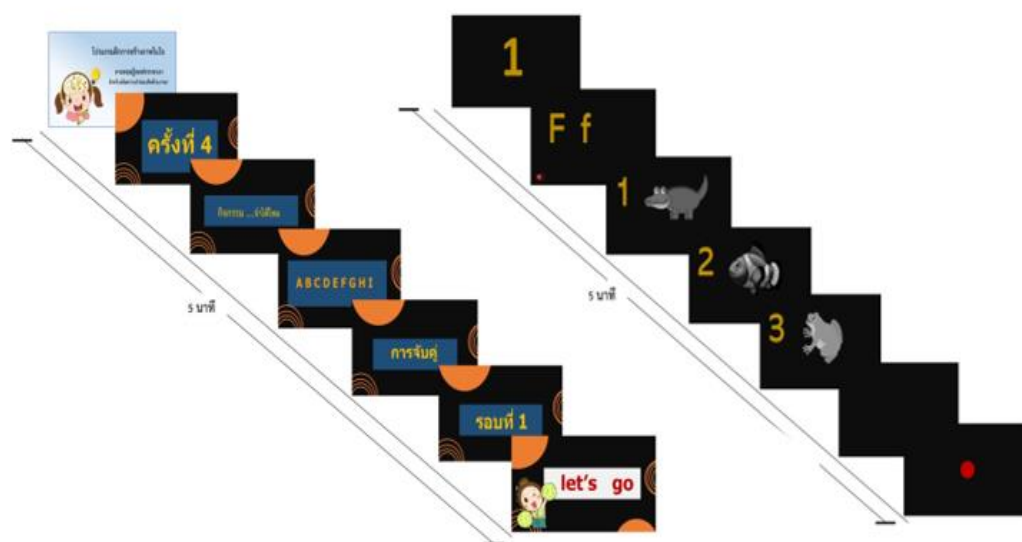
ภาพที่ 45 กิจกรรมชวนนำดู ระยะที่ 3 ช่วงที่ 2

ในแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยทำการทบทวนซ้ำให้กับผู้เรียนโดยเคาะจังหวะประกอบการอ่านตัวอักษรพร้อมทั้งการใช้ชี้นิ้วไปที่ปากในระหว่างการออกเสียงตัวอักษร ให้ผู้เรียนดูและฝึกปฏิบัติตามระหว่างการออกเสียงตัวอักษร และในจึงถือเป็นหัวใจสำคัญเริ่มต้นของส่วนวงจรของ Phonological

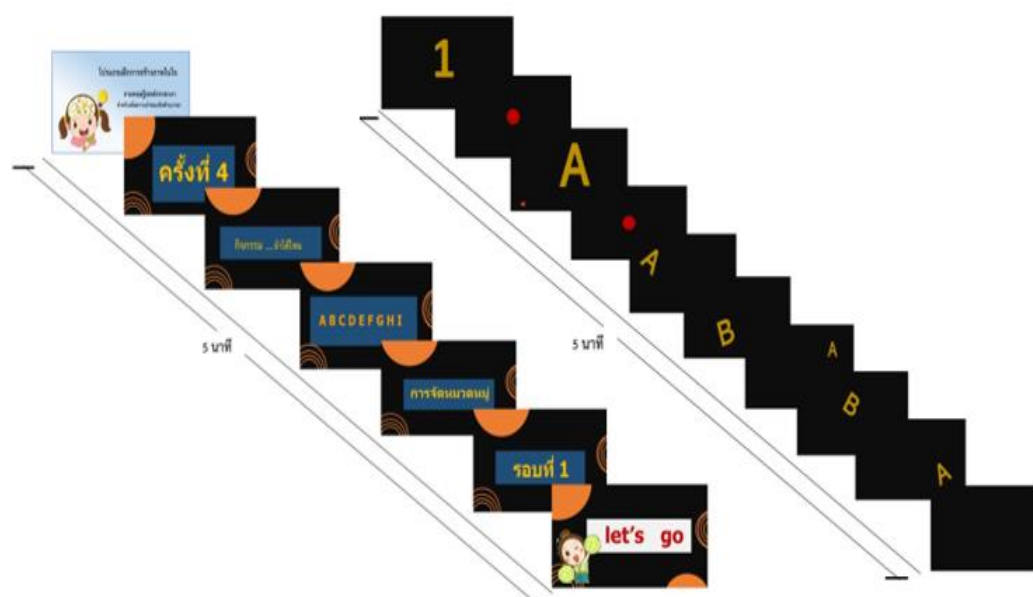
loop ขั้นตอนที่กำลังกล่าวมาแล้วนั้นเป็นการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mirror Neuron Theory) จะเริ่มจาก 1) การกระทำ (Actions) 2) การรับสัมผัส (sensations) 3) การเข้าใจการกระทำ (Action Understanding) 4) การเลียนแบบพฤติกรรม (Imitation) และ 5) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathy) การฝึกกระบวนการรับรู้ การทวนซ้ำ และทำให้เกิดการจดจำตัวอักษรได้มากขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ตัวอักษรและคำศัพท์ใหม่ผ่านวิธีการเรียนรู้ด้วยกระบวนการลอกเลียนแบบพฤติกรรม (Mirror Neurons) ตามภาพสิ่งแวดล้อมรอบตัว หรือคนรอบข้างจากสถานการณ์ที่พบ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้และจดจำคำศัพท์ใหม่ๆ ได้มากขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การเรียกคืนข้อมูลและการนำไปประยุกต์ใช้

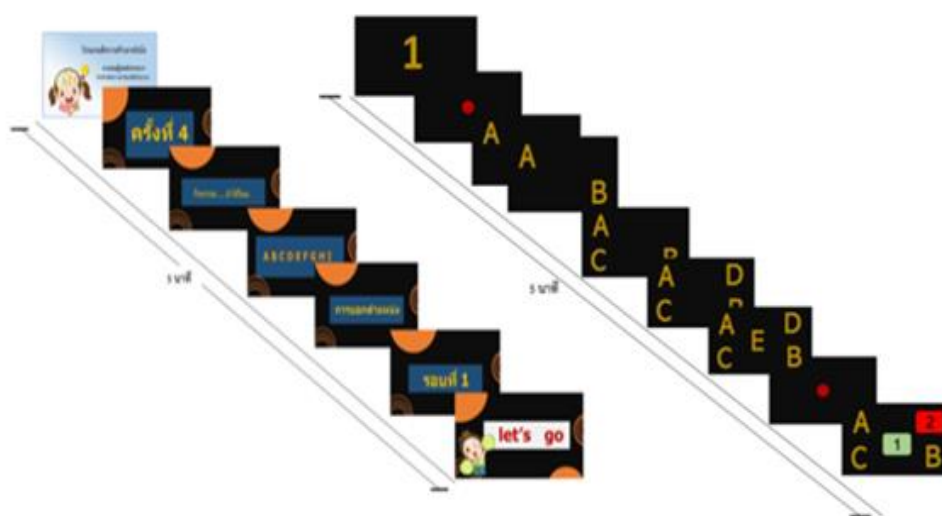
โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ ในขั้นตอนนี้เป็นการเรียกคืนข้อมูลที่เก็บอยู่ในความทรงจำในการนำกลับมาใช้ ผู้วิจัยใช้กระบวนการรับรู้ทางการมองเห็นของฟรอสติค (Frostig (1964) มากำหนดภาพในโปรแกรมฝึกแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) สหสัมพันธ์ของตาและมือ (Eye-hand Coordination) 2) การรับรู้ภาพซ้อน (Figure-ground Discrimination) 3) การรับรู้ความคงที่ของวัตถุ (From Constancy of Shape) 4) การรับรู้ตำแหน่งของวัตถุ (Position in Space) 5) การรับรู้มิติสัมพันธ์ (Spatial Relation) โดยผู้วิจัยออกแบบหน่วยกิจกรรมตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ด้านการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารคุณภาพของผู้เรียนในการเลือกภาพตรงความหมายของคำและกลุ่มคำที่ฟัง คำ กลุ่มคำ และความหมายเกี่ยวกับตัวอักษรในภาษาอังกฤษ ในส่วนของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจจะแสดงผ่านไฟล์วิดีโอโปรแกรม PowerPoint ที่ใช้ในการฝึกผ่านจอทีวี มีรายละเอียดดังนี้ ขั้นตอนแรก เป็นการเรียกคืนความจำของการเรียนตัวอักษรภาษาอังกฤษ คือ การให้นักเรียนฟังจากเพลง และมองเห็นภาพรวมของตัวอักษรต่าง ๆ ทั้งหมดบนจอทีวีทัศน์ก่อน ขั้นตอนที่สอง คือ ผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกการเรียกคืนข้อมูลและการนำไปประยุกต์ใช้ภาพจำในใจ มี 3 ชุดกิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 การจับคู่เพื่อจำแนกและระบุภาพให้ถูกต้อง กิจกรรมที่ 2 การจัดหมวดหมู่ เพื่อจำแนกและระบุภาพที่เกี่ยวข้องกัน และกิจกรรมที่ 3 การบอกตำแหน่ง เพื่อใช้สายตาและสมองในการจดจำและระบุภาพที่ปรากฏในบล็อก ดังภาพที่ 46 – 48 โดยทั้ง 3 กิจกรรม ผู้วิจัยทำการแสดงภาพนิ่งตัวอักษรและการออกเสียง (Phonic) เป็นการรับรู้ทางการฟังและการมองเห็นภาพ และผู้ทำกิจกรรมบอความรู้ด้านรูปภาพประกอบคำศัพท์ของตัวอักษร ผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกการเรียกคืนข้อมูลและการนำไปประยุกต์ใช้ภาพจำในใจ ในแต่ละกิจกรรมจำนวน 3 รอบ โดยมีการสลับที่ของตัวอักษร เพื่อการฝึกกระบวนการรับรู้ การทวนซ้ำ และทำให้เกิดการจดจำตัวอักษรได้มากขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมนี้จะทำให้นักเรียนสามารถจดจำคำศัพท์ได้มากขึ้น จึงได้พัฒนาโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา



ภาพที่ 46 กิจกรรมที่ 1 การจัดคู่



ภาพที่ 47 กิจกรรมที่ 2 การจัดหมวดหมู่



ภาพที่ 48 กิจกรรมที่ 3 การบอกตำแหน่ง

โปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา เป็นกิจกรรมการฝึกสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่พัฒนาจากแนวคิดของทฤษฎีเซลล์ประสาทกระจกเงา ร่วมกับการฝึกการสร้างภาพในใจตามเงื่อนไขของการเกิดขึ้นตามแนวคิดของริชาร์ดสัน มีกระบวนการเรียนรู้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การฝึกซ้อมการจำข้อมูลและการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีกระบวนการดังนี้ 1) การกระทำ (Actions) 2) การรับสัมผัส (sensations) 3) การเข้าใจการกระทำ (Action Understanding) 4) การเลียนแบบพฤติกรรม (Imitation) 5) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathy) และขั้นตอนที่ 2 การเรียกคืนข้อมูลและการนำไปประยุกต์ใช้ โดยกำหนดระยะเวลาการทำงานของโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แบบกำหนดให้ใช้เวลาในการฝึกต่อครั้งละเป็นเวลา 60 นาที เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง (Parsons et al., 2014) รายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 โครงสร้างกิจกรรมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา
สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ครั้งที่	กิจกรรม	กิจกรรมย่อย	ความสอดคล้องกับ MN และ MI
1	ปฐมนิเทศ	- ปฐมนิเทศ	- Open-mind
	กิจกรรมการเปิดใจ	- กิจกรรมเปิดใจ	
2	กิจกรรมชวนฟัง	- เพลง	- Sounds
	ตัวอักษร A B C D E F G H I	- การฟังเสียงของ เจ้าของภาษา (Native- speaker sound)	- Audio-visual perception - Action
3	กิจกรรมนำดู	- เพลง	- Sounds
	ตัวอักษร A B C D E F G H I	- ภาพประกอบการการ ฟังเสียงของเจ้าของ ภาษา (Native-speaker sound) - การบันทึกภาพ	- Audio-visual perception - Visual Perception - Actions - Sensations - After Imagery
4	กิจกรรมจำได้ไหม	- เพลง	Sounds
	ตัวอักษร A B C D E F G H I	- การจับคู่ - การจัดหมวดหมู่ - การบอกตำแหน่ง	- Audio-visual perception - Visual Perception - Action Understanding - Imitation - Memory Imagery -Imagination Imagery

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	กิจกรรม	กิจกรรมย่อย	ความสอดคล้องกับ MN และ MI
5	กิจกรรมชวนฟัง ตัวอักษร K L M N O P Q R	- เพลง - การฟังเสียงของ เจ้าของภาษา (Native- speaker sound)	- Sounds - Audio-visual perception - Action
6	กิจกรรมนำดู ตัวอักษร J K L M N O P Q R	- เพลง - ภาพประกอบการฟัง เสียงของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) - การบันทึกภาพ	- Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Actions - Sensations - After Imagery
7	กิจกรรมจำได้ไหม ตัวอักษร J K L M N O P Q R	- เพลง - การจับคู่ - การจัดหมวดหมู่ - การบอกตำแหน่ง	Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Action Understanding - Imitation - Memory Imagery -Imagination Imagery

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	กิจกรรม	กิจกรรมย่อย	ความสอดคล้องกับ MN และ MI
8	กิจกรรมชวนฟัง ตัวอักษร S T U V W X Y Z	- เพลง - การฟังเสียงของ เจ้าของภาษา (Native- speaker sound)	- Sounds - Audio-visual perception - Action
9	กิจกรรมนำดู ตัวอักษร S T U V W X Y Z	- เพลง - ภาพประกอบการฟัง เสียงของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) - การบันทึกภาพ	- Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Actions - Sensations - After Imagery
10	กิจกรรมจำได้ไหม ตัวอักษร S T U V W X Y Z	- เพลง - การจับคู่ - การจัดหมวดหมู่ - การบอกตำแหน่ง	Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Action Understanding - Imitation - Memory Imagery - Imagination Imagery
11	กิจกรรมชวนฟัง คำศัพท์สี (Colors)	- เพลง - การฟังเสียงของ เจ้าของภาษา (Native- speaker sound)	- Sounds - Audio-visual perception - Action

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	กิจกรรม	กิจกรรมย่อย	ความสอดคล้องกับ MN และ MI
12	กิจกรรมนำดู คำศัพท์สี (Colors)	- เพลง - ภาพประกอบการฟัง เสียงของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) - การบันทึกภาพ	- Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Actions - Sensations - After Imagery
13	กิจกรรมจำได้ไหม คำศัพท์สี (Colors)	- เพลง - การจับคู่ - การจัดหมวดหมู่ - การบอกตำแหน่ง	- Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Action Understanding - Imitation - Memory Imagery - Imagination Imagery
14	กิจกรรมชวนฟัง คำศัพท์ร่างกาย (My Body)	- เพลง - การฟังเสียงของ เจ้าของภาษา (Native- speaker sound)	- Sounds - Audio-visual perception - Action
15	กิจกรรมนำดู คำศัพท์ร่างกาย (My Body)	- เพลง - ภาพประกอบการฟัง เสียงของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) - การบันทึกภาพ	- Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Actions - Sensations - After Imagery

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	กิจกรรม	กิจกรรมย่อย	ความสอดคล้องกับ MN และ MI
16	กิจกรรมจำได้ไหม คำศัพท์ร่างกาย (My Body)	- เพลง - การจับคู่ - การจัดหมวดหมู่ - การบอกตำแหน่ง	Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Action Understanding - Imitation - Memory Imagery -Imagination Imagery
17	กิจกรรมชวนฟัง คำศัพท์บุคคล (People)	- เพลง - การฟังเสียงของ เจ้าของภาษา (Native- speaker sound)	- Sounds - Audio-visual perception - Action
18	กิจกรรมนำดู คำศัพท์บุคคล (People)	- เพลง - ภาพประกอบการฟัง เสียงของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) - การบันทึกภาพ	- Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Actions - Sensations - After Imagery
19	กิจกรรมจำได้ไหม คำศัพท์บุคคล (People)	- เพลง - การจับคู่ - การจัดหมวดหมู่ - การบอกตำแหน่ง	Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Action Understanding - Imitation - Memory Imagery -Imagination Imagery

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	กิจกรรม	กิจกรรมย่อย	ความสอดคล้องกับ MN และ MI
20	กิจกรรมชวนฟัง คำศัพท์สิ่งของในห้องเรียน (At School)	- เพลง - การฟังเสียงของ เจ้าของภาษา (Native- speaker sound)	- Sounds - Audio-visual perception - Action
21	กิจกรรมนำดู คำศัพท์สิ่งของในห้องเรียน (At School)	- เพลง - ภาพประกอบการฟัง เสียงของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) - การบันทึกภาพ	- Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Actions - Sensations - After Imagery
22	กิจกรรมจำได้ไหม คำศัพท์สิ่งของในห้องเรียน (At School)	- เพลง - การจับคู่ - การจัดหมวดหมู่ - การบอกตำแหน่ง	Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Action Understanding - Imitation - Memory Imagery -Imagination Imagery
23	กิจกรรมชวนฟัง คำศัพท์สัตว์ (Animals)	- เพลง - การฟังเสียงของ เจ้าของภาษา (Native- speaker sound)	- Sounds - Audio-visual perception - Action

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	กิจกรรม	กิจกรรมย่อย	ความสอดคล้องกับ MN และ MI
24	กิจกรรมนำดู คำศัพท์สัตว์ (Animals)	- เพลง - ภาพประกอบการฟังเสียง ของเจ้าของภาษา (Native- speaker sound) - การบันทึกภาพ	- Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Actions - Sensations - After Imagery
25	กิจกรรมจำได้ใหม่ คำศัพท์สัตว์ (Animals)	- เพลง - การจับคู่ - การจัดหมวดหมู่ - การบอกตำแหน่ง	Sounds - Audio-visual perception - Visual Perception - Action Understanding - Imitation - Memory Imagery -Imagination Imagery

3. ตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

การตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา เพื่อหาการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมฝึก
การสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญ
เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ใช้แบบประเมินความเหมาะสมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีลักษณะ
เป็นมาตราประมาณค่า 4 ระดับ (Likert Scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2546) โดยมีคะแนนการประเมิน
ดังนี้

4 หมายถึง โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำ
ขณะคิดด้านภาษา มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในระดับมากที่สุด

3 หมายถึง โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำ
ขณะคิดด้านภาษา มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในระดับมาก

2 หมายถึง โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำ
ขณะคิดด้านภาษา มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในระดับน้อย

1 หมายถึง โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในระดับน้อยที่สุด

การแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา

นำผลการประเมินรายด้านไปคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยและนำมาเทียบกับเกณฑ์ โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนน 3.26 – 4.00 หมายถึง โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา ในระดับมากที่สุด

คะแนน 2.51 – 3.25 หมายถึง โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา ในระดับมาก

คะแนน 1.76 – 2.50 หมายถึง โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา ในระดับน้อย

คะแนน 1.00 – 1.75 หมายถึง โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา ในระดับน้อยที่สุด

การตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาตรวจสอบรายละเอียดแต่ละกิจกรรม ความเหมาะสมของเนื้อหา ระยะเวลา และสำนวนภาษาของข้อความนำไปปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นนำโปรแกรมที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระพันธ์ พานิชย์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3) รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ งามกนก อาจารย์ประจำภาควิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เด่นชัย ปราบจันดี อาจารย์ประจำภาควิชาบัณฑิตศึกษานานาชาติการพัฒนาศาสตร์มนุษย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

5) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา แก้วแก่น อาจารย์ประจำภาควิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา คณะวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยของข้อคำถามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็น เท่ากับ 3.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ดังนั้น แสดงว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

สำหรับเพิ่มความจำแนกคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ฝึกเพิ่มความจำแนกคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาต่อไป

4. ทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำแนกคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

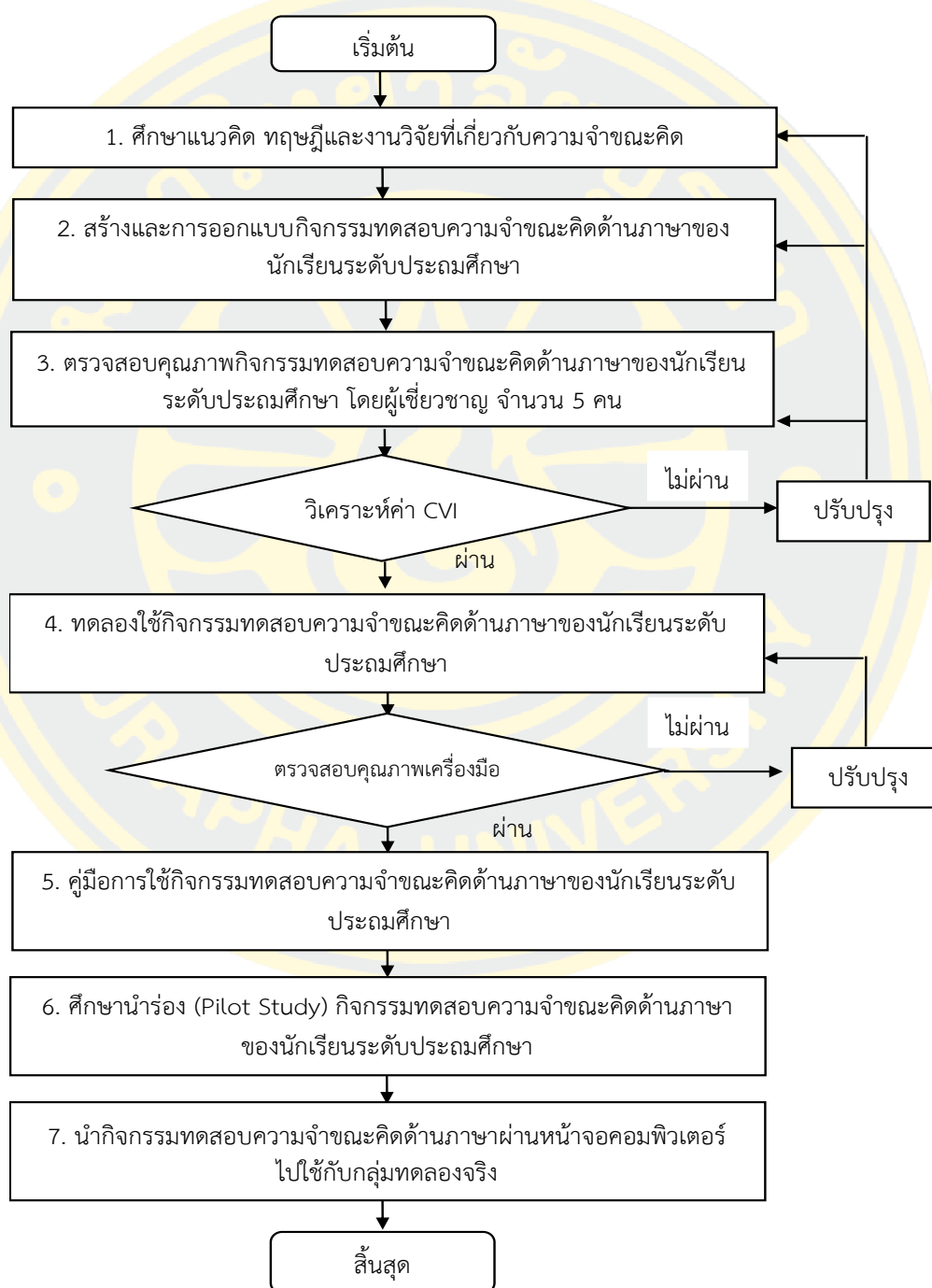
การทดลองใช้ (Try out) โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำแนกคิดด้านภาษา หลังจากการปรับปรุงรูปแบบตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ระหว่างวันที่ 12 - 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 โดยให้นักเรียนแต่ละคนทดลองใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยดำเนินการฝึกในระยะเวลา 2 สัปดาห์ ครั้งละ 60 นาที สัปดาห์ละ 3 ครั้ง เพื่อตรวจสอบขั้นตอนในการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำแนกคิดด้านภาษา โดยการสังเกตข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตอนการฝึก โดยตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ระยะเวลาในการดำเนินการ แล้วนำปัญหาที่พบในความจำแนกคิดโดยใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำแนกคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาและนำผลการทดลองมากำหนดเวลาในแต่ละกิจกรรมของโปรแกรมการฝึก ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5. คู่มือการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำแนกคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

การจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำแนกคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา กำหนดรายละเอียดเนื้อหาของกิจกรรม วิธีการใช้โปรแกรม ผลคะแนนและเกณฑ์การประเมินผลก่อนการโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำแนกคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ระยะที่ 2 การพัฒนากิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

การพัฒนากิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาสามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการ (Flow Chart) ดังภาพที่ 49



ภาพที่ 49 ขั้นตอนการพัฒนากิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา

1. ศึกษาเอกสารและแนวคิดเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้วัดความจำขณะคิดด้านภาษา

กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาเป็นแบบทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ สามารถบันทึกคะแนนคำตอบและระยะเวลาปฏิบัติการของความจำขณะคิดด้านภาษา เครื่องมือที่ใช้วัดความจำขณะคิดด้านภาษาเป็นกิจกรรมทดสอบเพื่อประเมินความจำขณะคิดด้านภาษาใช้การทำงานของสมอง 2 อย่างในเวลาเดียวกันคือการจัดเก็บข้อมูลร่วมกับการดำเนินการของข้อมูล โดยกำหนดกิจกรรมที่ใช้วัดความจำขณะคิดด้านภาษา ได้แก่ กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Operation Span Task) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Reading Span Task) ได้พัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ Unsworth (2005) ซึ่งในการเลือกใช้รูปแบบของ Unsworth ใน 3 กิจกรรมทดสอบสำหรับเด็กอายุ 7 ปี นั้นมีพื้นฐานจากแนวคิดทางพัฒนาการทางปัญญาและทฤษฎีความจำขณะคิดโดยมีเหตุผลหลักดังนี้

1) มีความสอดคล้องกับพัฒนาการทางสมองของเด็กอายุ 7 ปี คือในช่วงอายุ 7 ปี สมองของเด็กกำลังพัฒนาเครือข่ายที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะปฏิบัติงาน โดยเฉพาะบริเวณ Prefrontal Cortex ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการจัดเก็บและจัดการข้อมูลในระยะสั้น (Diamond, 2013) งานวิจัยพบว่าความจำขณะปฏิบัติงานของเด็กในวัยนี้ยังคงมีข้อจำกัดในด้านความสามารถในการคงข้อมูลไว้พร้อมกับการประมวลผลข้อมูลใหม่ ดังนั้น การใช้แบบทดสอบที่สามารถวัดและพัฒนาความสามารถนี้จึงมีความสำคัญ (Gathercole & Alloway, 2008)

2) เป็นแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบและการประเมินที่เป็นระบบของแบบทดสอบ Unsworth นั้นได้รับการพัฒนาให้สามารถประเมินความจำขณะปฏิบัติงานในรูปแบบที่ครอบคลุมและสามารถใช้ได้ในกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย (Unsworth et al., 2005) แม้ว่าแบบทดสอบดั้งเดิมจะออกแบบมาสำหรับผู้ใหญ่ แต่ก็สามารถปรับให้เหมาะสมกับเด็กในวัยเรียนได้โดยการลดระดับความซับซ้อนของภารกิจหรือเปลี่ยนรูปแบบของสิ่งเร้าที่ใช้ทดสอบ เช่น การใช้คำศัพท์ง่ายขึ้นหรือการปรับจำนวนรายการที่ต้องจดจำให้สอดคล้องกับพัฒนาการทางปัญญาของเด็ก (Cowan et al., 2011)

3) สามารถใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะปฏิบัติงานกับทักษะทางภาษา โดยมีงานวิจัยจำนวนมากแสดงให้เห็นว่า ความจำขณะคิดมีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านภาษาของเด็ก เช่น การเข้าใจไวยากรณ์และการเรียนรู้คำศัพท์ใหม่ (Baddeley, 2003) ในกรณีของเด็กอายุ 7 ปี การใช้กิจกรรมที่ออกแบบตามแนวคิดของ Unsworth สามารถช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะทางภาษาผ่านการฝึกให้เด็กสามารถจัดเก็บและดึงข้อมูลทางภาษาออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) การปรับใช้แบบทดสอบในบริบทของภาษาไทย โดยได้มีการศึกษาในประเทศไทยที่นำแนวคิดของ Unsworth มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประเมินความจำขณะปฏิบัติงานสำหรับนักเรียนไทย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบนี้สามารถนำไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกันได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ (บุญธนา, 2563) งานวิจัยดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการใช้แบบทดสอบของ Unsworth สามารถช่วยวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนในการจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ภาษาไทยได้เป็นอย่างดี

2. สร้างและการออกแบบกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working memory) โดยวัดจากคะแนนความถูกต้อง (Response Accuracy Score) และวัดจากระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง/เวลาการปฏิบัติ (Response Time) ในการทำแบบทดสอบวัดความจำขณะคิดด้านภาษา โดยใช้แบบวัดความจำขณะคิดด้านภาษามาตรฐานของ Unsworth et al. (2005) เป็นการทดสอบการทำงานของสมองด้านความจำขณะคิดด้านภาษา ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา Automated Complex Span Tasks (CSTs) ทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) และ 3) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) ทั้ง 3 กิจกรรมสามารถประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดได้ 3 องค์ประกอบ โดยแต่ละกิจกรรมมีรายละเอียด ดังนี้

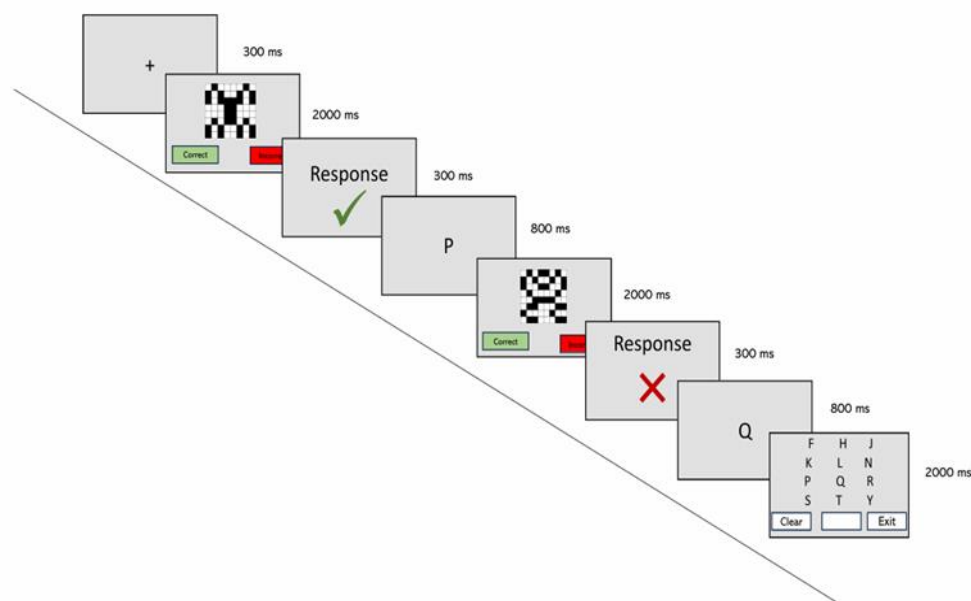
1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task)

กิจกรรมวัดความจำและความสมมาตร มีลักษณะเป็นการประเมินแบบซับซ้อน (Complex Task) ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือแบบทดสอบที่ใช้วัดความขณะคิดโดยในกิจกรรมนี้ ผู้เข้าร่วมจะต้องจดจำลำดับของตำแหน่งที่ถูกนำเสนอบนจอภาพที่น่าเสนอ ในขณะเดียวกันก็ต้องพิจารณาว่ารูปทรงเรขาคณิตที่แสดงอยู่เป็นภาพสมมาตรหรือไม่ รายละเอียดของโปรแกรมการวัดมีดังนี้

การประเมินในส่วนนี้เป็นชุดการประเมินจริง (Real Task) ที่มีรูปแบบการประเมินคล้ายกับวิธีของ Turner and Engle เป็นการประเมินที่ใช้เวลาในการประเมิน 15 – 20 นาที ผู้เข้าร่วมจะตอบคำถามรูปเรขาคณิตและพิจารณาว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ และให้ผู้เข้าร่วมว่าถูกต้องหรือไม่ โดยที่ผู้เข้าร่วมจะต้องตัดสินใจเลือกกดปุ่ม Correct ☒ หรือ Incorrect ☐ จากนั้นมีตัวอักษรปรากฏตรงกลางหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้ผู้รับการประเมินได้จำ ตัวอักษรแต่ละตัวจะปรากฏนาน 800 มิลลิวินาที เริ่มจาก 2 ตัวอักษรจนถึง 5 ตัวอักษร และในหน้าจอสุดท้ายของแต่ละชุดในแต่ละแบบจะปรากฏกลุ่มของตัวอักษร โดยผู้เข้าร่วมตัดสินใจกดตัวอักษรที่อยู่ในกล่องที่หน้าจอแสดงเมทริกซ์ตัวอักษรแบบ 4 x 3 สำหรับตัวอักษรที่ใช้ในการประเมินประกอบ ด้วยตัวอักษรที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน (Unrelated Letters) จำนวน 12 ตัว ได้แก่ F H J K L N P Q R S T และ Y Unsworth, N. (2005) แต่ละชุดจะปรากฏขึ้นแบบสุ่ม ผู้รับการประเมินต้องบอกตัวอักษรที่ปรากฏ

ตามลำดับให้ถูกต้อง โดยการกดบนแป้นคีย์บอร์ดตัวอักษรและ กดเลือกตัวอักษรที่จำไว้เรียงลำดับให้ถูกต้องบนหน้าจอแสดงเมท

จากนั้นโปรแกรมจะประมวลผลกิจกรรมทั้งหมดแล้วแสดงผลออกมา หลังจากประเมินเสร็จแล้ว โปรแกรมจะรายงานผลการประเมินเป็นคะแนนเป็นสอง ประเภท คือ ประเภทแรก เรียกว่า คะแนนการจำแบบสมบูรณ์ (Absolute Storage Score) เป็นคะแนนประเภทเดียวกับการประเมินแบบเดิมของ Turner and Engle ที่คิดจากผลรวมของคะแนนในแต่ละชุดที่ผู้รับการประเมินทำได้ถูกต้องทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ เช่น ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษร 2 ตัวที่ปรากฏในชุด 2 รูปเรขาคณิต 2 ตัวอักษรได้ถูกต้องทั้งหมด จะได้คะแนนในชุดนี้ 2 คะแนน และในชุดนี้มีทั้งหมด 2 รูปเรขาคณิต 2 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด คะแนนการจำแบบสมบูรณ์เท่ากับ ในชุดนี้เท่ากับ $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 20$ คะแนน และประเภทที่สอง แต่ถ้าในชุด 2 รูปเรขาคณิต 2 ตัวอักษร ตอบถูกเพียง 1 ตัวอักษร จะถือว่าไม่สมบูรณ์ คะแนนในชุดนี้จะเป็น 0 คะแนน ดังนั้น คะแนนการจำแบบสมบูรณ์เท่ากับ $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 0 = 18$ คะแนน และประเภทที่สอง เรียกว่า คะแนนการจำแบบรวมทั้งหมด (Partial Storage Score) เป็นคะแนนประเมินการจำที่ผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรที่ปรากฏตามลำดับได้ถูกต้องทั้งหมดโดยไม่แยกชุดการประเมิน เช่น ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษร 2 ตัวที่ปรากฏในชุด 2 รูปเรขาคณิต 2 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 20 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 3 รูปเรขาคณิต 3 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 30 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 4 รูปเรขาคณิต 4 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 40 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 5 รูปเรขาคณิต 5 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 50 คะแนน ดังนั้น คะแนนการจำแบบรวมทั้งหมด เท่ากับ $20 + 30 + 40 + 50 = 140$ คะแนน ดังภาพที่ 50



ภาพที่ 50 กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task)

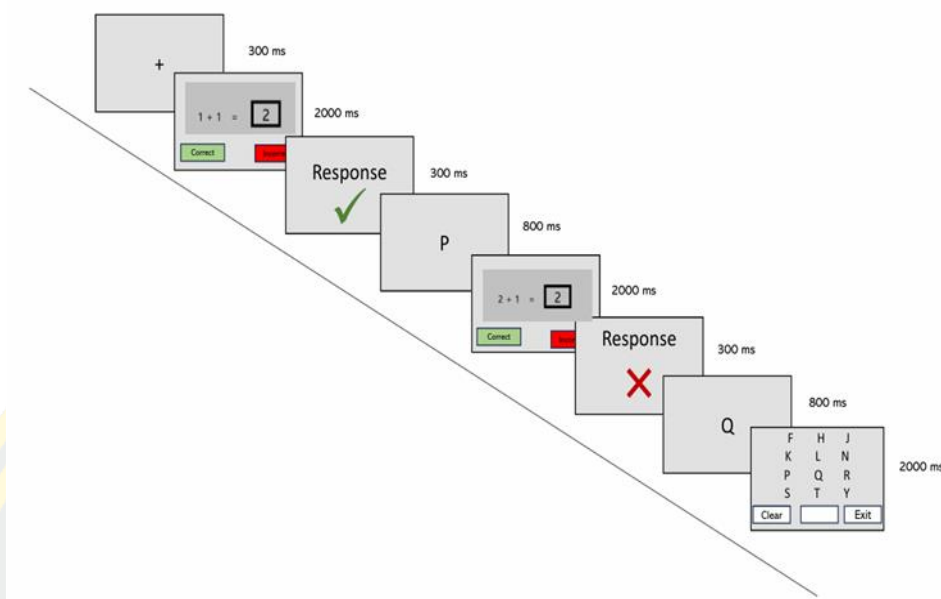
2. กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task)

กิจกรรมการขณะคำนวณมีลักษณะเป็นการประเมินแบบเชิงซ้อน ประกอบด้วย การแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายและจำตัวอักษร ในโปรแกรม CSTs ซึ่ง Unsworth (et al., 2005) ได้พัฒนาขึ้นนั้นประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนการจำตัวอักษรอย่างง่าย (Simple Letter Span) ส่วนการแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่าย (Math Portion) และส่วนการประเมินแบบเชิงซ้อน (Complex Task) ในการประเมินจะเป็นส่วนที่ให้ผู้รับการประเมินจริงในส่วนที่ 3 แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การประเมินในส่วนนี้เป็นชุดการประเมินจริง (Real Task) ที่มีรูปแบบการประเมินคล้ายกับวิธีของ Turner and Engle เป็นการประเมินที่ใช้เวลาในการประเมิน 15 – 20 นาที ผู้เข้าร่วมจะตอบคำถามสมการและพิจารณาว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ (เช่น $2 + 1 = 3$) และให้ผู้เข้าร่วมระบุว่าถูกต้องหรือไม่ โดยที่ผู้เข้าร่วมจะต้องตัดสินใจเลือกกดปุ่ม Correct ☒ หรือ Incorrect ☐ จากนั้นมีตัวอักษรปรากฏตรงกลางหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้ผู้รับการประเมินได้จำ ตัวอักษรแต่ละตัวจะปรากฏนาน 800 มิลลิวินาที เริ่มจาก 2 ตัวอักษรจนถึง 5 ตัวอักษร และในหน้าจอสุดท้ายของแต่ละชุดในแต่ละแบบจะปรากฏกลุ่มของตัวอักษร โดยผู้เข้าร่วมตัดสินใจกดตัวอักษรที่อยู่ในกล่องที่หน้าจอแสดงเมทริกซ์ตัวอักษรแบบ 4×3 สำหรับตัวอักษรที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วยตัวอักษรที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน (Unrelated Letters) จำนวน 12 ตัว ได้แก่ F H J K L N P Q R S T และ Y

แต่ละชุดจะปรากฏขึ้นแบบสุ่ม ผู้รับการประเมินต้องบอกตัวอักษรที่ปรากฏตามลำดับให้ถูกต้อง โดยการกดบนแป้นคีย์บอร์ดตัวอักษรและ กดเลือกตัวอักษรที่จำไว้เรียงลำดับให้ถูกต้องบนหน้าจอแสดงผล

จากนั้นโปรแกรมจะประมวลผลกิจกรรมทั้งหมดแล้วแสดงผลออกมา หลังจากประเมินเสร็จแล้ว โปรแกรมจะรายงานผลการประเมินเป็นคะแนนเป็นสอง ประเภท คือ ประเภทแรก เรียกว่า คะแนนการจำแบบสมบูรณ์ (Absolute Storage Score) เป็นคะแนนประเภทเดียวกับการประเมินแบบเดิมของ Turner and Engle ที่คิดจากผลรวมของคะแนนในแต่ละชุดที่ผู้รับการประเมินทำได้ถูกต้องทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ เช่น ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษร 2 ตัวที่ปรากฏในชุด 2 สมการ 2 ตัวอักษรได้ถูกต้องทั้งหมด จะได้คะแนนในชุดนี้ 2 คะแนน และในชุดนี้มีทั้งหมด 2 สมการ 2 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด คะแนนการจำแบบสมบูรณ์เท่ากับ ในชุดนี้เท่ากับ $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 20$ คะแนน และประเภทที่สอง แต่ถ้าในชุด 2 สมการ 2 ตัวอักษร ตอบถูกเพียง 1 ตัวอักษร จะถือว่าไม่สมบูรณ์ คะแนนในชุดนี้จะเป็น 0 คะแนน ดังนั้น คะแนนการจำแบบสมบูรณ์เท่ากับ $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 0 = 18$ คะแนน และประเภทที่สอง เรียกว่า คะแนนการจำแบบรวมทั้งหมด (Partial Storage Score) เป็นคะแนนประเมินการจำที่ผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรที่ปรากฏตามลำดับได้ถูกต้องทั้งหมดโดยไม่แยกชุดการประเมิน เช่น ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษร 2 ตัวที่ปรากฏในชุด 2 สมการ 2 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 20 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 3 สมการ 3 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 30 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 4 สมการ 4 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 40 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 5 สมการ 5 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 50 คะแนน ดังนั้น คะแนนการจำแบบรวมทั้งหมด เท่ากับ $20 + 30 + 40 + 50 = 140$ คะแนน ดังภาพที่ 51



ภาพที่ 51 กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task)

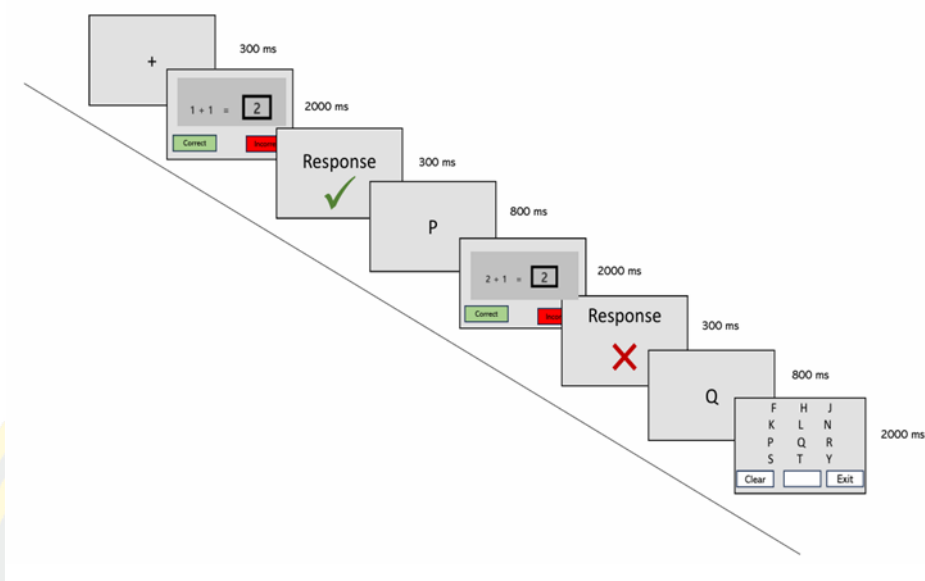
3. กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task)

กิจกรรมการขณะคำนวณมีลักษณะเป็นการประเมินแบบเชิงซ้อน ประกอบด้วย การอ่านประโยคอย่างง่ายและจำตัวอักษร ในโปรแกรม CSTs ซึ่ง Unsworth (et al., 2005) ได้พัฒนาขึ้นนั้นประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนการจำตัวอักษรอย่างง่าย (Simple Letter Span) ส่วนการแก้สมการคณิตศาสตร์อย่างง่าย (Math Portion) และส่วนการประเมินแบบเชิงซ้อน (Complex Task) ในการประเมินจะเป็นส่วนที่ให้ผู้รับการประเมินจริงในส่วนที่ 3 แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การประเมินในส่วนนี้เป็นชุดการประเมินจริง (Real Task) ที่มีรูปแบบการประเมินคล้ายกับวิธีของ Turner and Engle เป็นการประเมินที่ใช้เวลาในการประเมิน 15 – 20 นาที ผู้เข้าร่วมจะอ่านประโยคหนึ่งและพิจารณาว่าเป็นเรื่องที่สมเหตุสมผลหรือไม่เหมาะสมกับรูปภาพ (เช่น “This is a tiger.”) จากประโยคปกติ แต่ละประโยคมีคำศัพท์ประมาณ 5–10 คำ และให้ผู้เข้าอ่านออกเสียงประโยคและระบุว่ามันสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยที่ผู้เข้าร่วมจะต้องตัดสินใจเลือกกดปุ่ม Correct ☒ หรือ Incorrect ☐ จากนั้นมีตัวอักษรปรากฏตรงกลางหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้ผู้รับการประเมินได้จำ ตัวอักษรแต่ละตัวจะปรากฏนาน 800 มิลลิวินาที เริ่มจาก 2 ตัวอักษรจนถึง 5 ตัวอักษร และในหน้าจอสุดท้ายของแต่ละชุดในแต่ละแบบจะปรากฏกลุ่มของตัวอักษร โดยผู้เข้าร่วมตัดสินใจตัวอักษรที่อยู่ในกล่องที่หน้าจอแสดงเมทริกซ์ตัวอักษรแบบ 4 x 3 สำหรับตัวอักษรที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วยตัวอักษรที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน (Unrelated Letters) จำนวน 12 ตัว ได้แก่ F H J K L N P Q R S T และ Y แต่ละชุดจะปรากฏขึ้นแบบสุ่ม ผู้รับการประเมินต้องบอกตัวอักษรที่ปรากฏ

ตามลำดับให้ถูกต้อง โดยการกดบนแป้นคีย์บอร์ดตัวอักษรและ กดเลือกตัวอักษรที่จำไว้เรียงลำดับให้ถูกต้องบนหน้าจอแสดงเมท

จากนั้นโปรแกรมกิจกรรมทดสอบจะประมวลผลกิจกรรมทั้งหมดแล้วแสดงผลออกมา หลังจากประเมินเสร็จแล้ว โปรแกรมกิจกรรมทดสอบจะรายงานผลการประเมินเป็นคะแนนเป็นสองประเภท คือ ประเภทแรก เรียกว่าคะแนนการจำแบบสมบูรณ์ (Absolute Storage Score) เป็นคะแนนประเภทเดียวกับการประเมินแบบเดิมของ Turner and Engle ที่คิดจากผลรวมของคะแนนในแต่ละชุดที่ผู้รับการประเมินทำได้ถูกต้องทั้งหมดอย่างสมบูรณ์ เช่น ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษร 2 ตัวที่ปรากฏในชุด 2 สมการ 2 ตัวอักษรได้ถูกต้องทั้งหมด จะได้คะแนนในชุดนี้ 2 คะแนน และในชุดนี้มีทั้งหมด 2 สมการ 2 ตัวอักษร มีทั้งหมด 10 ชุด คะแนนการจำแบบสมบูรณ์เท่ากับ ในชุดนี้เท่ากับ $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 20$ คะแนน และประเภทที่สอง แต่ถ้าในชุด 2 สมการ 2 ตัวอักษร ตอบถูกเพียง 1 ตัวอักษร จะถือว่าไม่สมบูรณ์ คะแนนในชุดนี้จะเป็น 0 คะแนน ดังนั้น คะแนนการจำแบบสมบูรณ์เท่ากับ $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 0 = 18$ คะแนน และประเภทที่สอง เรียกว่า คะแนนการจำแบบรวมทั้งหมด (Partial Storage Score) เป็นคะแนนประเมินการจำที่ผู้รับการประเมินตอบตัวอักษรที่ปรากฏตามลำดับได้ถูกต้องทั้งหมดโดยไม่แยกชุดการประเมิน เช่น ถ้าผู้รับการประเมินตอบตัวอักษร 2 ตัวที่ปรากฏในชุด 2 ประโยคอย่างง่าย 2 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 20 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 3 ประโยคอย่างง่าย 3 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 30 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 4 ประโยคอย่างง่าย 4 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 40 คะแนน และถ้าตอบตัวอักษร 5 ประโยคอย่างง่าย 5 ตัวอักษรทั้งหมด 10 ชุด จะได้คะแนนในชุดเท่ากับ 50 คะแนน ดังนั้น คะแนนการจำแบบรวมทั้งหมด เท่ากับ $20 + 30 + 40 + 50 = 140$ คะแนน ดังภาพที่ 52



ภาพที่ 52 กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ Automated Reading Span Task)

3. การตรวจสอบความเหมาะสมด้านเชิงเนื้อหา เพื่อหาการตรวจสอบคุณภาพของกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมด้านเชิงเนื้อหา โดยการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา โดยใช้แบบประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 4 ระดับ (Likert Scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2546) โดยมีคะแนนการประเมินดังนี้

4 หมายถึง กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในระดับมากที่สุด

3 หมายถึง กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในระดับมาก

2 หมายถึง กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในระดับน้อย

1 หมายถึง กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา ในระดับน้อยที่สุด

การแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา โดยนำผลการประเมินรายด้านไปคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยและนำมาเทียบกับเกณฑ์ โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนน 3.26 – 4.00 หมายถึง กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในระดับมากที่สุด

คะแนน 2.51 – 3.25 หมายถึง กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในระดับมาก

คะแนน 1.76 – 2.50 หมายถึง กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในระดับน้อย

คะแนน 1.00 – 1.75 หมายถึง กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในระดับน้อยที่สุด

การตรวจสอบคุณภาพของกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาตรวจสอบรายละเอียดแต่ละกิจกรรม ความเหมาะสมของเนื้อหา ระยะเวลา และสำนวนภาษาของข้อความนำไปปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นนำกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระพันธ์ พานิชย์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ งามกนก อาจารย์ประจำภาควิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เด่นชัย ปราบจันดี อาจารย์ประจำภาควิชาบัณฑิตศึกษานานาชาติการพัฒนาศึกษากรมนุสย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา แก้วแก่น อาจารย์ประจำภาควิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยของข้อคำถามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็นเท่ากับ 3.62 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ดังนั้น แสดงว่า กิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้วัดความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

4) ทดลองใช้กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

การทดลองใช้ (Try out) กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังจากการปรับปรุงรูปแบบตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ระหว่างวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 ถึง ระหว่างวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 โดยให้นักเรียนแต่ละคนทดลองใช้กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้าน

ภาษาเพื่อตรวจสอบขั้นตอนในการทดลองใช้กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาโดยการสังเกตข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดจากขั้นตอนการฝึก โดยตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาระยะเวลาในการดำเนินการ แล้วนำปัญหาที่พบในความจำขณะคิดโดยใช้กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาและนำผลการทดลองมากำหนดเวลาในแต่ละกิจกรรมของกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป และได้ผลการทดสอบค่าความเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิบัติกิจกรรมตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาจากการทดลองใช้ และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของกิจกรรมทดสอบทั้งฉบับโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ เท่ากับ .80

5) คู่มือการใช้กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา การจัดทำคู่มือการใช้กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา กำหนดรายละเอียดเนื้อหาของกิจกรรม วิธีการใช้กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ผลคะแนนและเกณฑ์การประเมินผลก่อนการใช้กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา และนำไปใช้กับกลุ่มทดลองจริง

6) ศึกษาสำรวจ (Pilot Study) กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ควบคู่ไปกับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยจัดบริบทให้เหมาะสมกับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง มีการเตรียมการในส่วน of สถานที่ โดยใช้ห้องประชุมเปิดเครื่องปรับอากาศปรับอุณหภูมิให้เหมาะสม รองนกว่ากลุ่มทดลองใช้จะพร้อม โดยให้นั่งนิ่งๆ จนกว่าคุณภาพของคลื่นไฟฟ้าสมองจะดีพอสำหรับการวัด คือ คุณภาพของคลื่น 100 % จึงเริ่มต้นที่คลื่นไฟฟ้าสมอง ไปพร้อมกับการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ตรวจสอบความเร็ว ความเหมาะสมของภาพในกิจกรรมทดสอบ โดยการสอบถามและสังเกตจากการทดลองใช้ และนำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

7) นำกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ไปใช้กับกลุ่มทดลองจริง

ระยะที่ 3 การศึกษาผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์ กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

การศึกษาผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่พัฒนาขึ้นและผ่านการทดลองใช้นำมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างสามารถแสดงขั้นตอนดำเนินการ (Flow Chart) ดังภาพที่ 53



ภาพที่ 53 ขั้นตอนการศึกษาผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎี
เซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษา

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียน
เคหะชุมชนลาดกระบัง สังกัดสำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นอาสาสมัครเข้าร่วม
การวิจัยที่ได้รับการอนุญาตจากผู้ปกครองและมีคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 60 คน และ
ได้จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05
อำนาจทดสอบ (Power of Test) ที่ .75 และขนาดอิทธิพลของตัวแปร (Effect Size) ที่ .80 จะต้อง

ใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 58 คน แต่เพื่อให้ครอบคลุมจึงกำหนดรูปแบบสัดส่วนเป็น 60 คน จากนั้นใช้วิธีการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน โดยใช้การคัดตามการกำหนดคุณลักษณะของกลุ่มอาสาสมัครที่มีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกันนำมาจับคู่กันตามคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แล้วทำการจับฉลากเข้ากลุ่มโดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน

ในกระบวนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง การจัดสรรกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมถูกดำเนินการผ่านการจับคู่ตามคุณลักษณะต่างๆ ที่คล้ายคลึงกัน เช่น ระดับสติปัญญาและประสบการณ์ทางภาษา เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุด การสุ่มกลุ่มตัวอย่างจะช่วยลดความแตกต่างที่อาจเกิดขึ้นจากตัวแปรแทรกซ้อน เช่น สภาพแวดล้อมหรือสภาวะอารมณ์ของผู้เข้าร่วม

การศึกษานี้ยังใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่อาจส่งผลต่อผลลัพธ์ของการวิจัย การสุ่มตัวอย่าง (Randomization) ถูกนำมาใช้เพื่อให้ลดความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งช่วยลดอิทธิพลจากปัจจัยภายนอกที่อาจมีผลต่อการศึกษานี้ นอกจากนี้ การจับคู่ (Matching) ยังถูกนำมาใช้เพื่อจัดกลุ่มผู้เข้าร่วมที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น ระดับสติปัญญาหรือประสบการณ์ทางภาษา ก่อนที่จะแบ่งกลุ่มเข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อให้ทั้งสองกลุ่มมีความคล้ายคลึงกันในทุกๆ ด้าน นอกจากนี้ยังมีการควบคุมสภาพแวดล้อมระหว่างการทดลอง เช่น การควบคุมแสงสว่าง เสียง และเวลาที่ใช้ในการทดลองให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกเบี่ยงเบนจากปัจจัยภายนอก การใช้เครื่องมือที่เชื่อถือได้ (Reliable Measurement Tools) ก็เป็นอีกหนึ่งการควบคุมเพื่อให้การวัดผลในแต่ละขั้นตอนเป็นไปด้วยความแม่นยำ และสามารถสรุปผลได้อย่างเชื่อถือได้

จากนั้นทำการประกาศเพื่อรับอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกเข้าตามเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมวิจัยดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion Criteria)

1. อายุ ระหว่าง 6- 7 ปี
2. เป็นผู้ที่สุขภาพดีไม่มีโรคประจำตัว
3. ไม่มีภาวะซึมเศร้า ประเมินโดยใช้แบบสำรวจภาวะซึมเศร้าในเด็ก (Children's Depression Inventory: CDI) ฉบับภาษาไทย ของศาสตราจารย์อุมาพร ตรังคมบัติ ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ถนัดมือขวาจากแบบสำรวจความถนัดในการใช้มือ Edinburgh Handedness Inventory ของ (Oldfield, 1971)
5. มีการมองเห็นปกติจากแบบประเมินสายตาระยะใกล้เจเกอร์ชาร์ต (Jaeger's chart)

6. ไม่มีประวัติตาบอดสี

7. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บที่ศีรษะหรือการเจ็บป่วยทางระบบประสาทและไม่เป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา สามารถใช้ตาทั้งสองข้างได้ตามปกติ

8. เป็นเด็กปกติ คือไม่ได้เป็นเด็กพิเศษ โดยผ่านการคัดกรองจากแบบคัดกรองที่กระทรวงศึกษาธิการใช้ในการคัดกรอง ได้แก่ แบบคัดกรองนักเรียนที่มีภาวะสมาธิสั้น บกพร่องทางการเรียนรู้ และออทิซึม (KUSI) แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาแบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์การคัดกรองตามเกณฑ์ที่กำหนด

9. มีความเต็มใจเข้าร่วมการทดลองตามเวลาที่กำหนด และได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง

เกณฑ์การคัดออก (Exclusions Criteria) มีดังนี้ 1) มีปัญหาทางสายตาระหว่างการเข้าร่วมวิจัย 2) ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้อย่างต่อเนื่อง และ 3) มีปัญหาสุขภาพหรืออาการเจ็บป่วยที่ต้องเข้ารับการรักษาระหว่างเข้าร่วมการวิจัย

2. แบบแผนการทดลอง

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Pretest - Posttest Control Group Design (Edmonds & Kennedy, 2016) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Pretest - Posttest Control Group Design

การสุ่มเข้า (Random Assignment)	กลุ่ม (group)	ทดสอบก่อน (Pertest)	ทดลอง (Intervention)	ทดสอบหลัง (Posttest)
R	1	O ₁	X	O ₂
R	2	O ₁	-	O ₂
Time →				

ความหมายของสัญลักษณ์

R หมายถึง การสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

1 หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experimental Group) หมายถึง กลุ่มที่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2 หมายถึง กลุ่มควบคุม (Control Group) หมายถึง กลุ่มที่ใช้วิธีการสอนปกติ เป็นกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนภาษาตามวิธีการสอนทั่วไปที่ครูใช้ โดยไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ได้ปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมเนื้อหาพิเศษใดๆ เพื่อใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรม (Edmonds & Kennedy, 2016)

X หมายถึง การฝึกตามโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

O₁ หมายถึง การวัดตัวแปรตาม ก่อนการทดลอง

O₂ หมายถึง การวัดตัวแปรตาม หลังการทดลอง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย 2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย ประกอบด้วย

1) แบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัว การมองเห็น การได้ยิน ความถนัดในการใช้มือขวา

2) แบบสำรวจภาวะซึมเศร้าประเมินโดยใช้แบบสำรวจภาวะซึมเศร้าในเด็ก (Children's Depression Inventory: CDI) ฉบับภาษาไทย ของศาสตราจารย์อุมาพร ตรังคมบัติ ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (กรมสุขภาพจิต, 2559)

3) แบบสำรวจความถนัดมือขวา โดยใช้แบบสำรวจความถนัดการใช้มือเอ็ดินเบิร์ก (Edinburgh Handedness Inventory) พัฒนาโดยโอฟิลด์ (Oldfield, 1971) เป็นแบบสำรวจความชำนาญหรือความชอบในการใช้มือ เพื่อทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

4) แผ่นทดสอบตาบอดสี (Test of Colour-Deficiency) เป็นแบบทดสอบการรับรู้สี พัฒนาโดย Ishihara ใช้ทดสอบผู้มีความบกพร่องในการรับรู้สี (Test of Colour Blindness) โดยใช้แผ่นทดสอบตาบอดสีที่เป็นตัวเลข จำนวน 15 แผ่น พิจารณาจากความถูกต้องในการอ่านตัวเลขเป็น

ภาพ ตามเกณฑ์ของภาควิชาจิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งกำหนดว่า ผู้ที่ไม่มีความบกพร่องในการรับรู้สีจะสามารถอ่านแผ่นทดสอบตาบอดสีได้ถูกต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 13 แผ่น ส่วนผู้ที่มีความบกพร่องในการรับรู้สี จะสามารถอ่านแผ่นภาพทดสอบตาบอดสีได้ถูกต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 9 แผ่น

5) แผ่นวัดระดับการมองเห็นในระยะใกล้ (Near Vision) โดยใช้แผ่นทดสอบที่ระยะใกล้ คือแผ่นทดสอบสเนลเลน (Snellen Chart) ของสำนักส่งเสริมสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข เกณฑ์ คือ ต้องอ่านได้ถึงแถวที่ 7 (20/20) จึงจะถือว่าสายตาปกติ

6) แบบคัดกรองนักเรียนที่มีภาวะสมาธิสั้น บกพร่องทางการเรียนรู้ และออทิซึม (KUSSI) ของกระทรวงศึกษาธิการ ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7) แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ของกระทรวงศึกษาธิการ

8) แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ของกระทรวงศึกษาธิการ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่พัฒนาขึ้นตามระยะที่ 1 ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว มีลักษณะเป็นไฟล์ข้อมูลสร้างขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการเปิดกับคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมฝึกมีกิจกรรมการฝึกโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของการให้ความรู้ใหม่ และ 2) ส่วนของการนำไปประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นส่วนให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรม แต่ละกิจกรรมจะมีชุดกิจกรรมย่อย (รายละเอียดตามคู่มือโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ภาคผนวก ง)

3.3. เครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรตาม ประกอบด้วย

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ 1) กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ และ 2) เครื่องมือวัดและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง รายละเอียดมีดังนี้

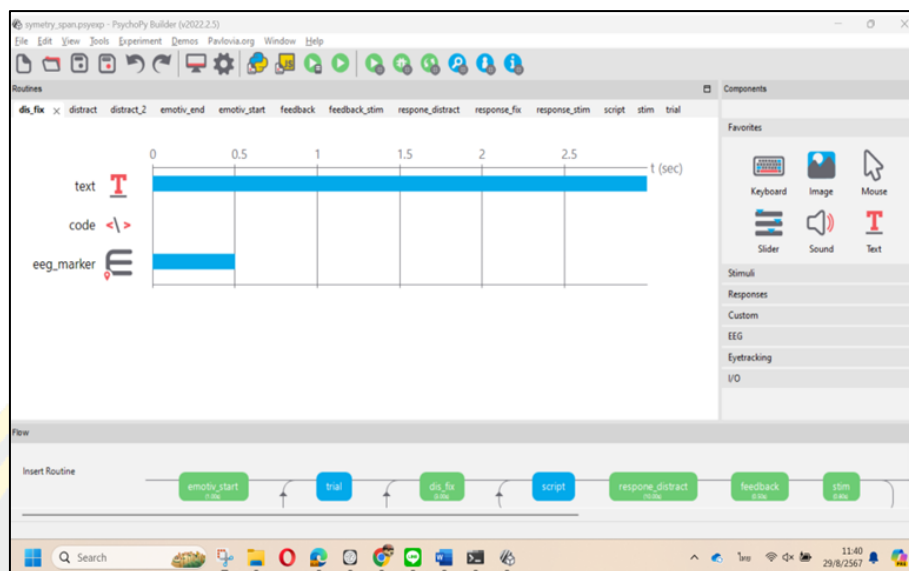
1) กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นกิจกรรมทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยใช้การทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณ (Operation Span Task) และ 3) กิจกรรมขณะอ่าน (Reading Span Task) พัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ Unworth (2005)

2) เครื่องมือวัดและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง เป็นการตรวจกระบวนการทำงานของสมอง โดยใช้เครื่องมือวัดและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองแบบพกพา EPOC X - 14 Channel

Wireless EEG Headset แบบ 14 ช่องสัญญาณ เป็นการตรวจกระบวนการทำงานของสมอง โดยอาศัยการติดขั้วบันทึก (Electrode) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าที่หนังศีรษะ สัญญาณที่เปลี่ยนแปลงมีผลมาจากการทำงานของสมองส่วนต่าง ๆ ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความจำขณะคิดด้านภาษาก่อนและหลังการใช้โปรแกรมฝึก โดยทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบมาตรฐานและการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง

โปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างกิจกรรมทดสอบ คือ โปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python เป็นโปรแกรมที่สร้างการทดลองด้านจิตวิทยา ประสาทวิทยาศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์เชิงทดลอง และเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย ทำงานได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการประเมิน สามารถแสดงผลการประเมินออกมาได้ทันทีหลังเสร็จสิ้นการประเมินมีค่าความเที่ยงและความเชื่อมั่นสูง รองรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองของ Emotiv โปรแกรมสามารถส่งคำสั่งในการบันทึกและ Marker ไปยัง EPOC X - 14 Channel Wireless EEG Headset ซึ่งเป็นโปรแกรมบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองของ Emotiv ได้ (Peirce, Hirst & MacAskill, 2022) รายละเอียดมีดังนี้

1. กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา พัฒนาขึ้นด้วยวิธีการกำหนดกิจกรรมที่ใช้วัดความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working memory) มีลักษณะการวัดจากคะแนนความถูกต้อง (Response Accuracy Score) และวัดจากระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Response Time) ในการทำแบบวัดความจำขณะคิดด้านภาษา โดยใช้แบบวัดความจำขณะคิดด้านภาษามาตรฐานของ Unsworth et al.(2005) เป็นการทดสอบการทำงานของสมองด้านความจำขณะคิดด้านภาษา ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา Automated Complex Span Tasks (CSTs) ทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) และ 3) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) ทั้ง 3 กิจกรรมสามารถประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดได้ 3 องค์ประกอบ โดยมีหน้าจอของโปรแกรม ดังแสดงภาพที่ 54



ภาพที่ 54 หน้าจอโปรแกรม Psychopy Psychology Software in Python

อุปกรณ์สำหรับการใช้การทดสอบ

ก. โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ - Lenovo ThinkPad X1 Carbon Gen 9

- CPU Intel Core i7 2.8 GHz
- RAM 16 GB
- Hard disk 500GB SSD
- Display 14 inches 1920x1200 pixel
- GPU Intel Iris
- Windows 11 Home

ข. เมาส์ USB Logitech

ค. แป้นพิมพ์ USB – Primaxx keyboards

อุปกรณ์สำหรับบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง

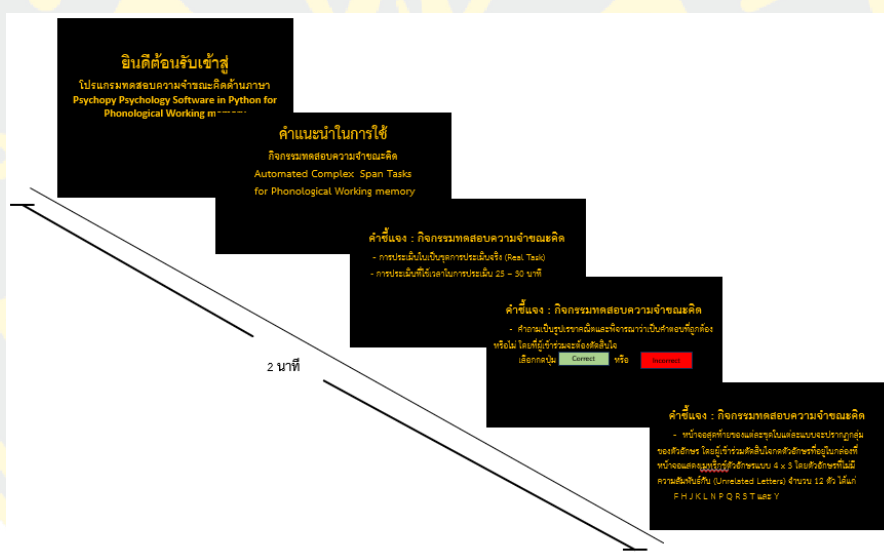
เป็นอุปกรณ์สำหรับบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองชื่อ EMOTIV EPOC X - 14 Channel

Wireless EEG Headset ช่องสัญญาณ อุปกรณ์ประกอบด้วย

- Controller
- Universal USB Receiver
- EasyCap
- Electrode Sensors

e. Micro-B to USB Charge cable

2. โปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python เป็นกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยมีกิจกรรม 3 กิจกรรม ผู้เข้าร่วมทดลองจะต้องเริ่มต้นการทดสอบจากกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ และกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ตามลำดับ ขั้นตอนแรกของการทดสอบผู้เข้าร่วมทดลอง จะต้องบันทึกข้อมูลในส่วนที่ 1 เป็นส่วนของคำชี้แจง เพื่อการเตรียมความพร้อมก่อนการวัดความจำขณะคิดด้านภาษา เป็นการอธิบายถึง ส่วนประกอบของกิจกรรมวัดความจำขณะคิดด้านภาษา ได้แก่ คำชี้แจง การอธิบายขั้นตอน วิธีการ ระดับความยาก จำนวนของข้อคำถาม ระยะเวลาในการทำกิจกรรม และรายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาทั้ง 3 กิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายพร้อมภาพประกอบ ใช้เวลาอธิบาย 2 นาที ดังแสดงในภาพที่ 55



ภาพที่ 55 ส่วนของคำชี้แจงขั้นตอนการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา

หน้าจอกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีขั้นตอนของกิจกรรม คือ เป็นกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร ให้ผู้ทดลองใช้คีย์บอร์ดในการกดเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรม (ดังภาพที่ 56) และการแสดงคำตอบการทำงานของโปรแกรมจะเริ่มจากการขึ้นตอนที่ระดับความง่ายไปสู่ยาก โดยกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร จะเริ่มจากการระดับที่ 1 เป็นการจำตัวอักษรที่มีการแสดง 2 ตัวอักษร ไปจนถึงระดับที่ 4 คือการให้จำตัวอักษร 5 ตัวอักษร โดยมีลำดับขั้นตอนการทำกิจกรรมดังนี้

1) แสดงรูปภาพตารางภาพการสมมาตรเพื่อให้ผู้ทดลองกดตอบ ว่าภาพที่แสดงมีลักษณะสมมาตรกันหรือไม่ โดยใช้คีย์บอร์ดกดยืนยันคำตอบ ถ้าใช่สมมาตรกด Correct ถ้าไม่ใช่สมมาตรกด Incorrect จากนั้นโปรแกรมมีกล่องโต้ตอบกลับแสดงการตอบว่าถูกหรือผิด

2) การแสดงตัวอักษรภาษาอังกฤษให้จำ 1 ตัวอักษร

3) มีการแสดงรูปภาพการวิเคราะห์สมมาตรครั้งที่ 2 เพื่อให้ผู้เข้าร่วมทดลองตอบอีกครั้ง โดยใช้คีย์บอร์ดกดยืนยันคำตอบ ถ้าใช่สมมาตรกด Correct ถ้าไม่ใช่สมมาตรกด Incorrect จากนั้นโปรแกรมมีกล่องโต้ตอบกลับแสดงการตอบว่าถูกหรือผิดอีกครั้ง

4) การแสดงตัวอักษรภาษาอังกฤษให้จำอีก 1 ตัวอักษร เป็นอักษรภาษาอังกฤษให้จำเป็นลำดับที่ 2 (ระดับที่ 1 มีการแสดงตัวอักษรให้จำ 2 อักษร)

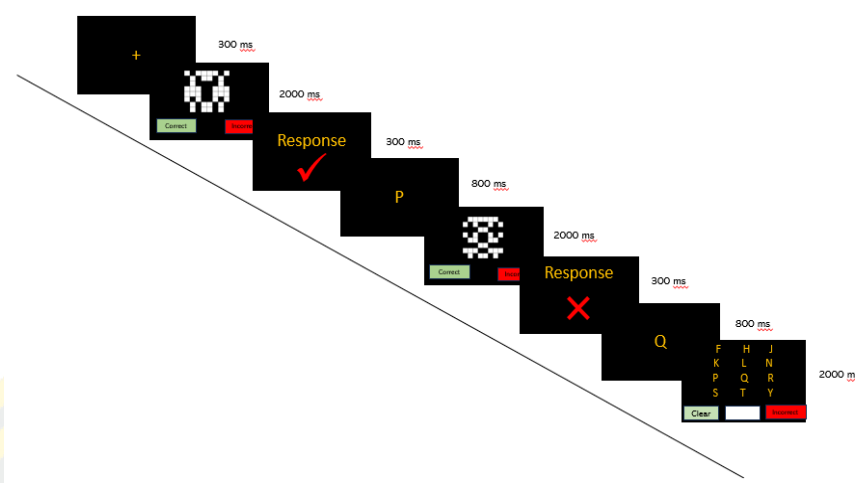
5) ขั้นตอนสุดท้ายผู้เข้าร่วมการทดลองจะต้อง เรียงลำดับตัวอักษรที่โปรแกรมแสดงก่อนหน้านี้ มาเรียงลำดับก่อนหลังให้ถูกต้อง

6) มีกล่องโต้ตอบแสดงคำตอบถึงการตอบถูกหรือผิดในการเรียงลำดับตัวอักษร

7) โปรแกรมมีการแสดงรูปภาพการสมมาตรอีกครั้ง โดยมีขั้นตอนกึ่งทำงานเริ่มต้นตั้งแต่ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 6 อีกครั้ง ไปจนครบ 10 ครั้ง ของการเรียงตัวอักษรจะถือว่าสิ้นสุดกิจกรรมในระดับที่ 1 คือการจำตัวอักษรภาษาอังกฤษ 2 ตัวอักษร และจากนั้นจะเป็นการนำไปสู่ระดับที่ 2 ของกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตรและกิจกรรมจะดำเนินการไปจนครบถึงระดับที่ 4 (การจำ 5 ตัวอักษร) และเมื่อสิ้นสุดกิจกรรมผู้เข้าร่วมทดลองจะพัก 5 นาที และต่อจากนั้นจะทดสอบในที่ 2 เป็นกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ และกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ตามลำดับ ดังภาพที่ 57



ภาพที่ 56 คีย์บอร์ดในการกดเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 57 ส่วนของการทำกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร

4. วิธีดำเนินการทดลอง

การศึกษานี้แบ่งวิธีดำเนินการทดลองออกเป็น 3 ระยะ คือ 1) ระยะก่อนการทดลอง 2) ระยะการทดลอง และ 3) ระยะหลังการทดลอง

4.1. ระยะก่อนการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

4.1.1 ดำเนินการทำหนังสือติดต่อกับทางมหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อขอเอกสาร ได้แก่ บันทึกข้อความขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหาของการวิจัย หนังสือขอความอนุเคราะห์การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทำวิจัยและเอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัย (ภาคผนวก ก และภาคผนวก จ)

4.1.2 นำส่งหนังสือติดต่อกับหน่วยงานต้นสังกัด เพื่อขอความอนุเคราะห์ให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเคหะชุมชนลาดกระบัง สังกัดสำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร เข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

4.1.3 จัดแจ้งให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยขั้นตอนการวิจัย ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัยและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย พร้อมทั้งสอบถามความสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

4.1.4 ดำเนินการคัดกรองอาสาสมัครที่ยินดีเข้าร่วมการวิจัย

4.1.5 รวบรวมสรุปผลการคัดกรอง นำข้อมูลที่ได้มาคัดเลือกเฉพาะผู้ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับ

ประณศีกษากลุ่มละ 30 คน โดยเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมวิจัย โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากแบบไม่ใส่คืน

4.1.6 นัดประชุมกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือก เพื่อชี้แจงขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง การเตรียมตัวก่อนเข้ารับการทดลองและให้กรออกแบบฟอร์มแสดงความยินยอมในการเข้าร่วมวิจัย พร้อมนัดวันเวลาในการดำเนินการทดลองและการเก็บข้อมูล จากนั้นนัดวันเวลาในการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระเจงเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ณ โรงเรียนเคหะชุมชนลาดกระบัง สำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

4.1.7 ดำเนินการประเมินความจำขณะคิดด้านภาษาก่อนการทดลอง และทำการบันทึกข้อมูลพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยใช้กิจกรรมทดสอบวัดความจำขณะคิดด้านภาษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นการทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python เพื่อทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเพื่อบันทึกข้อมูลความถูกต้องและระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง พร้อมทั้งได้มีการบันทึกวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยเครื่อง EPOC X - 14 Channel Wireless EEG Headset ก่อนการทดลอง เพื่อนำผลเก็บไว้

4.2 ระยะการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 ดำเนินกิจกรรมการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระเจงเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ณ ห้องปฏิบัติการ โรงเรียนเคหะชุมชนลาดกระบัง สำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ตามตารางกำหนดเวลาที่นัดหมาย โดยแต่ละกลุ่มจะได้ทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อบันทึกคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองในขณะทำแบบทดสอบประเมินความจำขณะคิดด้านภาษา พร้อมกับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนการทดลอง

4.2.2 ผู้ร่วมการทดลองจะได้รับการสาธิตและทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการประเมินความจำขณะคิดด้านภาษา โดยใช้กิจกรรมทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นการทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) กิจกรรมขณะคำนวณอัตโนมัติ (Operation Span Task) และกิจกรรมขณะอ่านอัตโนมัติ (Reading Span Task) ได้พัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ Unworth (2005)

4.2.3 การรวบรวมข้อมูลในห้องทดลอง โดยในวันแรกของทั้งกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระเจงเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา จะได้รับการชี้แจงเกี่ยวกับรายละเอียดของกระบวนการทดลอง

ระยะเวลาการทดลอง อุปกรณ์เครื่องมือและทำความเข้าใจกับเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง เพื่อลดความวิตกกังวล

4.2.4 ผู้ร่วมการทดลองจะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยการใช้เครื่องมือวัดและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองแบบพกพา EPOC X - 14 Channel Wireless EEG Headset แบบ 14 ช่องสัญญาณ เป็นการตรวจกระบวนการทำงานของสมอง โดยอาศัยการติดขั้วบันทึก (electrode) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าที่หนังศีรษะ สัญญาณที่เปลี่ยนแปลงมีผลมาจากการทำงานของสมองส่วนต่าง ๆ ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความจำขณะคิดด้านภาษา การใช้โปรแกรมการฝึกฯ อีกครั้ง

4.2.5 เมื่อผู้ร่วมการทดลองทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย ทำงานได้อย่างอัตโนมัติ โดยสามารถแสดงผลการประเมินออกมาได้ทันทีหลังเสร็จสิ้นการประเมินมีค่าความเที่ยงและความเชื่อมั่นสูง รองรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองของ Emotiv โปรแกรมสามารถส่งคำสั่งในการบันทึกและ Marker ไปยัง EPOC X - 14 Channel Wireless EEG Headset ซึ่งเป็นโปรแกรมบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองของ Emotiv ได้ เพื่อบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองความถูกต้องและระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง

4.2.6 บันทึกข้อมูลพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4.2.7 การจัดเก็บและรวบรวมข้อมูล

4.2.7.1 การให้คะแนนความถูกต้องของการตอบจากการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างจะได้คะแนนเมื่อกดปุ่มที่บันทึก (ภาพ) ปรากฏระยะเวลาการตอบสนองต่อกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา คำนวณจากรยะเวลาดังแต่สิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายของกิจกรรมในแต่ละเงื่อนไขปรากฏขึ้นจนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างกดปุ่มตอบสนองถูกต้อง

4.2.7.2 การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalograms Recording) ใช้เครื่องมือวัดและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองแบบพกพา EPOC X-14 Channel Wireless EEG เป็นการตรวจกระบวนการทำงานของสมอง โดยอาศัยการติดขั้วบันทึก (Electrode) สัญญาณคลื่นไฟฟ้าที่หนังศีรษะ สัญญาณที่เปลี่ยนแปลงมีผลมาจากการทำงานของสมองส่วนต่าง ๆ ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความจำขณะคิดด้านภาษาก่อนและหลังการใช้โปรแกรมการฝึก ดังภาพที่ 58 และมีรายละเอียดดังนี้

1) เมื่อกลุ่มตัวอย่างมาถึงให้นั่งพักเพื่อผ่อนคลายและอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมทดสอบ จากนั้น ดำเนินการครั้งละ 1 คน โดยเริ่มจากผู้วิจัยเตรียมเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้า

สมอง EPOC X-14 Channel Wireless EEG โดยการประกอบอุปกรณ์ให้เรียบร้อยและทำการเชื่อมต่อกับเครื่องโน้ตบุ๊ค และเปิดหน้าจอโปรแกรมกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาที่หน้าจอโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python ดังภาพที่ 59

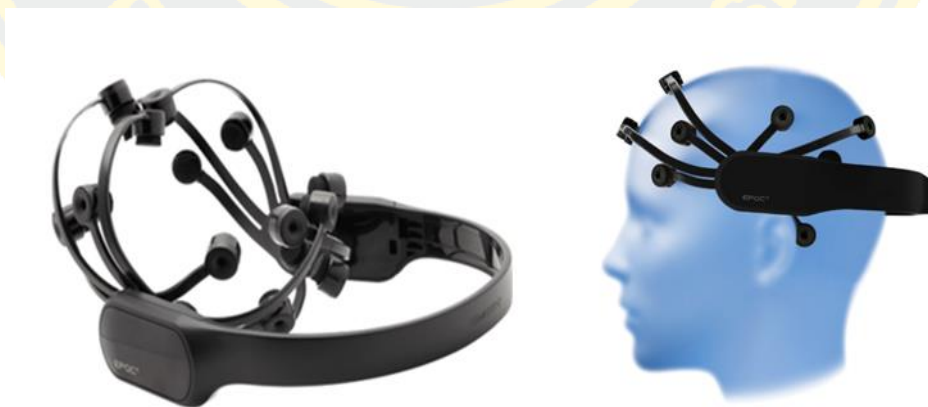
2) จากนั้นการทำความสะอาดหนังศีรษะของผู้เข้าร่วมทดลองด้วยการใช้สาลีชุบแอลกอฮอล์ 75% เพื่อขจัดเซลล์ที่ตายแล้วออกไปและลดความต้านทานบริเวณหนังศีรษะ โดยเน้นบริเวณจุดที่จะที่จะวัดได้ ที่มีขั้วไฟฟ้า (Electrode)

3) วางหมวกบนศีรษะของผู้เข้าร่วมทดลองตามระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 14 Chanel ดังภาพที่ 60

4) บรรจุสารละลายสำหรับนำสัญญาณไฟฟ้า (Sodium Chloride) โดยใช้เข็มฉีดยาปลายทู่ (Blunt Needle) คูดสารละลายเข้าไปในหลอดฉีดยา (Syringe) เพื่อนำไปบรรจุลงในฟองน้ำที่ตำแหน่งปุ่มอิเล็กโทรดที่เชื่อมต่อกับขั้วไฟฟ้าที่อยู่บนหมวกจนครบทุกขั้วไฟฟ้า

5) ผู้วิจัยตรวจดูให้แน่ใจว่าตำแหน่งขั้วไฟฟ้าที่อยู่ของหมวกอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยต้องเปิดเข้าไปที่โปรแกรม EmotivPRO 4.3.15.559 ตรวจสอบเช็คค่าความพร้อมของเครื่องวัดคลื่น ใน ไอคอน EEG quality ดังภาพที่ 61

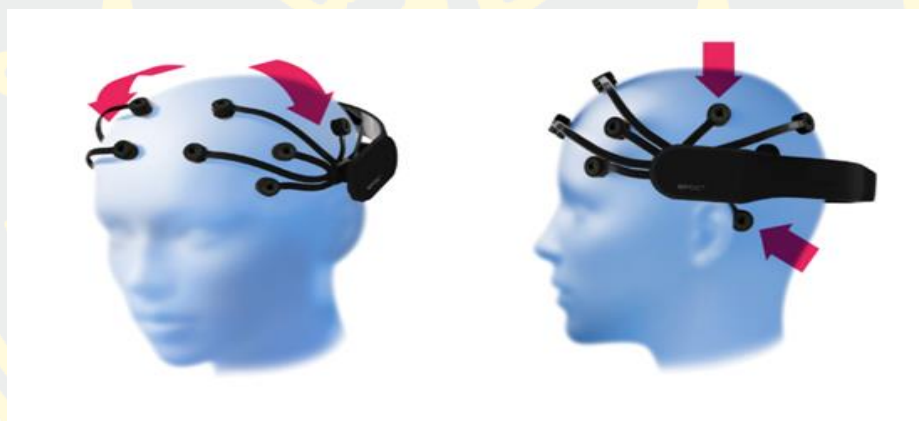
6) ทำการเปิดโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python และเริ่มทำการทดสอบ จากนั้นโปรแกรมจะดำเนินการอัตโนมัติในการทดสอบและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ดังภาพที่ 62



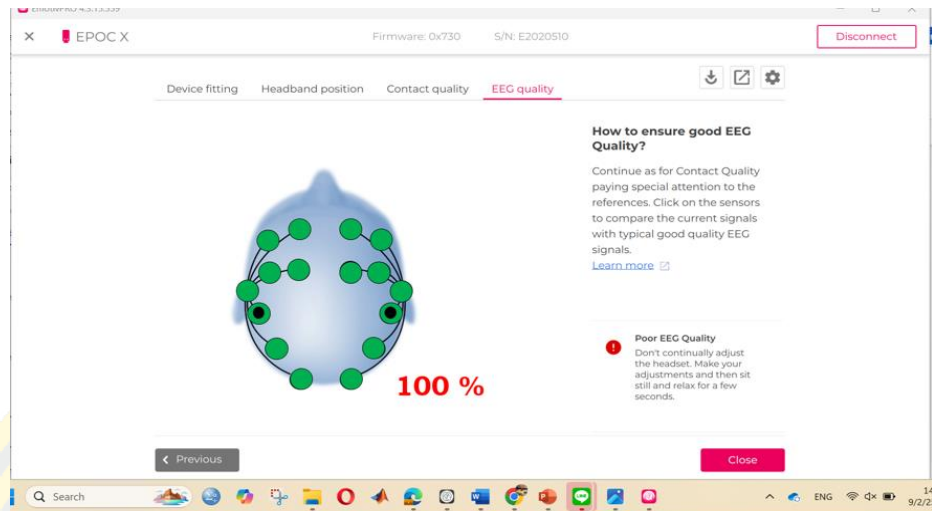
ภาพที่ 58 อุปกรณ์การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง EPOC X-14 Channel Wireless EEG



ภาพที่ 59 การเชื่อมต่อ อุปกรณ์การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง



ภาพที่ 60 ติดตั้งอุปกรณ์การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองบนศีรษะผู้เข้าร่วมทดลอง



ภาพที่ 61 การตรวจสอบความพร้อมของระบบเชื่อมต่อโปรแกรมกับอุปกรณ์การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง



ภาพที่ 62 ดำเนินการการทดสอบและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยการทำงานอัตโนมัติของโปรแกรม

7) ทำการบันทึกเพิ่มข้อมูลพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินการกับข้อมูลต่อไป โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python ซึ่งทำการงานเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเชื่อมระบบระหว่างโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python และโปรแกรม EmotivPRO 4.3.15.559 สำหรับการบันทึกคะแนนความถูกต้องและเวลาการปฏิกิริยาตอบสนอง และพร้อมกับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองไว้เรียบร้อยแล้ว ดังภาพที่ 63

8) การบันทึกข้อมูลพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการ 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังการทดลอง โดยหลังจากการบันทึกข้อมูลพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการต่อไปนี้

(1) กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์
กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา จะดำเนินชีวิต
ตามปกติและไม่ได้รับการฝึกใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่ม
ความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

(2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเชลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา เป็นกลุ่มทดลอง (Experimental Group) ที่ได้รับการฝึกตามวันและเวลาที่กำหนด โดยผู้วิจัยนัดหมายกลุ่มตัวอย่าง ที่โรงเรียนเคหะชุมชนลาดกระบัง สำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร จำนวนทั้งหมด 30 คน มีลำดับการฝึกโดยให้นักเรียนทั้ง 30 คน นั่งเก้าอี้ในท่าสบาย และเปิดโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเชลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา และปฏิบัติตามคำชี้แจงในการฝึกกิจกรรม ซึ่งแบ่งเป็น 25 กิจกรรม จำนวน 25 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงกิจกรรมในโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา
สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ครั้งที่	กิจกรรม	ระยะเวลา
1	ครั้งที่ 1 กิจกรรมการปฐมนิเทศ เป็นการฝึกกิจกรรมร่วมกัน เพื่อชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรมและเตรียมความพร้อมในการฝึกกิจกรรม เริ่มฝึกตั้งแต่กิจกรรมขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 รายละเอียดของกิจกรรมแต่ละครั้งที่ของการฝึกมีดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การฝึกซ้อมการจำข้อมูลและการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา มีกระบวนการ ดังนี้ 1) การกระทำ (Actions) 2) การรับสัมผัส (sensations) 3) การเข้าใจการกระทำ (Action Understanding) 4) การเลียนแบบพฤติกรรม (Imitation) 5) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathy) ขั้นตอนที่ 2 การเรียกคืนข้อมูลและการนำไปประยุกต์ใช้ภาพจำในใจ	60 นาที
2-11	ครั้งที่ 2-25 เป็นการทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างฝึกสร้างภาพในใจตามขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ตามกระบวนการโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ แต่ละครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 2, 3, 4 ตัวอักษร A B C D E F G H I ครั้งที่ 5, 6, 7 ตัวอักษร J K L M N O P Q R ครั้งที่ 8, 9, 10 ตัวอักษร S T U V W X Y Z ครั้งที่ 11 12, 13 คำศัพท์สี (Colors) ครั้งที่ 14, 15, 16 คำศัพท์ร่างกาย (My Body) ครั้งที่ 17, 18, 19 คำศัพท์บุคคล (People) ครั้งที่ 20, 21, 22 คำศัพท์สิ่งของในชั้นเรียน (At School) ครั้งที่ 23, 24 ,25 คำศัพท์สัตว์ (Animals)	ครั้งละ 60 นาที รวมทั้งหมด 24 ชั่วโมง

จากนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม จำนวน 60 คน จะได้รับการตรวจวัดเพื่อบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองหลังการทดลอง (Post-test) และคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองขณะทำแบบทดสอบประเมินความจำขณะคิดด้านภาษา ณ โรงเรียนเคหะชุมชนลาดกระบัง สำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

4.3 ระยะเวลาหลังการทดลอง ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง และข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้รับการจากการบันทึกข้อมูลขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5. เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบประเมินความจำขณะคิดด้านภาษา และข้อมูลพฤติกรรมจากการทำแบบทดสอบประเมินความจำขณะคิดด้านภาษา บันทึกจากโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python มีขั้นตอนการประมวลผลคลื่นไฟฟ้าสมอง ก่อนนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาทั้งด้านพฤติกรรมและการทำงานของสมอง โดยจำแนกการวิเคราะห์ข้อ ได้ดังนี้

6.1 การตรวจสอบข้อมูลก่อนและหลังทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาที่บันทึกจากโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python และข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกได้จากโปรแกรม โปรแกรม EmotivPRO 4.3.15.559 เรียบร้อย แล้วดำเนินการจัดกระทำข้อมูลต่อ โดยมีข้อมูลพฤติกรรมที่ได้จากการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาประกอบด้วย

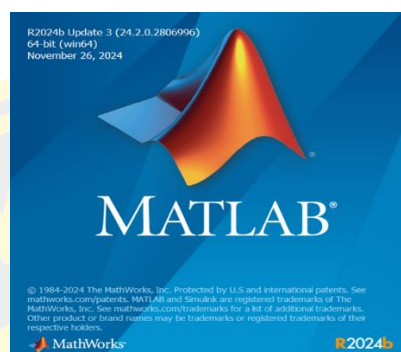
6.1.1 คะแนนความถูกต้องจากการทำกิจกรรมความจำขณะคิดด้านภาษาได้ถูกต้อง โดยมีเกณฑ์การให้ คือ คะแนนตอบถูก ให้เป็น 1 คะแนนตอบผิดให้เป็น 0 คะแนน

6.1.2 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาปฏิกิริยาที่ใช้ในการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ทำงานได้ถูกต้อง คือ เวลาตั้งแต่ได้รับสิ่งเร้าจนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างกดปุ่มตอบตัวเลือกถูก = 1 และ ผิด = 0 มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที โดยนำเฉพาะระยะเวลาปฏิกิริยาที่ใช้ในการตอบถูกเท่านั้นนำมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อที่ถูกต้องค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยรายบุคคล

6.2 การจัดเตรียมข้อมูลไฟฟ้าสมอง มีขั้นตอนดังนี้

6.2.1 รวบรวมข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา และข้อมูลพฤติกรรมจากการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาที่บันทึกจากโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python และข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองที่

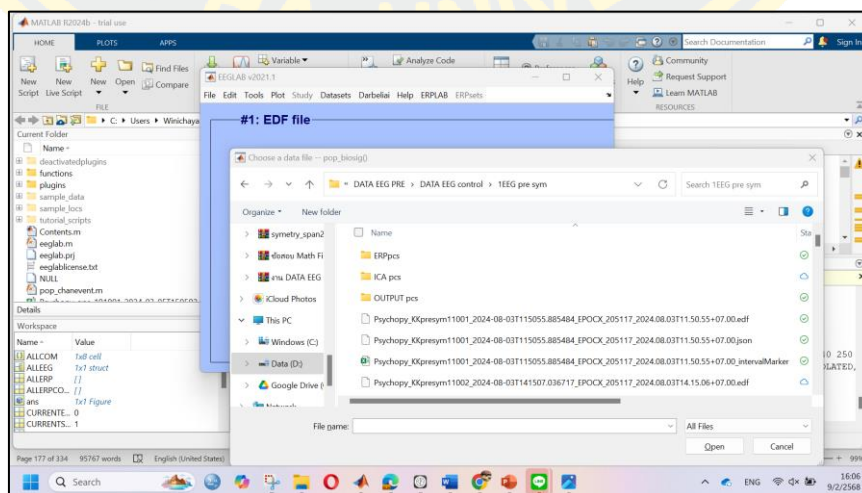
บันทึกได้จากโปรแกรม EmotivPRO 4.3.15.559 โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมองด้วยโปรแกรม MATLAB R2024b ดังภาพที่ 64



ภาพที่ 64 โปรแกรม MATLAB R2024b

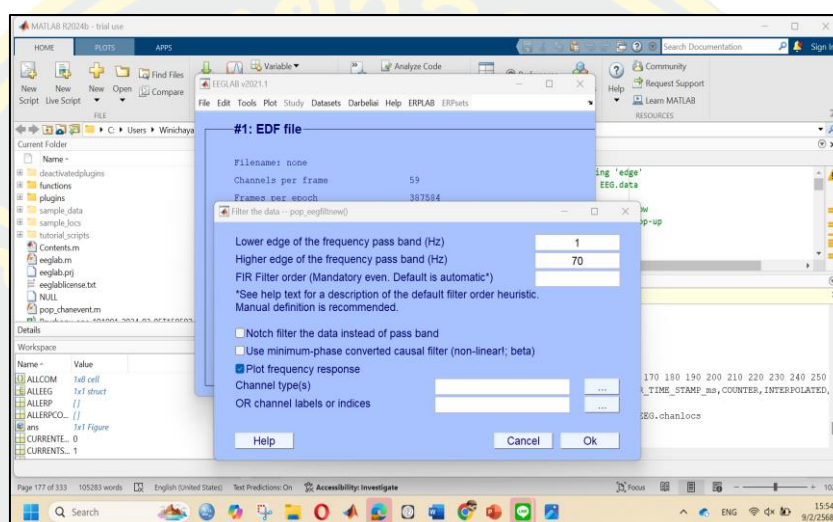
ขั้นตอนการประมวลผลคลื่นไฟฟ้าสมอง ก่อนนำข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ ดังนี้ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. การกรองสัญญาณ (Filter) คลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยใช้โปรแกรม MATLAB R2024b เริ่มจากการเลือกเมนู แล้วนำข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกที่มีนามสกุล .edf นำเข้าโปรแกรมจากนั้นเลือกไฟล์งานที่เป็นไฟล์เหตุการณ์ข้อมูลในนามสกุล excel มีชื่อลงท้ายด้วย intervalMaker เลือกค่าคงที่ (Constant) และช่วงเวลาเพื่อกรองสัญญาณที่ไม่ดีออก ดังภาพที่ 65



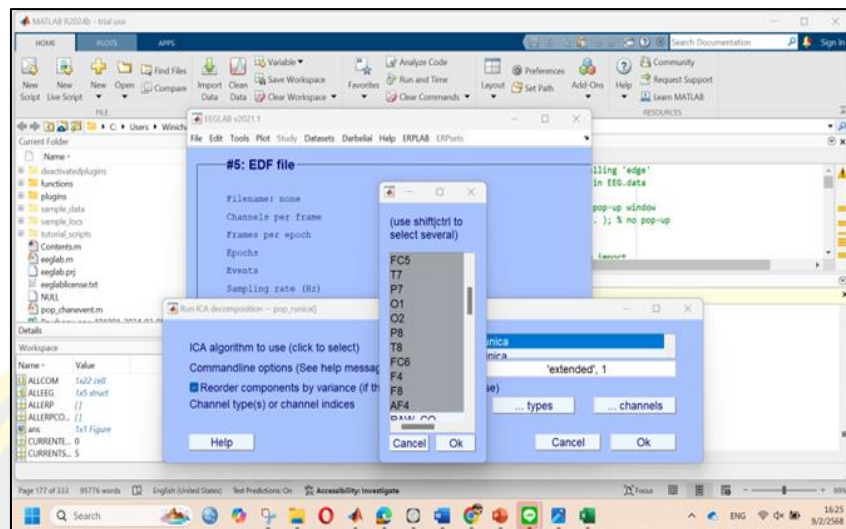
ภาพที่ 65 การกรองสัญญาณ (Filter) คลื่นไฟฟ้าสมอง

2. การกรองสัญญาณช่วงความถี่ผ่าน (Basic FIR filter (new, default) ให้อยู่ในช่วง 1-70 Hz เลือกที่เมนู Tool เลือก Filter the data Parameter เลือก Basic FIR filter (new, default) แล้วกำหนด Lower edge ที่ความถี่ 1 Hz และกำหนดค่า High edge ที่ความถี่ 70 Hz ดังภาพที่ 66

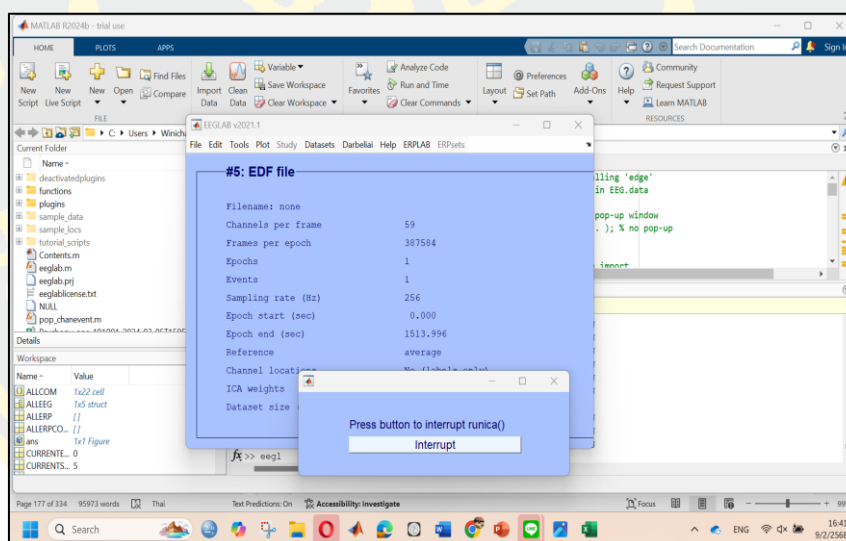


ภาพที่ 66 การกรองสัญญาณช่วงความถี่ผ่าน (Basic FIR filter (new, default)

3. การตัดสัญญาณรบกวน (Artifact Reduction) โดยการเลือกที่เมนู Tool เลือก Decompose data เลือกชนิด (Types) ที่เลือกช่องสัญญาณที่ 14 ช่องสัญญาณ ได้แก่ จุดอ้างอิง AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4 โปรแกรมทำการวิเคราะห์ข้อมูลอัตโนมัติ ดังภาพที่ 67 และภาพที่ 68

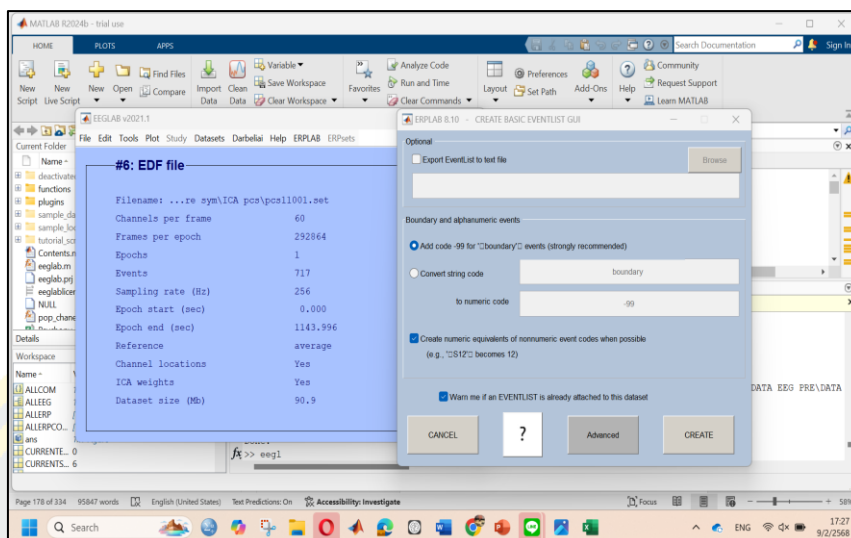


ภาพที่ 67 การเลือกช่องสัญญาณ (Chanel) ที่ 14 ช่องสัญญาณ



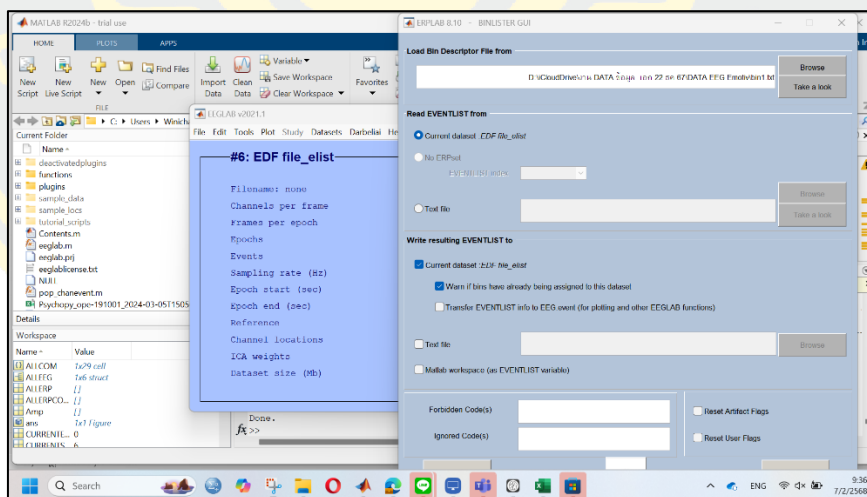
ภาพที่ 68 โปรแกรมดำเนินการการตัดสัญญาณรบกวน (Artifact Reduction)

4. ขั้นตอนการตัดคลื่น ERP โดยใช้โปรแกรม MATLAB R2024b โดยลำดับแรกเริ่มต้นจากการปรับฐาน trigger/marker/boundary ต่าง ๆ ที่เป็นตัวอักษร (String) ให้เป็นตัวเลข (Number) ทั้งหมด ดังภาพที่ 69



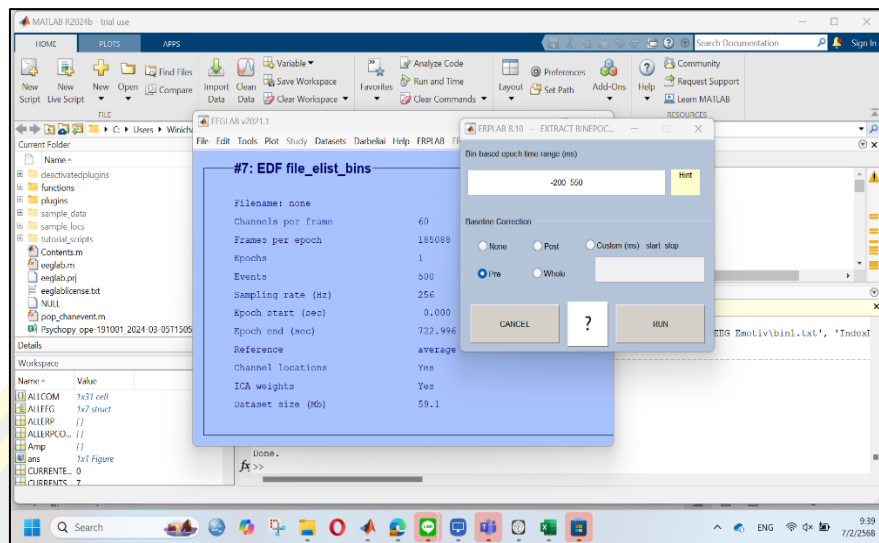
ภาพที่ 69 การปรับฐาน trigger/marker/boundary ต่าง ๆ

5. การเตรียม Bin (Bin) ไว้สำหรับใส่ trigger ตามจำนวนที่ต้องการ และนำคลื่นที่ต้องการมาเก็บไว้ใน Bin (Extract bin-based) ดังภาพที่ 70



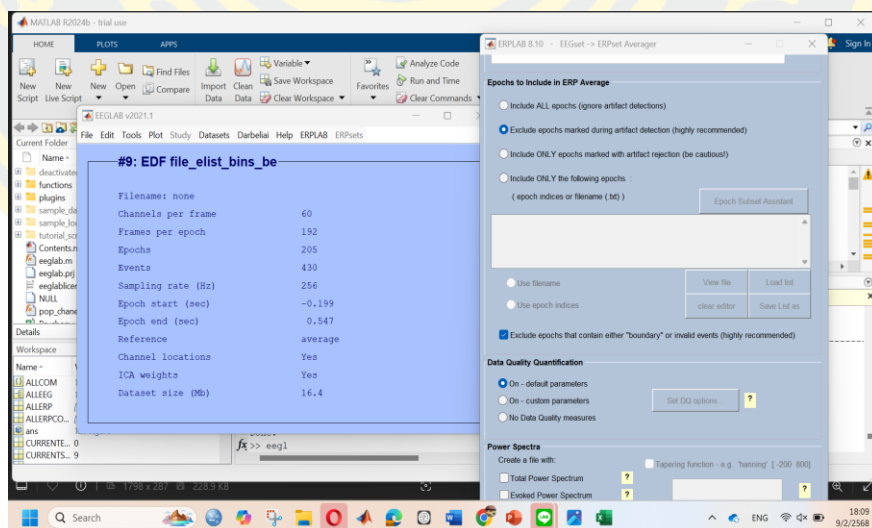
ภาพที่ 70 การปรับฐาน trigger/marker/boundary ต่าง ๆ

6. ระบุช่วงเวลาที่ต้องการเก็บคลื่น โดยต้องระบุครอบคลุมช่วงเวลาที่ต้องการ โดยงานวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ระหว่าง 250 ถึง 550 มิลลิวินาที (Daltrozzo et al., 2007; Freeman et al., 2010; Sur & Sinha, 2009) ดังภาพที่ 71



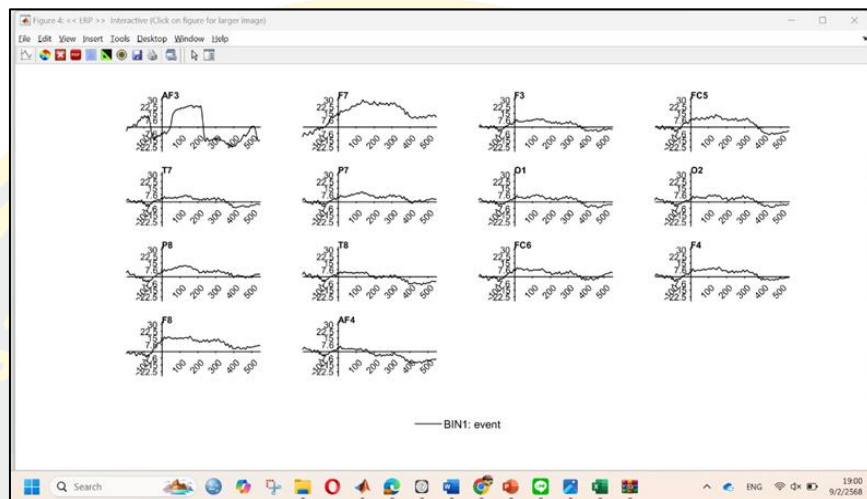
ภาพที่ 71 การปรับฐาน trigger/marker/boundary ต่าง ๆ

7. การเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์รายบุคคล (Subject Averaging) และการเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์รายกลุ่ม (Grand Averaging) ของความสูง (Latency) และความกว้าง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ดังภาพที่ 72

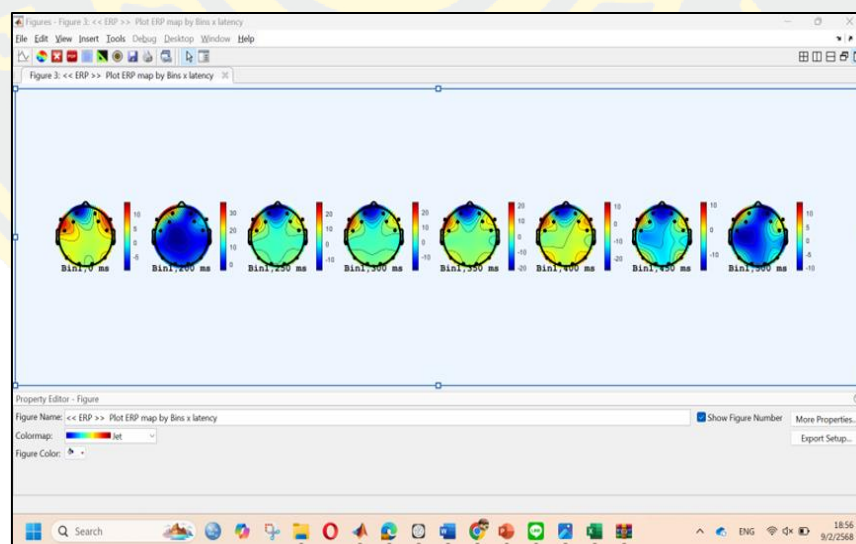


ภาพที่ 72 การเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์รายบุคคล (Subject Averaging) และการเฉลี่ยค่าพารามิเตอร์รายกลุ่ม (Grand Averaging)

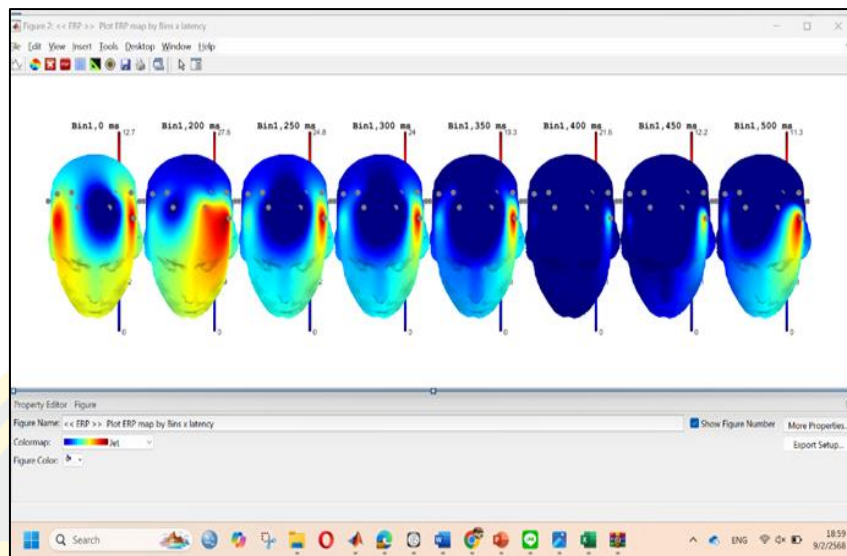
8. ขั้นตอนการเรียกดูรูปคลื่นหลังทำการตัดคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์เรียบร้อยแล้วสามารถเรียกดูได้หลายรูป ได้แก่ แบบกราฟ และแบบแสดงบนศีรษะมีทั้งแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ดังภาพที่ 73 - 75



ภาพที่ 73 การเรียกดูรูปคลื่นไฟฟ้าสมองเรียกแบบกราฟ

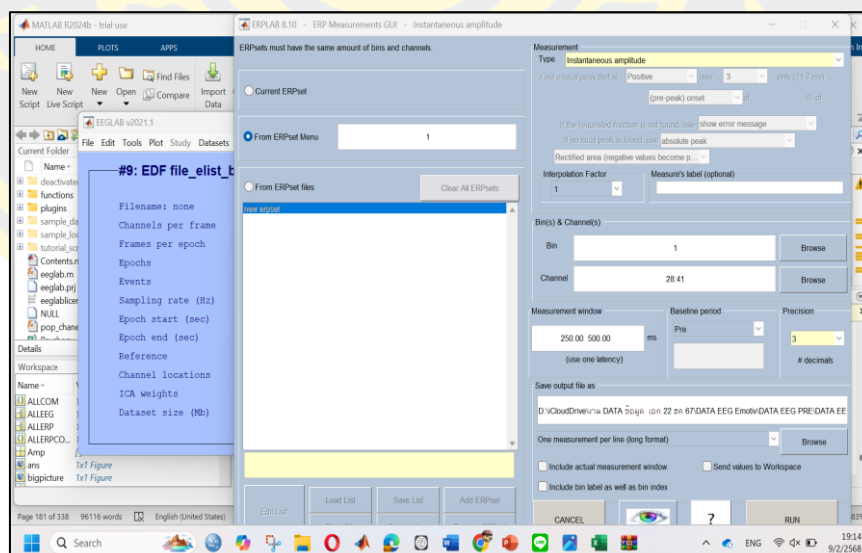


ภาพที่ 74 การเรียกดูรูปคลื่นไฟฟ้าสมองเรียกแบบแสดงบนศีรษะ 2 มิติ

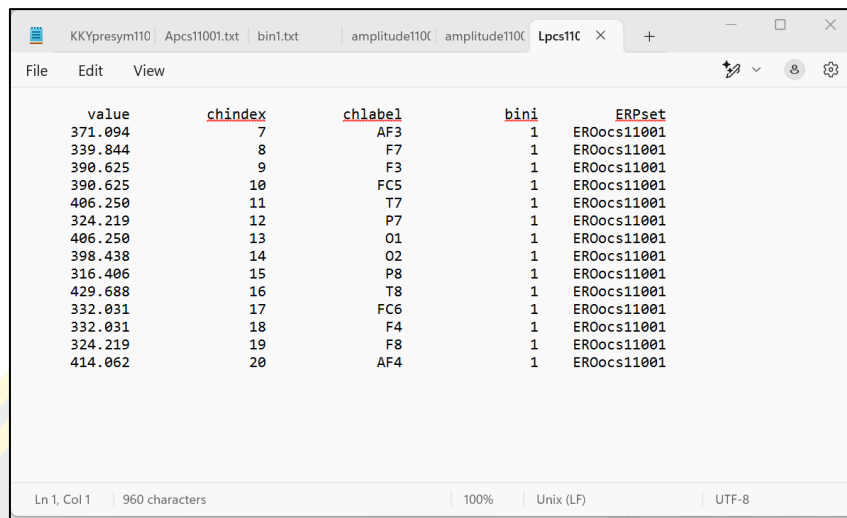


ภาพที่ 75 การเรียกดูรูปคลื่นไฟฟ้าสมองเรียกแบบแสดงบนศีรษะ 3 มิติ

9. การรายงานค่าความกว้าง (Latency) และค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 และทำการบันทึกข้อมูล โดยข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ในรูปของ Text File ดังภาพที่ 76-77



ภาพที่ 76 การรายงานค่าความกว้าง (Latency) และค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง



value	chindex	chlabel	bini	ERPset
371.094	7	AF3	1	EROocs11001
339.844	8	F7	1	EROocs11001
390.625	9	F3	1	EROocs11001
390.625	10	FC5	1	EROocs11001
406.250	11	T7	1	EROocs11001
324.219	12	P7	1	EROocs11001
406.250	13	O1	1	EROocs11001
398.438	14	O2	1	EROocs11001
316.406	15	P8	1	EROocs11001
429.688	16	T8	1	EROocs11001
332.031	17	FC6	1	EROocs11001
332.031	18	F4	1	EROocs11001
324.219	19	F8	1	EROocs11001
414.062	20	AF4	1	EROocs11001

ภาพที่ 77 การบันทึกข้อมูลค่าความกว้าง (Latency) และค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

10. การแปลง Text File ให้อยู่ในรูปของ Excel File เพื่อให้ได้ค่าความกว้าง (Latency) และค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมอง เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป ดังภาพที่ 78

Microsoft Excel window showing a spreadsheet with columns labeled A through Z. The spreadsheet contains numerical data organized in groups, with headers like AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4, and NO. The data is presented in a grid format, with rows numbered 1 through 24. The interface includes standard Excel menus (File, Home, Insert, Layout, Formulas, Data, Review, View, Automation, Help) and toolbars for formatting, alignment, and editing. The status bar at the bottom indicates 'Ready' and 'Accessibility Inspector'.

ภาพที่ 78 การแปลง Text File ให้อยู่ในรูปของ Excel File เพื่อให้ได้ค่าความกว้าง (Latency) และค่าความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ข้อมูลที่ได้ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิด นำมาดำเนินการดังนี้

2.1 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยสถิติทดสอบทีที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent t-test) (Field, 2013)

2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One-Way MANOVA) (Tabachnick, & Fidell, 2013)

2.3 เปรียบเทียบความแตกต่างความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยสถิติทดสอบที (Dependent t-test) (Howell, 2012)

2.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One-Way MANOVA) (Stevens, 2002)

2.5 วิเคราะห์ขนาดอิทธิพล (Effect Size: ES) ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมซึ่งพิจารณาจากค่า η^2 (Privitera, 2011, p. 27)

การพิทักษ์ผู้เข้าร่วมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแนะนำตัวกับกลุ่มตัวอย่าง อธิบายข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย ขั้นตอนการทำวิจัย ประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำวิจัย และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการทำวิจัยอย่างละเอียด เมื่อกลุ่มตัวอย่างเข้าใจดีแล้ว จึงสอบถามความสมัครใจและให้ลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้จะถูกเก็บเป็นความลับ จะเปิดเผยเฉพาะผลสรุปของการวิจัยในภาพรวม และใช้ประโยชน์จากการศึกษาเชิงวิชาการเท่านั้น อีกทั้งผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยเมื่อใดก็ได้ ผู้วิจัยจะดำเนินการขออนุญาตการทดลอง และขอรับการตรวจสอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ของวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

มหาวิทยาลัยบูรพา รหัสโครงการวิจัย G-HU 254/2566 วันที่รับรอง : วันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2567
วันที่หมดอายุ : วันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2568



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา และพัฒนากิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเพื่อศึกษาผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา และการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา การเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา และการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการสร้างกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 3 ผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง
2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

4. ผลการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

5. ผลการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ความหมายและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

df หมายถึง องศาอิสระ (Degree of Freedom)

ES หมายถึง ขนาดอิทธิพล (Effect Size)

F หมายถึง ค่าสถิติเอฟ (Fisher's F ratio)

M หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

MD หมายถึง ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (Mean Difference)

MS หมายถึง ค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square)

ms หมายถึง มิลลิวินาที (Millisecond)

n หมายถึง จำนวนตัวอย่าง

p หมายถึง ค่าความน่าจะเป็น (Probability)

SD หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

SS หมายถึง ผลรวมของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสอง (Sum of Square)

t หมายถึง ค่าสถิติทดสอบที

η^2 หมายถึง Eta Square (ขนาดอิทธิพล)

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผลการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น หลังจากผ่านการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกโดยรวมค่าเฉลี่ยของข้อคำถามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็น เท่ากับ 3.50

มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน สรุปได้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาที่มีลักษณะเป็นไฟล์ ใช้สำหรับฝึกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อกระตุ้นการเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษา โดยใช้เวลาในการฝึกตามโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ครั้งละ 60 นาที ทุกวันต่อเนื่อง 25 ครั้ง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

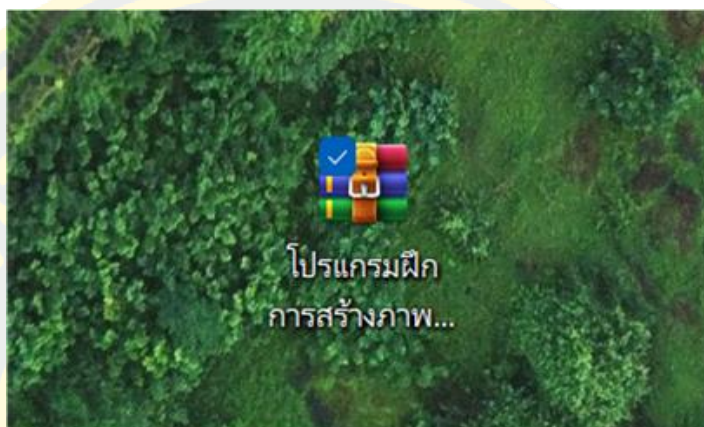
ส่วนที่ 1 คู่มือชี้แจงขั้นตอนการฝึกปฏิบัติ เพื่อการเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกปฏิบัติ โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ประกอบด้วยคำอธิบายขั้นตอน วิธีการระยะเวลาการฝึกปฏิบัติโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (รายละเอียดดังแนบในภาคผนวก ค)

ส่วนที่ 2 โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา มีลักษณะ ดังนี้

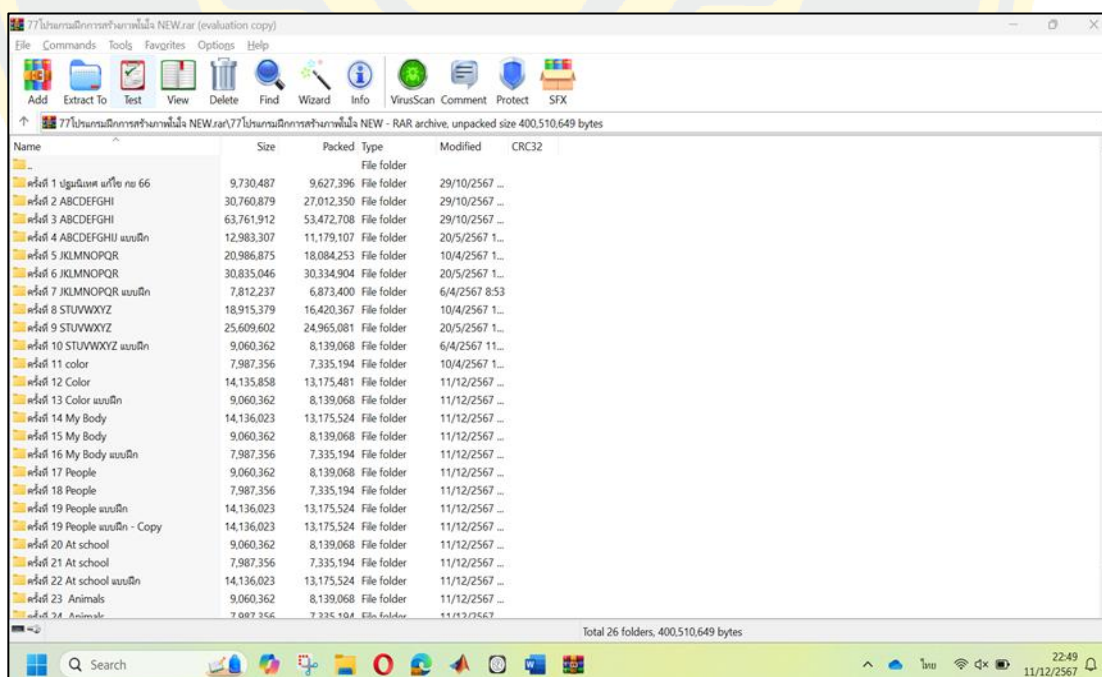
โปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา พัฒนาขึ้นด้วยวิธีการกำหนดภาพและสี จากนั้น กำหนดจำนวนของภาพรูปร่างเรขาคณิต รูปแบบการจัดวาง การสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยเป็นกิจกรรมการฝึกสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่พัฒนาจากแนวคิดของทฤษฎีเซลล์ประสาทกระจกเงา ร่วมกับการฝึกการสร้างภาพในใจตามเงื่อนไขของการเกิดขึ้นตามแนวคิดของริชาร์ดสัน มีกระบวนการเรียนรู้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การฝึกซ้อมการจำข้อมูลและการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีกระบวนการดังนี้ 1) การกระทำ (Actions) 2) การรับสัมผัส (sensations) 3) การเข้าใจการกระทำ (Action Understanding) 4) การเลียนแบบพฤติกรรม (Imitation) 5) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathy) ขั้นตอนที่ 2 การเรียกคืนข้อมูลและการนำไปประยุกต์ใช้ โดยกำหนดระยะเวลาการทำงานของโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แบบกำหนดให้ใช้เวลาในการฝึกต่อครั้งละเป็นเวลา 60 นาที เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ในส่วนของโปรแกรมที่ต้องใช้เวลา 60 นาทีในการฝึกหรือการสอนในแต่ละครั้งนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และการฝึกฝน มีข้อดีดังนี้ 1) เป็นเวลาที่เหมาะสมในด้านการจัดการสมาธิและความสามารถในการรับข้อมูลของผู้เรียนหรือผู้ฝึกฝน เพราะสมาธิของมนุษย์มักลดลงหลังจากช่วงเวลานานๆ ดังนั้น การฝึกในช่วงเวลานี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถให้ความสนใจและฝึกฝนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (Donovan & Radosovich, 1999) 2) การฝึกฝนในระยะเวลา 60 นาทีเป็นช่วงเวลาที่สามารถให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในด้านต่างๆ โดยไม่ทำให้เกิดความเหนื่อยล้าทางสมอง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการฝึกสมอง (Friedman & Kiewra, 2004) 3) การใช้เวลาฝึก 60 นาทีมักถูกออกแบบให้มีการแบ่งเวลาเป็นช่วงๆ หรือมีการพัก เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฟื้นฟูสมาธิและพลังงาน และลดความเครียด (Cepeda et al., 2006) ดังนั้นการใช้เวลา 60 นาที ในการฝึกนั้นเป็นแนวทางที่ได้รับการสนับสนุนจากการศึกษาทาง

จิตวิทยาและการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และการฝึกฝน โดยเฉพาะในกิจกรรมที่ต้องใช้สมาธิและการประมวลผลข้อมูลทางสมอง (Parsons et al., 2014) รายละเอียดดังนี้

1. รูปแบบของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา มีโครงสร้างหน้าจอหลัก แสดงดังภาพที่ 79 และภาพที่ 80



ภาพที่ 79 ไอคอนการเข้าโปรแกรม



ภาพที่ 80 หน้าต่างแสดงไฟล์เตอร์กิจกรรม

จากภาพที่ 67 โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ประกอบด้วย
 กิจกรรมการฝึก 25 กิจกรรม มีขั้นตอนการฝึกกิจกรรม ดังนี้
 ตารางที่ 4 กิจกรรมและจำนวนครั้งในการฝึกของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎี
 เซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ครั้งที่	กิจกรรม	ระยะเวลา
1	ครั้งที่ 1 กิจกรรมการปฐมนิเทศ เป็นการฝึกกิจกรรมร่วมกัน เพื่อชี้แจงรายละเอียดของกิจกรรมและเตรียมความพร้อมในการฝึกกิจกรรม เริ่มฝึกตั้งแต่กิจกรรมขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 รายละเอียดของกิจกรรมแต่ละครั้งที่ของการฝึกมีดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การฝึกซ้อมการจำข้อมูลและการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา มีกระบวนการ ดังนี้ 1) การกระทำ (Actions) 2) การรับสัมผัส (Sensations) 3) การเข้าใจการกระทำ (Action Understanding) 4) การเลียนแบบพฤติกรรม (Imitation) 5) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathy) ขั้นตอนที่ 2 การเรียกคืนข้อมูลและการนำไปประยุกต์ใช้ภาพจำในใจ	60 นาที
2-11	ครั้งที่ 2-25 เป็นการทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างฝึกสร้างภาพในใจตามขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ตามกระบวนการโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ แต่ละครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 2, 3, 4 ตัวอักษร A B C D E F G H I ครั้งที่ 5, 6, 7 ตัวอักษร J K L M N O P Q R ครั้งที่ 8, 9, 10 ตัวอักษร S T U V W X Y Z ครั้งที่ 11 12, 13 คำศัพท์สี (Colors) ครั้งที่ 14, 15, 16 คำศัพท์ร่างกาย (My Body) ครั้งที่ 17, 18, 19 คำศัพท์บุคคล (People) ครั้งที่ 20, 21, 22 คำศัพท์สิ่งของในชั้นเรียน (At School) ครั้งที่ 23, 24 ,25 คำศัพท์สัตว์ (Animals)	ครั้งละ 60 นาที รวมทั้งหมด 24 ชั่วโมง

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว นำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน ได้แก่ นักวิชาการภาควิชาวัฒนธรรมและเทคโนโลยีการศึกษา 2 คน นักวิชาการภาควิชาภาษาอังกฤษ 2 คน และ นักวิชาการภาควิชาวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา 1 คน เพื่อตรวจประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของโปรแกรมการฝึกในด้านเนื้อหา ด้านรูปแบบของโปรแกรมการฝึก และด้านลักษณะทั่วไปของโปรแกรม รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

หัวข้อประเมิน	$\bar{X}$	SD	การแปลผล
กิจกรรมที่ 1 ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 2 ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 3 ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก

ตารางที่ 5 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	$\bar{X}$	SD	การแปลผล
กิจกรรมที่ 4 ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 5 ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 6 ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 7 ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 8 ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 9 ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก

ตารางที่ 5 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน		$\bar{X}$	SD	การแปลผล
กิจกรรมที่ 10	ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 11	ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 12	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 13	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 14	ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 15	ด้านเนื้อหา	3.40	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.40	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.40	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.40	0.55	มาก

ตารางที่ 5 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน		$\bar{X}$	SD	การแปลผล
กิจกรรมที่ 16	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 17	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 18	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 19	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 20	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 21	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก

ตารางที่ 5 (ต่อ)

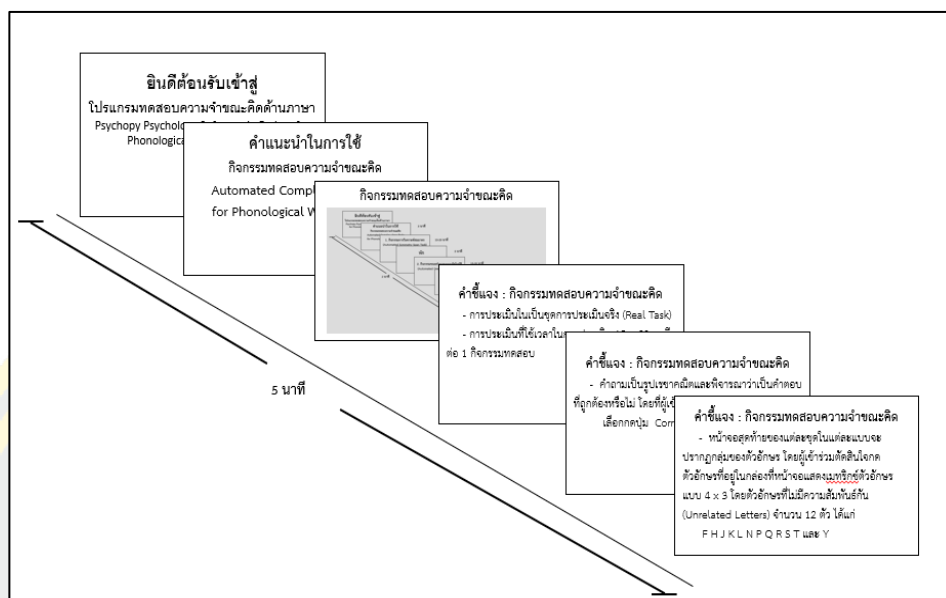
หัวข้อประเมิน		$\bar{X}$	SD	การแปลผล
กิจกรรมที่ 22	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 23	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 25	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
กิจกรรมที่ 25	ด้านเนื้อหา	3.60	0.55	มาก
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3.60	0.55	มาก
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3.60	0.55	มาก
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3.60	0.55	มาก
รวม		3.50	0.50	มาก

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยของข้อคำถามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็น เท่ากับ 3.50 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ดังนั้น แสดงว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ฝึกเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการสร้างกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

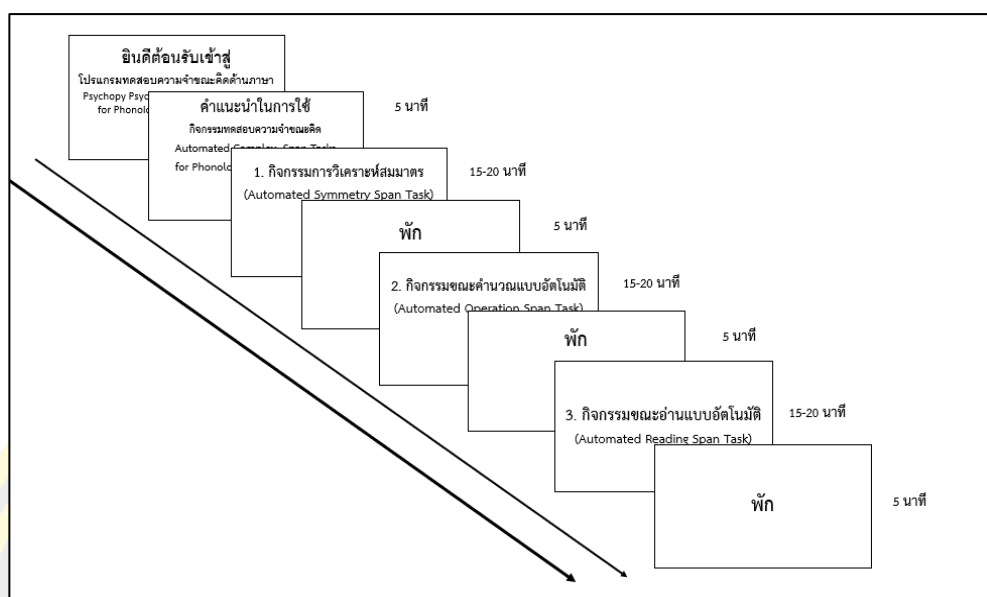
กิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา พัฒนาขึ้นด้วยวิธีการกำหนดกิจกรรมที่ใช้วัดความจำระยะคิดด้านภาษา (Phonological Working Memory) มีลักษณะการวัดจากคะแนนความถูกต้อง (Response Accuracy Score) และวัดจากระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Response Time) ในการทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา โดยใช้แบบวัดความจำระยะคิดด้านภาษามาตรฐานของ Unsworth et al. (2005) เป็นการทดสอบการทำงานของสมองด้านความจำระยะคิดด้านภาษา ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำระยะคิดด้านภาษา Automated Complex Span Tasks (CSTs) ทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) และ 3) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) ทั้ง 3 กิจกรรม ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ได้แก่ ได้แก่ นักวิชาการภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา 2 คน นักวิชาการภาควิชาภาษาอังกฤษ 2 คน และนักวิชาการภาควิชาวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา 1 คน ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยรวมค่าเฉลี่ยของข้อคำถามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็นเท่ากับ 3.62 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าเท่ากับ .80 โดยใช้กิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาที่มีลักษณะเป็นไฟล์ ใช้สำหรับทดสอบทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ สรุปได้ว่าผลของการสร้างกิจกรรมขณะนับเลขแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการสร้างส่วนคำชี้แจง 2) ผลการสร้างส่วนกิจกรรมการวัดความจำระยะคิดด้านภาษาชุดทดลอง 3) ผลการสร้างส่วนกิจกรรมการวัดความจำระยะคิดด้านภาษาชุดใช้จริง รายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการสร้างส่วนคำชี้แจง เพื่อการเตรียมความพร้อมก่อนการวัดความจำระยะคิดด้านภาษา เป็นการอธิบายถึง ส่วนประกอบของกิจกรรมวัดความจำระยะคิดด้านภาษา ได้แก่ คำชี้แจง การอธิบายขั้นตอน วิธีการ ระดับความยาก จำนวนของข้อคำถาม ระยะเวลาในการทำกิจกรรม และรายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาทั้ง 3 กิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายพร้อมภาพประกอบ ใช้เวลาอธิบายประมาณ 5 นาที ดังแสดงในภาพที่ 81



ภาพที่ 81 ผังการทำงานส่วนคำชี้แจงการทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา

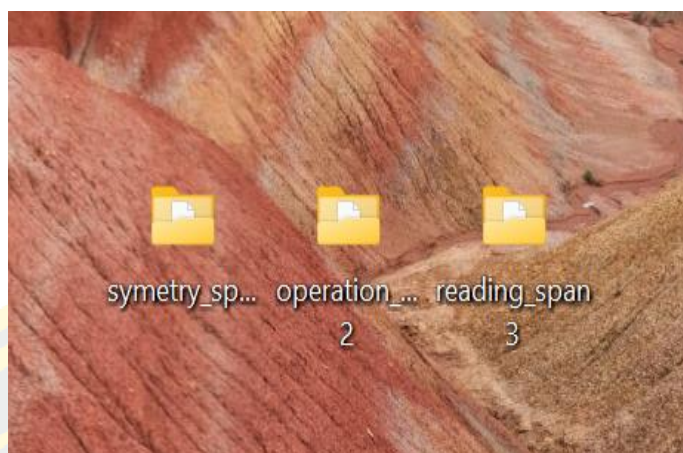
ส่วนที่ 2 ผลการสร้างส่วนกิจกรรมการวัดความจำระยะคิดด้านภาษาชุดทดลอง ส่วนประกอบของกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) และ 3) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) ทั้ง 3 กิจกรรม มีจำนวน 120 ข้อ เป็นข้อคำถามคนละชุดกับกิจกรรมวัดความจำระยะคิดด้านภาษาชุดจริง และมีระดับความยากเหมือนแบบทดสอบจริง สำหรับวัดใช้กับกลุ่มตัวอย่างก่อนใช้ชุดทดสอบจริง ดังแสดงในภาพที่ 82



ภาพที่ 82 ผังการใช้ระยะเวลาในการทำกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา

ส่วนที่ 3 ผลการสร้างส่วนกิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ชุดใช้จริง มีลักษณะ ดังนี้

กิจกรรมทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษา พัฒนาขึ้นด้วยวิธีการกำหนดกิจกรรมที่ใช้วัดความจำระยะคิดด้านภาษา (Phonological Working Memory) มีลักษณะการวัดจากคะแนนความถูกต้อง (Response Accuracy Score) และวัดจากระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Response Time) ในการทำแบบวัดความจำระยะคิดด้านภาษา โดยใช้แบบวัดความจำระยะคิดด้านภาษามาตรฐานของ Unsworth et al. (2005) เป็นการทดสอบการทำงานของสมองด้านความจำระยะคิดด้านภาษา ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำระยะคิดด้านภาษา Automated Complex Span Tasks (CSTs) ทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) และ 3) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) ทั้ง 3 กิจกรรมสามารถประเมินสมรรถนะความจำระยะคิดได้ 3 องค์ประกอบ ดังภาพที่ 83



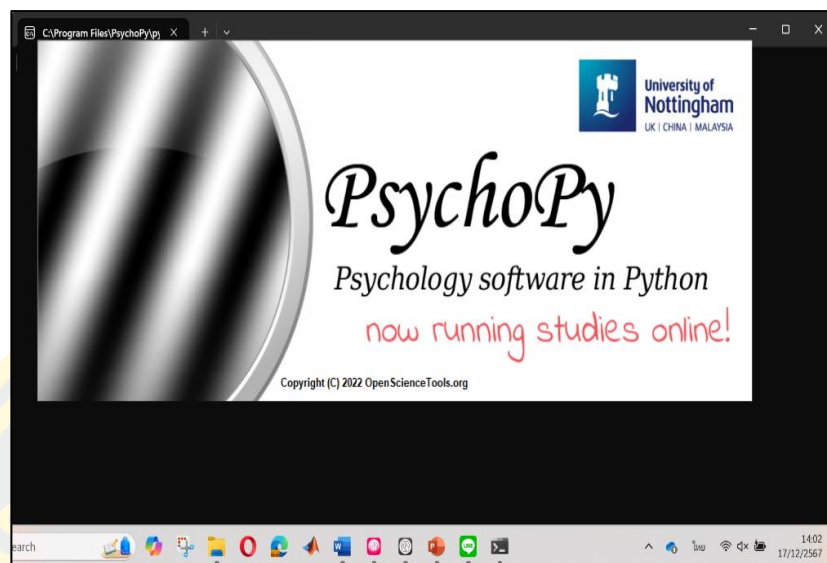
ภาพที่ 83 ไอคอนการเข้าโปรแกรม

ผลการสร้างกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา Automated Complex Span Tasks (CSTs) ทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python เป็นการทดสอบการทำงานของสมองด้านความจำขณะคิดด้านภาษา ซึ่งเป็นกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนกิจกรรมการประเมิน และ 2) ส่วนกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษารายละเอียดดังนี้

1. ส่วนกิจกรรมประเมินประกอบด้วย

1.1 รูปแบบของกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีโครงสร้างหน้าจอหลัก ดัง

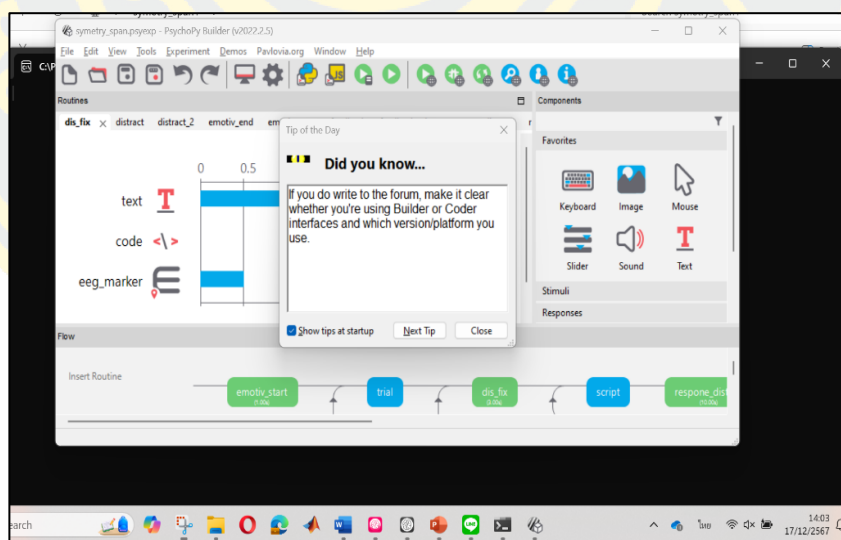
ภาพที่ 84



ภาพที่ 84 หน้าต่างแสดงโพลีเดอริกกิจกรรม

1.2 หน้าจอเริ่มการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา โดยการคลิกปุ่ม Run

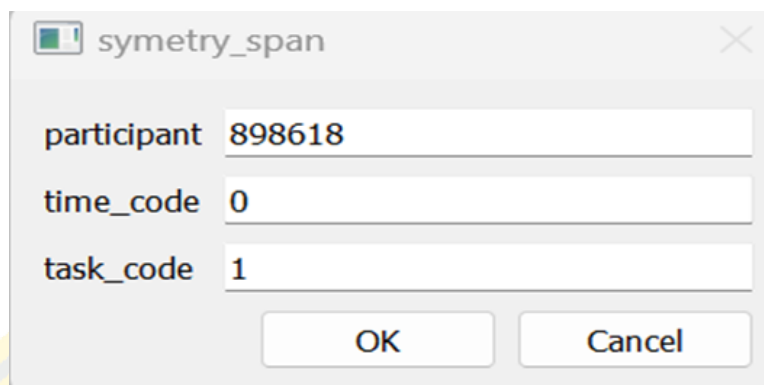
ดังภาพที่ 85



ภาพที่ 85 แสดงปุ่ม Run สำหรับเริ่มต้นทำกิจกรรม

1.3 หน้าจอสำหรับใส่ชื่อและรหัสทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา

ดังภาพที่ 86



symetry_span

participant 898618

time_code 0

task_code 1

OK Cancel

ภาพที่ 86 หน้าจอสำหรับใส่ชื่อและรหัสทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา

2. ส่วนกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาเป็นหน้าจอการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมมีรายละเอียดดังนี้

2.1 กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) รายละเอียดดังนี้ แบ่งออกเป็นระดับ ระดับละ 10 ข้อ โดยแสดงระดับความยากดังนี้

2.1.1 กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) รายละเอียดดังนี้ แบ่งออกเป็นระดับ ระดับละ 10 ข้อ โดยแสดงระดับความยากดังนี้

ระดับที่ 1 จะปรากฏภาพสมมาตรให้ตอบ 2 ภาพ และจำตัวอักษร 2 ตัว

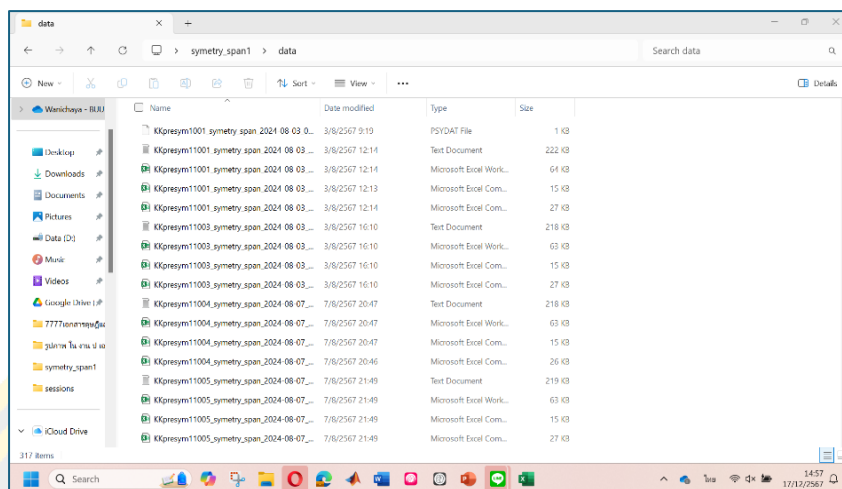
ระดับที่ 2 จะปรากฏภาพสมมาตรให้ตอบ 3 ภาพ และจำตัวอักษร 3 ตัว

ระดับที่ 3 จะปรากฏภาพสมมาตรให้ตอบ 4 ภาพ และจำตัวอักษร 4 ตัว

ระดับที่ 4 จะปรากฏภาพสมมาตรให้ตอบ 5 ภาพ และจำตัวอักษร 5 ตัว

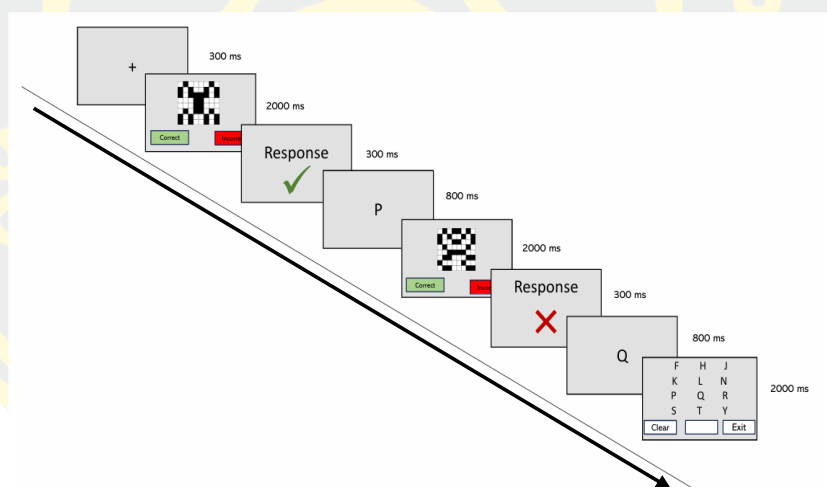
2.1.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมย่อยในแต่ละข้อ ได้แก่ เตรียมความพร้อม/พัก 300 มิลลิวินาที ดูภาพสมมาตรและคิดคำตอบ 2,000 มิลลิวินาที แสดงคำตอบ 300 มิลลิวินาที จำตัวอักษร 800 มิลลิวินาที ดูภาพสมมาตรและคิดคำตอบ 2,000 มิลลิวินาที แสดงคำตอบ 300 มิลลิวินาที จำตัวอักษร 800 มิลลิวินาที และการเรียงลำดับตัวอักษรของการจำ 2,000 มิลลิวินาที

2.1.3 ส่วนบันทึกผลการทดสอบ ประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python การแสดงผลในส่วนนี้เป็นส่วนที่โปรแกรมสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ ก่อนเริ่มการทำกิจกรรมในลักษณะของ Text File และจัดเก็บใน Folder ชื่อ Data ตำแหน่งเดียวกัน แต่ละกิจกรรม ตามชื่อที่กรอกในส่วนเริ่มต้น ดังภาพที่ 87 และลำดับเหตุการณ์การใช้งานระยะเวลา ทำกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร ชุดจริง จำนวน 51 ข้อ ดังภาพที่ 88



ภาพที่ 87 Text File และจัดเก็บใน Folder ชื่อ Data ทำกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร

สำหรับการใช้ในการแสดงผลการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร



กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร ใช้เวลาเฉลี่ย 12.18 นาที

ภาพที่ 88 การใช้เวลาในการทำกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร

2.2 กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) รายละเอียดดังนี้ แบ่งออกเป็นระดับ ระดับละ 10 ข้อ โดยแสดงระดับความยากดังนี้

2.2.1 กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) รายละเอียดดังนี้ แบ่งออกเป็นระดับ ระดับละ 10 ข้อ โดยแสดงระดับความยากดังนี้

ระดับที่ 1 จะปรากฏสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายให้ตอบ 2 สมการ และจำตัวอักษร 2 ตัว

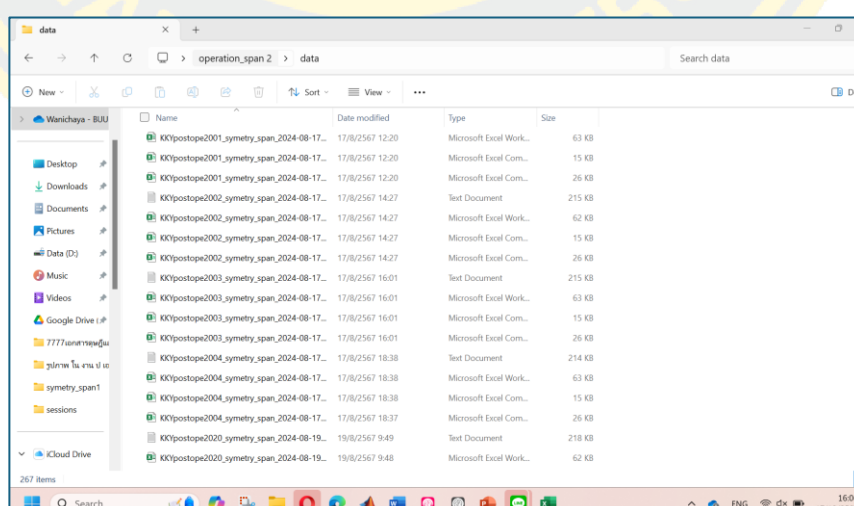
ระดับที่ 2 จะปรากฏภาพสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายให้ตอบ 3 สมการ และจำตัวอักษร 3 ตัว

ระดับที่ 3 จะปรากฏภาพสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายให้ตอบ 4 สมการ และจำตัวอักษร 4 ตัว

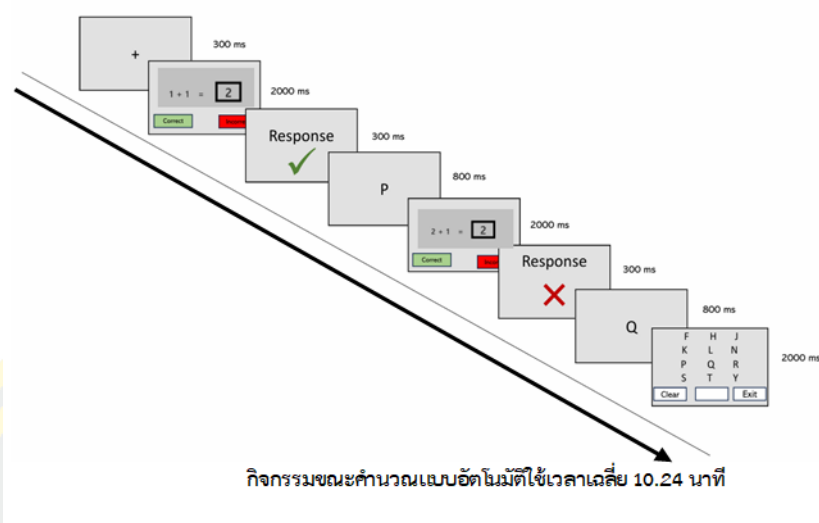
ระดับที่ 4 จะปรากฏภาพสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายให้ตอบ 5 สมการ และจำตัวอักษร 5 ตัว

2.2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมย่อยในแต่ละข้อ ได้แก่ เตรียมความพร้อม/พัก 300 มิลลิวินาที ดูภาพสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายและคิดคำตอบ 2,000 มิลลิวินาที แสดงคำตอบ 300 มิลลิวินาที จำตัวอักษร 800 มิลลิวินาที ดูภาพสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายและคิดคำตอบ 2,000 มิลลิวินาที แสดงคำตอบ 300 มิลลิวินาที จำตัวอักษร 800 มิลลิวินาที และการเรียงลำดับตัวอักษรของการจำ 2,000 มิลลิวินาที

2.2.3 ส่วนบันทึกผลการทดสอบ ประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python การแสดงผลในส่วนนี้เป็นส่วนที่โปรแกรมสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ ก่อนเริ่มการทำกิจกรรมในลักษณะของ Text File และจัดเก็บใน Folder ชื่อ Data ตำแหน่งเดียวกัน แต่ละกิจกรรม ตามชื่อที่กรอกในส่วนเริ่มต้น ดังภาพที่ 89 และลำดับเหตุการณ์การใช้งานระยะเวลา ทำกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ ชุดจริง จำนวน 50 ข้อ ดังภาพที่ 90



ภาพที่ 89 Text File และจัดเก็บใน Folder ชื่อ Data ทำกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 90 การใช้ระยะเวลาการกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ

2.3 กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) รายละเอียดดังนี้ แบ่งออกเป็นระดับ ๆ ละ 10 ข้อ โดยแสดงระดับความยากดังนี้

2.3.1 กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) รายละเอียดดังนี้ แบ่งออกเป็นระดับ ระดับละ 10 ข้อ โดยแสดงระดับความยากดังนี้

ระดับที่ 1 จะปรากฏประโยคอย่างง่ายให้อ่านและตอบ 2 ประโยค และจำตัวอักษร 2 ตัว

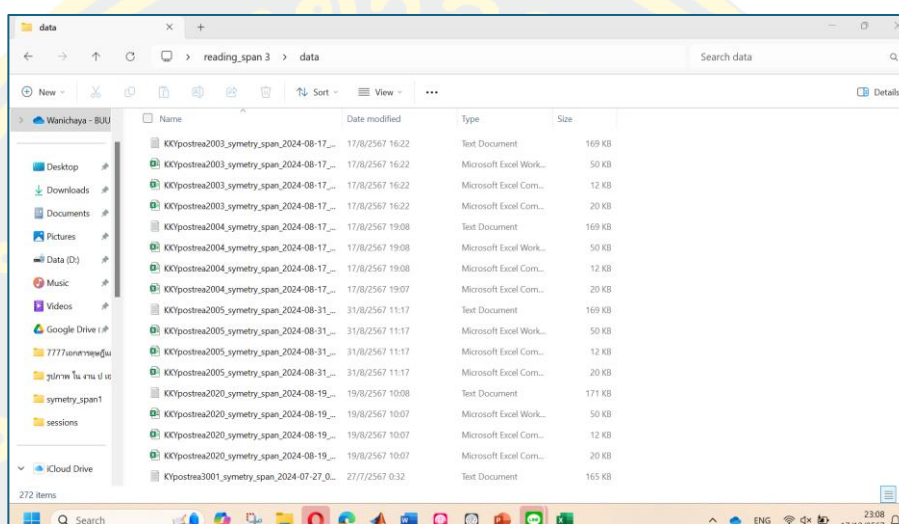
ระดับที่ 2 จะปรากฏประโยคอย่างง่ายให้อ่านและตอบ 3 ประโยค และจำตัวอักษร 3 ตัว

ระดับที่ 3 จะปรากฏประโยคอย่างง่ายให้อ่านและตอบ 4 ประโยค และจำตัวอักษร 4 ตัว

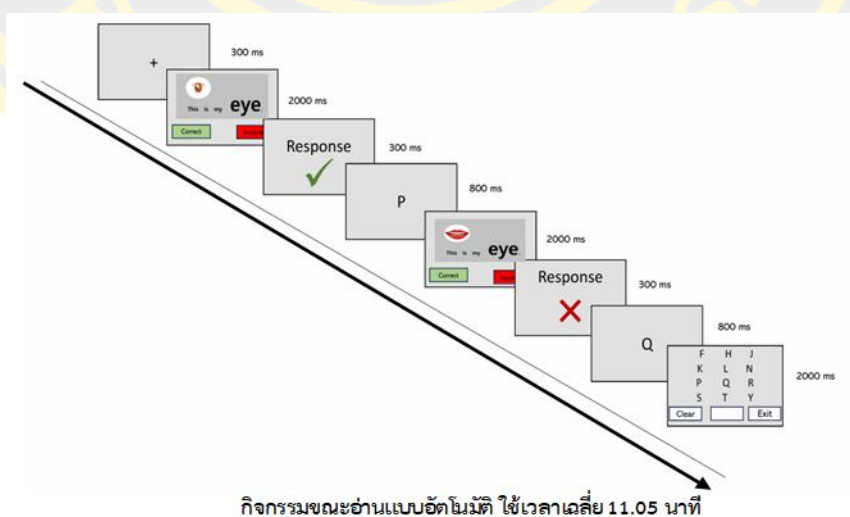
ระดับที่ 4 จะปรากฏประโยคอย่างง่ายให้อ่านและตอบ 5 ประโยค และจำตัวอักษร 5 ตัว

2.3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมย่อยในแต่ละข้อ ได้แก่ เตรียมความพร้อม/พัก 300 มิลลิวินาที ดูภาพประโยคอย่างง่ายให้อ่านและคิดคำตอบ 2,000 มิลลิวินาที แสดงคำตอบ 300 มิลลิวินาที จำตัวอักษร 800 มิลลิวินาที ดูภาพประโยคอย่างง่ายให้อ่านและคิดคำตอบ 2,000 มิลลิวินาที แสดงคำตอบ 300 มิลลิวินาที จำตัวอักษร 800 มิลลิวินาที และการเรียงลำดับตัวอักษรของการจำ 2,000 มิลลิวินาที

3. ส่วนบันทึกผลการทดสอบ ประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software in Python การแสดงผลในส่วนนี้เป็นส่วนที่โปรแกรมสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ ก่อนเริ่มการทำการกิจกรรมในลักษณะของ Text File และจัดเก็บใน Folder ชื่อ Data ตำแหน่งเดียวกัน แต่ละกิจกรรม ตามชื่อที่กรอกในส่วนเริ่มต้น ดังภาพที่ 91 และลำดับเหตุการณ์การใช้งานระยะเวลา ทำกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ชุดจริง จำนวน 50 ข้อ ดังภาพที่ 92



ภาพที่ 91 Text File และจัดเก็บใน Folder ชื่อ Data กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 92 การใช้ระยะเวลาการกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ

4. ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของ เรียนระดับประถมศึกษา

ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน ได้แก่ ได้แก่ นักวิชาการภาควิชาการศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา 2 คน นักวิชาการภาควิชาภาษาอังกฤษ 2 คน และนักวิชาการภาควิชาวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบของชุดกิจกรรมการทดสอบในของส่วนชี้แจง ส่วนการทดลองฝึกปฏิบัติ ส่วนปฏิบัติจริง และส่วนคู่มือการใช้งาน รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา
ของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	SD	การแปลผล
ส่วนชี้แจง			
1. รูปแบบ ข้อความ และขนาดตัวอักษร การชี้แจง	3.60	0.55	มาก
2. รูปแบบ ข้อความ และขนาดตัวอักษร คำแนะนำการปฏิบัติ	3.60	0.55	มาก
3. การใช้ภาษา อ่านและเข้าใจง่าย	3.60	0.55	มาก
ส่วนการทดลองฝึกปฏิบัติ			
4. จำนวนกิจกรรมในการทดสอบ (กิจกรรมละ 10 ข้อ)	3.60	0.55	มาก
5. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอ “ + ” 300 มิลลิวินาที	3.60	0.55	มาก
6. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอแสดงภาพ และการตอบสนอง 2,000 มิลลิวินาที	3.60	0.55	มาก

ตารางที่ 6 (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	SD	การแปลผล
7. ระยะเวลาแสดงข้อความการตอบสนอง “ถูกต้อง” หรือ “ไม่ถูกต้อง” 300 มิลลิวินาที	3.60	0.55	มาก
8. ระยะเวลาในช่วงแสดงตัวอักษรในการ จำ 800 มิลลิวินาที	3.60	0.55	มาก
9. ขนาดของภาพและตัวอักษรของแต่ละ กิจกรรม	3.60	0.55	มาก
ส่วนการปฏิบัติจริง			
10. จำนวนกิจกรรมในการทดสอบ (กิจกรรมละ 3 ระดับ ระดับละ 10 ข้อ รวมทั้งหมด มี 120 ข้อ	3.60	0.55	มาก
11. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอ “ + ” 300 มิลลิวินาที	3.80	0.45	มาก
12. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอแสดงภาพ และการตอบสนอง 2,000 มิลลิวินาที	3.80	0.45	มาก
13. ระยะเวลาแสดงข้อความการ ตอบสนอง “ถูกต้อง” หรือ “ไม่ถูกต้อง” 300 มิลลิวินาที	3.80	0.45	มาก
14. ระยะเวลาในช่วงแสดงตัวอักษรในการ จำ 800 มิลลิวินาที	3.80	0.45	มาก
15. ระยะเวลาในการพักของผู้รับการ ทดสอบในแต่ละกิจกรรม 5 นาที	3.80	0.45	มาก
16. ขนาดของภาพและตัวอักษรของแต่ละ กิจกรรม	3.60	0.55	มาก
17. ภาพรวมของกิจกรรมทดสอบ	3.80	0.45	มาก

ตารางที่ 6 (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	SD	การแปลผล
ส่วนคู่มือการใช้งานแบบทดสอบ			
18. คู่มือการใช้งานมีการอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติได้อย่างลำดับขั้นตอน	3.40	0.55	มาก
19. คู่มือการใช้งานมีเนื้อหาครอบคลุมในการปฏิบัติ	3.40	0.55	มาก
20. ภาษาที่ใช้ในคู่มือ อ่านแล้วเข้าใจง่าย	3.40	0.55	มาก
21. คู่มือการใช้งานมีภาพประกอบที่ชัดเจนเหมาะสมกับนักเรียน			
รวม	3.62	0.37	มาก

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยของข้อคำถามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็นเท่ากับ 3.62 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ดังนั้น แสดงว่า กิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้วัดความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 3 ผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยวิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) ใช้แบบแผนการทดลอง ก่อนและหลังการทดลองแบบมีกลุ่มควบคุม (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2016) ในประเด็นการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิบัติกิจกรรม ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาและการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีผลการศึกษา ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเคหะชุมชนลาดกระบัง สังกัดสำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยที่ได้รับการอนุญาตจากผู้ปกครองและมีคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 60 คน ได้จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน โดยเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมวิจัย โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากแบบไม่ใส่คืน คัดกรองกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusions Criteria) ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ และสามารถทำการทดลองได้ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลอง (n = 30)		กลุ่มควบคุม (n = 30)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ				
ชาย	15	50.00	15	50.00
หญิง	15	50.00	15	50.00
อายุ				
6 ปี	14	46.67	9	30.00
7 ปี	16	53.33	21	70.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลอง (n = 30)		กลุ่มควบคุม (n = 30)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับชั้น				
ประถมศึกษาปีที่ 1	30	100.00	30	100.00
โรคประจำตัว				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00
การได้รับบาดเจ็บที่สมองหรือผ่าตัด				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00
การเจ็บป่วยทางจิตเวช				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00
ความพิการทางร่างกาย				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00
สมาธิสั้น บกพร่องทางการเรียนรู้ ออทิสซึม				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00
ความบกพร่องทางสติปัญญา				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00
ภาวะซึมเศร้า				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00
ความผิดปกติทางการได้ยิน				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00
ความผิดปกติทางการมองเห็น				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00
ความถนัดมือขวา				
ปกติ	30	100.00	30	100.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลอง (n = 30)		กลุ่มควบคุม (n = 30)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การมองเห็น				
ปกติ	30	100.00	30	100.00
ตาบอดสี				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00
ระดับการมองเห็นในระยะใกล้				
ไม่มี	30	100.00	30	100.00

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่มีอายุ 6-7 ปี ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีการได้รับบาดเจ็บที่สมองหรือผ่าตัด และการเจ็บป่วยทางจิตเวช ไม่มีความพิการทางร่างกาย สมาธิสั้น บกพร่องทางการเรียนรู้ ออทิสซึม และความบกพร่องทางสติปัญญา ไม่มีปัญหาการอ่านภาษาไทย ไม่มีภาวะซึมเศร้า คะแนนภาวะซึมเศร้า (PHQ 9 Score) < 9 คะแนน และมีความถนัดในการใช้มือขวา คะแนนประเมินความถนัดในการใช้มือ (Edinburgh Handedness Inventory Score) > +80 คะแนน การมองเห็นปกติ ไม่มีประวัติตาบอดสีและการมองเห็นในระยะใกล้ ไม่มีการได้รับบาดเจ็บที่ศีรษะหรือระบบประสาท และไม่มี ความบกพร่องทางการเรียนรู้

2. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยแสดงผลตามกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) และ 3) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) โดยแต่ละกิจกรรมมีรายละเอียด ดังนี้

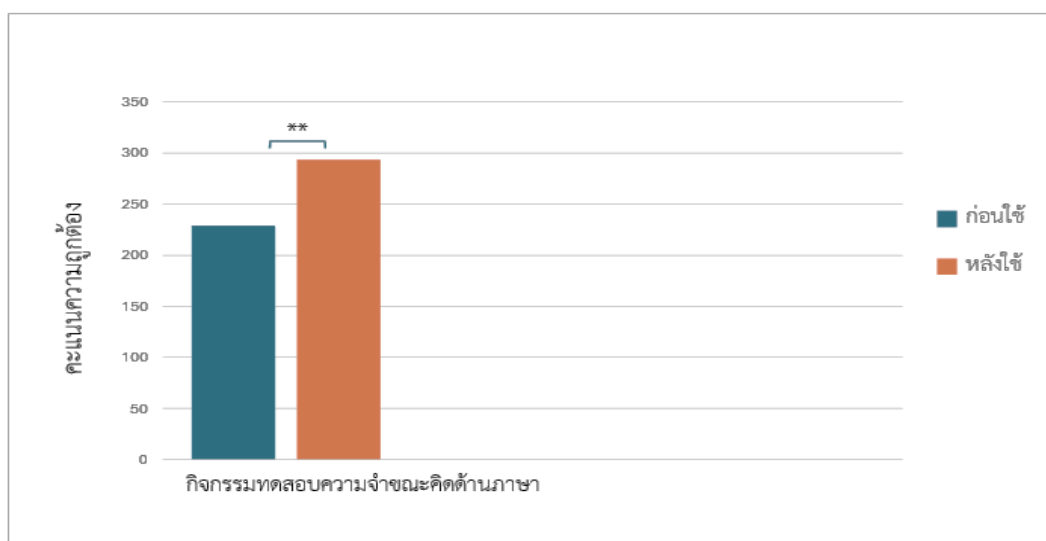
2.1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยแสดงผลตามตารางที่ 8 และตารางที่ 9

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

กลุ่มทดลอง	คะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบ					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>ES</i>
กิจกรรมทดสอบ						
ความจำขณะคิดด้านภาษา						
ก่อนใช้	30	229.10	24.48	29	13.10**	2.39
หลังใช้	30	293.37	8.84			

** $p < .01$

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาของกลุ่มทดลอง โดยรวมมีค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ 13.10 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาส่งผลให้กลุ่มผู้ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.1 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังภาพที่ 93



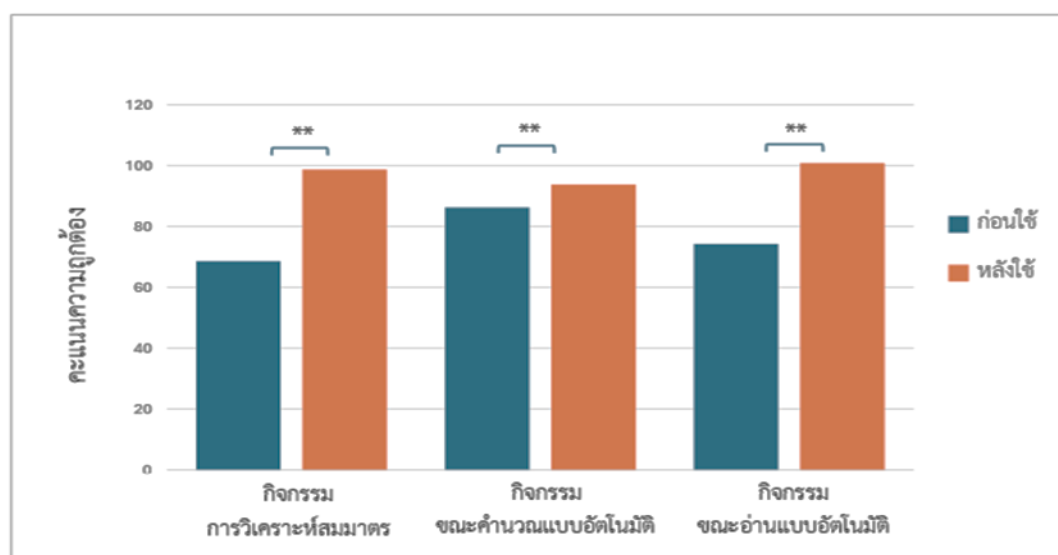
ภาพที่ 93 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมการสร้างภาพในใจในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา จำแนกตามกิจกรรม 3 กิจกรรม

กิจกรรม	คะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบ					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>ES</i>
กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร						
ก่อนใช้	30	68.67	8.01	29	16.31**	2.98
หลังใช้	30	98.67	5.01			
กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ						
ก่อนใช้	30	86.20	16.50	29	2.71**	0.94
หลังใช้	30	93.90	5.03			
กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ						
ก่อนใช้	30	74.23	14.37	29	8.89**	1.62
หลังใช้	30	100.80	5.53			

** $p < .01$

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาของกลุ่มทดลอง มีคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร มากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 16.31 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ มากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 2.71 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ มากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 8.89 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาส่งผลให้กลุ่มผู้ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.1 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังภาพที่ 94



ภาพที่ 94 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา จำแนกตามกิจกรรม

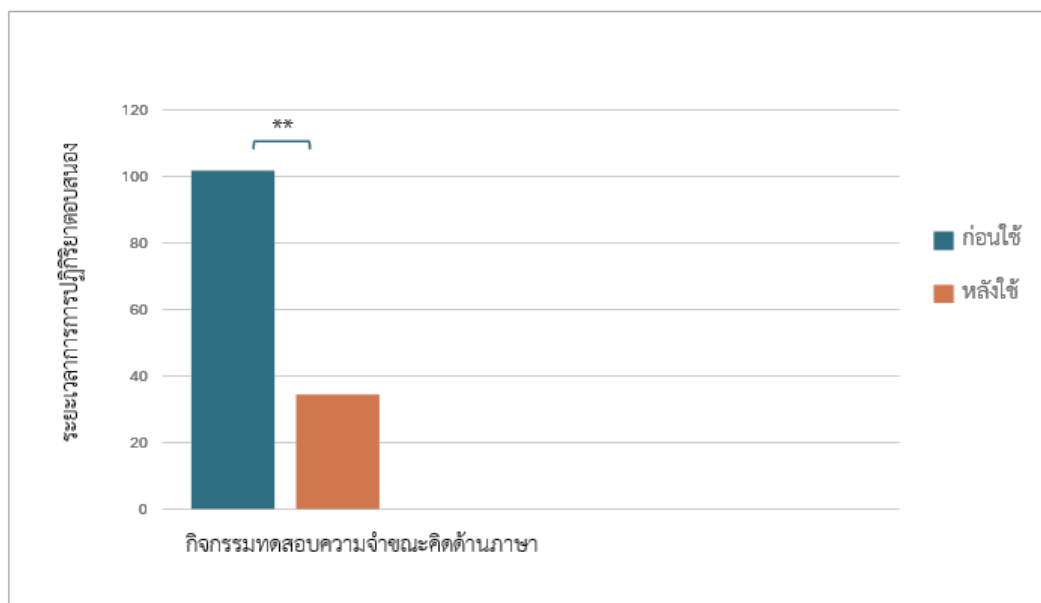
2.2 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาปฏิกริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงผลตามตารางที่ 10 และตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาปฏิกริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

กลุ่มทดลอง	ระยะเวลาปฏิกริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรม					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>ES</i>
กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา						
ก่อนใช้	30	101.84	31.96	29	-11.15**	2.04
หลังใช้	30	34.50	7.61			

** $p < .01$

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาปฏิกริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา น้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ -11.15 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาส่งผลให้กลุ่มผู้ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีระยะเวลาปฏิกริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยลง สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.2 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีระยะเวลาปฏิกริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังภาพที่ 95



ภาพที่ 95 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

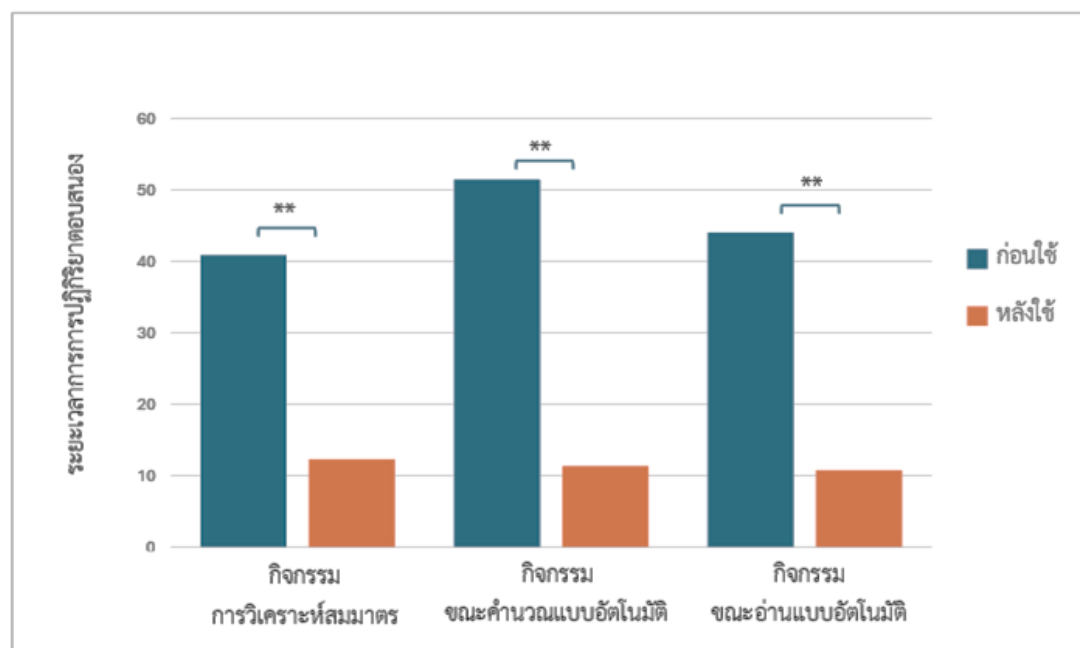
ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบ
ความจำขณะคิด ด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วย
โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา จำแนกตามกิจกรรม

กลุ่มทดลอง	ระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรม					
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>ES</i>
กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร						
ก่อนใช้	30	40.87	10.69	29	-13.08**	2.39
หลังใช้	30	12.29	4.46			
กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ						
ก่อนใช้	30	55.51	34.41	29	-7.04**	1.29
หลังใช้	30	11.40	3.22			
กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ						
ก่อนใช้	30	44.82	20.75	29	-8.95**	1.63
หลังใช้	30	10.84	3.37			

** $p < .01$

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตรน้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ -13.08 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติก็น้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ -7.04 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติก็น้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ -8.95 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาส่งผลให้กลุ่มผู้ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยลง สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.2 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตาม

ทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังภาพที่ 96



ภาพที่ 96 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา จำแนกตามกิจกรรม

3. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยแสดงผลตามกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span

Task) และ 3) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) โดยแต่ละกิจกรรมมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) ในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 กิจกรรม โดยแสดงผลตามกิจกรรมทดสอบตามตารางที่ 12 และตารางที่ 13

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

Multivariate Test

กิจกรรมทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p	ES
Hotelling's Trace	27.37	510.89**	1	56.00	< .00	.97

** $p < .01$

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 กิจกรรม กลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 510.89$, $ES = .97$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.3 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีคะแนนความถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

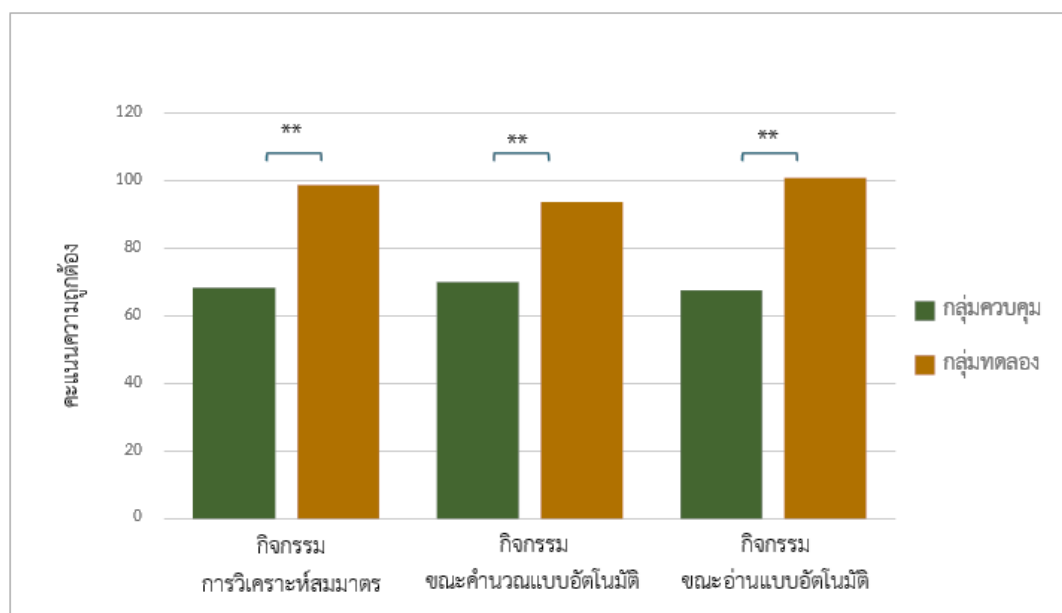
ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบ
ความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองใช้
โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

กิจกรรมทดสอบ	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ES</i>
การวิเคราะห์สมมาตร								
กลุ่มควบคุม	30	68.47	5.04	13680.60	1	13680.60	541.94**	.90
กลุ่มทดลอง	30	98.67	5.01					
			Error	1464.13	58	25.24		
คำนวณแบบอัตโนมัติ								
กลุ่มควบคุม	30	70.03	4.41	8544.27	1	8544.27	381.89**	.87
กลุ่มทดลอง	30	93.90	5.03					
			Error	1297.67	58	22.73		
อ่านแบบอัตโนมัติ								
กลุ่มควบคุม	30	67.70	5.58	16434.15	1	16434.15	532.18**	.90
กลุ่มทดลอง	30	100.80	5.53					
			Error	1791.10	58	30.88		

** $p < .01$

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า คะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตรของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 541.94$, $ES = .90$) คะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาในกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 381.89$, $ES = .87$) และคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาในกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 532.18$, $ES = .90$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.3 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีคะแนนความถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงเป็นกราฟ

แห่งเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังภาพที่ 97



ภาพที่ 97 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

3.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) ในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและ กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 กิจกรรม โดยแสดงผลตามกิจกรรมทดสอบตามตารางที่ 14 และตารางที่ 15

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองขณะทำ
กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่ม
ทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

Multivariate Test

กิจกรรมทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p	ES
Hotelling's Trace	129.73	178.78**	1	55.00	< .00	.99

**p < .01

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วย
โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ
หลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรม
ทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะคำนวณแบบ
อัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 กิจกรรม กลุ่มทดลองมีระยะเวลาปฏิริยา
ตอบสนองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 178.78$, $ES = .99$) ซึ่ง
เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.4 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตาม
ทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีระยะเวลาปฏิริยา
ตอบสนองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

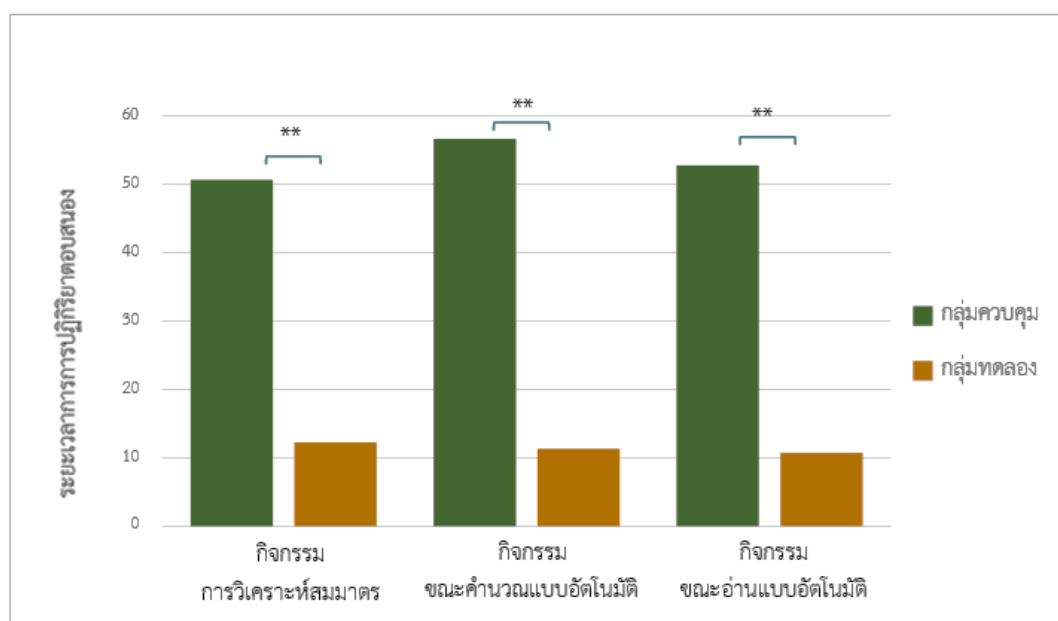
ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรม
ทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง
ด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

กิจกรรมทดสอบ	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ES</i>
การวิเคราะห์								
สมมาตร								
กลุ่มควบคุม	30	50.71	3.96	22141.34	1	22141.10	1244.11**	.96
กลุ่มทดลอง	30	12.29	4.46					
			Error	1032.22	58	17.80		
คำนวณแบบ								
อัตโนมัติ								
กลุ่มควบคุม	30	56.67	1.46	30738.45	1	30738.45	4927.54**	.99
กลุ่มทดลอง	30	11.40	3.22					
			Error	361.809	58	6.24		
อ่านแบบอัตโนมัติ								
กลุ่มควบคุม	30	52.75	2.10	26382.48	1	26382.48	3334.98**	.98
กลุ่มทดลอง	30	10.81	3.38					
			Error	458.83	58	7.91		

** $p < .01$

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า ระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตรของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 1244.11$, $ES = .96$) ระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่าน ในกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 4927.54$, $ES = .99$) และระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาในกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 3334.98$, $ES = .98$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.4 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรม

ฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามีระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังภาพที่ 98



ภาพที่ 98 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิด

4. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยแสดงผลตามกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) และ 3) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) โดยแต่ละกิจกรรมมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยแสดงผลตามตารางที่ 16

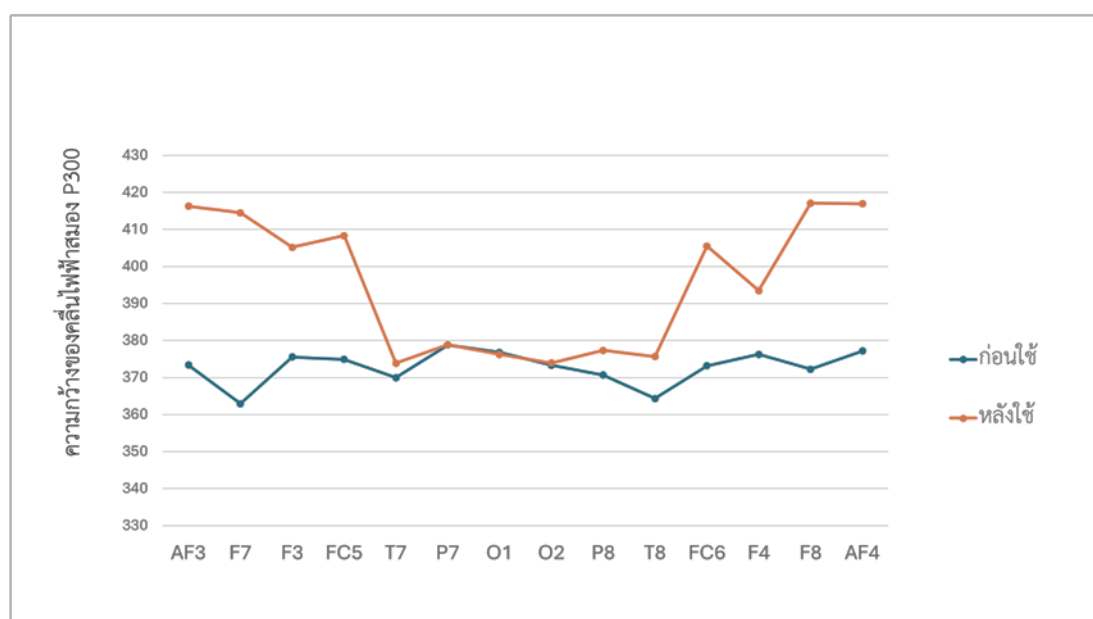
ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ตำแหน่ง ขั้วไฟฟ้า	ความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบ							
	ก่อนใช้		หลังใช้		MD	df	t	ES
	M	SD	M	SD				
AF3	373.39	32.37	416.28	10.34	-42.89	29	-6.98**	1.27
F7	362.94	37.13	414.54	8.89	-51.60	29	-7.29**	1.33
F3	375.59	27.48	405.21	18.08	-29.62	29	-5.50**	1.00
FC5	374.94	35.35	408.33	17.89	-33.40	29	-4.57**	0.84
T7	369.98	27.58	373.87	16.68	-3.89	29	-0.64	0.12
P7	378.80	31.08	378.86	20.41	-0.06	29	-0.01	0.00
O1	376.80	30.34	376.26	21.83	0.54	29	0.08	0.01
O2	373.32	32.08	373.96	20.48	-0.64	29	-0.09	0.02
P8	370.70	30.99	377.34	17.27	-6.62	29	-1.03	0.19
T8	364.34	37.89	375.65	21.89	-11.31	29	-1.33	0.24
FC6	373.20	34.43	405.51	21.44	-32.31	29	-4.48**	0.82
F4	376.26	30.91	393.49	22.31	-17.23	29	-2.25*	0.41
F8	372.27	32.24	417.10	12.62	-44.84	29	-7.34**	1.34
AF4	377.19	32.04	416.97	11.79	-39.78	29	-6.35**	1.16

** $p < .01$, * $p < .05$

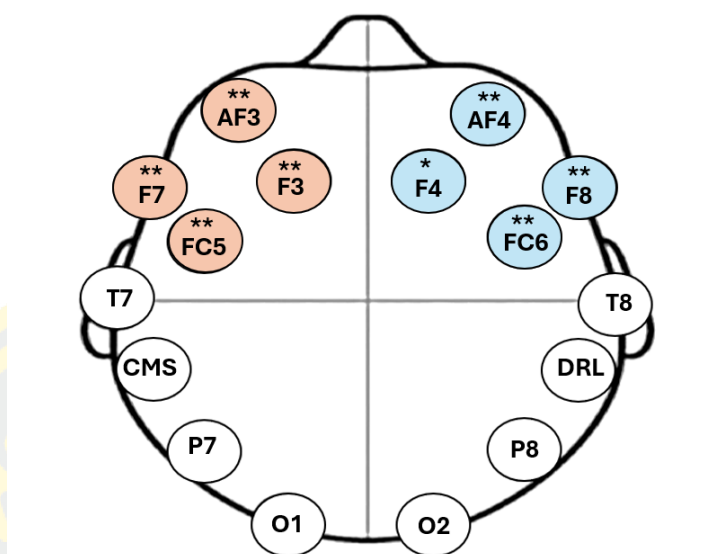
จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาของกลุ่มทดลองมีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา น้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์

กระจกเงา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 FC5 FC6 F8 และ AF4 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า F4 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2.5 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังภาพที่ 99



ภาพที่ 99 แผนภูมิเส้นแสดงค่าเฉลี่ยของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง

เมื่อนำค่าความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาใน ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 F4 F8 AF4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า FC5 FC6 ดังภาพที่ 100



ภาพที่ 100 ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าที่มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรม

4.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยแสดงผลตามตารางที่ 17

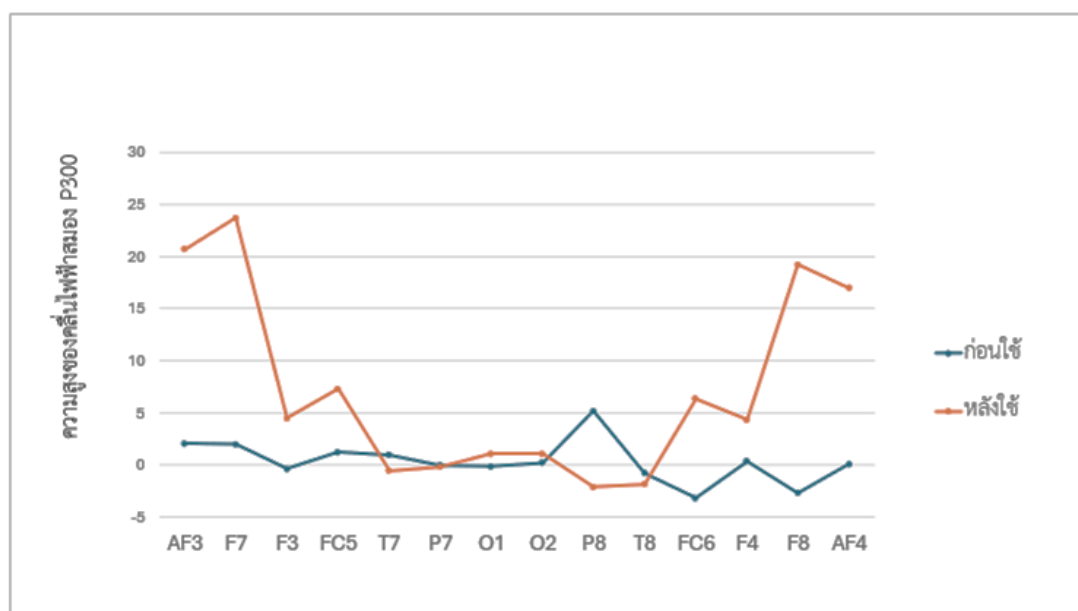
ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสูงคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า	ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบ							
	ก่อนใช้		หลังใช้		MD	df	t	ES
	M	SD	M	SD				
AF3	2.07	4.94	20.71	6.84	-18.63	29	-11.88**	2.17
F7	2.01	4.47	23.69	6.34	-21.68	29	-13.97**	2.55
F3	-0.35	3.89	4.50	2.14	-4.85	29	-6.18**	1.13
FC5	1.26	6.00	7.33	2.61	-6.07	29	-5.12**	0.92
T7	0.97	5.03	-0.55	2.09	1.52	29	1.62	0.30
P7	-0.01	4.06	-0.16	1.99	0.16	29	0.19	0.03
O1	-0.10	3.47	1.10	2.01	-1.20	29	-1.68	0.31
O2	0.21	3.64	1.08	2.21	-1.29	29	-1.70	0.31
P8	5.18	13.52	-2.07	1.96	7.25	29	2.83**	0.52
T8	-0.75	6.39	-1.84	2.95	1.08	29	0.82	0.15
FC6	-3.15	10.20	6.38	3.83	-9.53	29	-4.68**	0.85
F4	0.37	3.97	4.37	2.99	-4.00	29	-4.37**	0.80
F8	-2.66	6.21	19.22	6.46	-21.87	29	-14.24**	2.60
AF4	0.12	3.99	16.98	5.80	-16.85	29	-12.54**	2.29

** $p < .01$

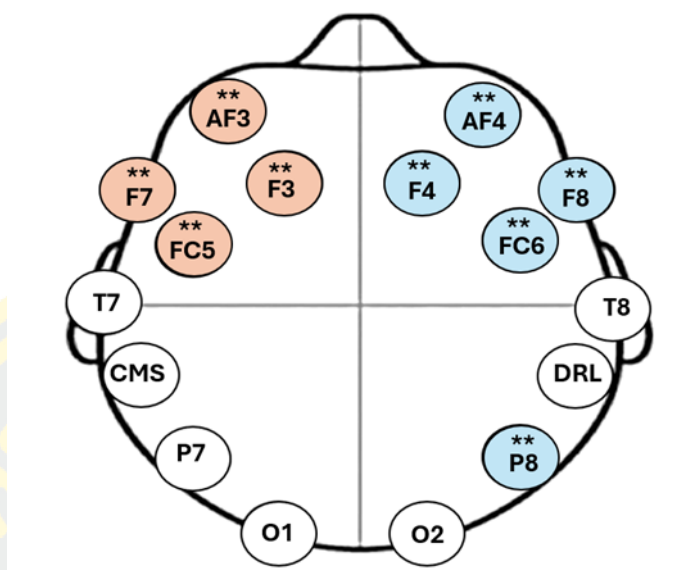
จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาของกลุ่มทดลองมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 FC5 P8 FC6 F4 F8 และ AF4 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2.6 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำ

ขณะคิดด้านภาษา มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังภาพที่ 101



ภาพที่ 101 แผนภูมิเส้นแสดงค่าเฉลี่ยของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง

เมื่อนำค่าความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 F4 F8 AF4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า P8 และบริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า FC5 FC6 ผลปรากฏตามภาพที่ 102



ภาพที่ 102 ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าที่มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300
ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรม

5. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาโดยแสดงผลตามกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) โดยแต่ละกิจกรรมมีรายละเอียด ดังนี้

5.1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) โดยแสดงผลตามกิจกรรมทดสอบตามตารางที่ 18 และ ตารางที่ 19

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300
 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม
 กับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

Multivariate Test

กิจกรรมทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p	ES
Hotelling's Trace	1.61	5.19**	14	45.00	< .00	.62

** $p < .01$

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 กิจกรรม กลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 5.19$, $ES = .62$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 2.7 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300

ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะจิตด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม
กับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ES</i>
AF3								
กลุ่มควบคุม	30	408.81	10.12	835.97	1	835.97	7.99**	.12
กลุ่มทดลอง	30	416.28	10.34					
			Error	6071.74	58	104.69		
F7								
กลุ่มควบคุม	30	404.38	10.96	1547.25	1	1547.25	15.54**	.21
กลุ่มทดลอง	30	414.54	8.89					
			Error	5775.18	58	99.57		
F3								
กลุ่มควบคุม	30	405.77	17.99	4.78	1	4.78	0.01	.00
กลุ่มทดลอง	30	405.21	18.08					
			Error	18866.35	58	325.28		
FC5								.01
กลุ่มควบคุม	30	404.60	16.72	209.00	1	209.00	0.68	
กลุ่มทดลอง	30	405.21	17.89					
			Error	17393.48	58	299.89		
T7								
กลุ่มควบคุม	30	379.47	22.97	470.23	1	470.23	1.17	.02
กลุ่มทดลอง	30	373.87	16.68					
			Error	23367.66	58	402.89		

** $p < .01$, * $p < .05$

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ตำแหน่งชั่วคราว	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ES</i>
P7								
กลุ่มควบคุม	30	379.95	25.61	17.66	1	17.66	0.03	.00
กลุ่มทดลอง	30	378.86	20.41					
			Error	31107.14	58	536.33		
O1								
กลุ่มควบคุม	30	375.61	23.18	6.36	1	6.36	0.01	.00
กลุ่มทดลอง	30	376.26	21.83					
			Error	29399.38	58	506.87		
O2								
กลุ่มควบคุม	30	370.62	22.48	167.54	1	167.54	0.36	.01
กลุ่มทดลอง	30	373.96	20.48					
			Error	26810.90	58	462.26		
P8								
กลุ่มควบคุม	30	372.74	21.90	317.49	1	317.49	0.82	.01
กลุ่มทดลอง	30	377.34	17.27					
			Error	22563.76	58	389.03		
T8								
กลุ่มควบคุม	30	363.72	19.26	2136.94	1	2136.94	5.03*	.08
กลุ่มทดลอง	30	375.65	21.89					
			Error	24658.51	58	425.15		
FC6								
กลุ่มควบคุม	30	409.33	16.75	218.82	1	218.82	0.59	.01
กลุ่มทดลอง	30	405.51	21.43					
			Error	21468.15	58	370.14		

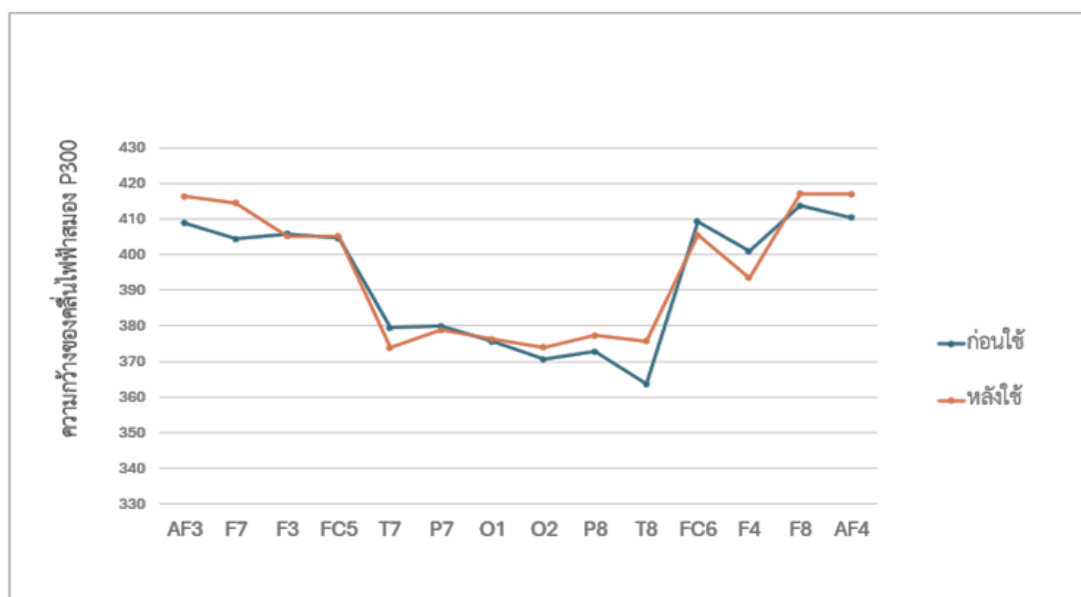
** $p < .01$, * $p < .05$

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ES</i>
F4								
กลุ่มควบคุม	30	400.95	18.16	835.94	1	835.94	2.02	.03
กลุ่มทดลอง	30	393.49	22.31					
			Error	23998.18	58	412.76		
F8								
กลุ่มควบคุม	30	413.76	9.63	167.55	1	167.55	1.33	.02
กลุ่มทดลอง	30	417.10	12.62					
			Error	7307.39	58	125.99		
AF4								
กลุ่มควบคุม	30	410.33	9.71	661.48	1		5.67*	.09
กลุ่มทดลอง	30	416.97	11.79					
			Error	6762.77	58	116.60		

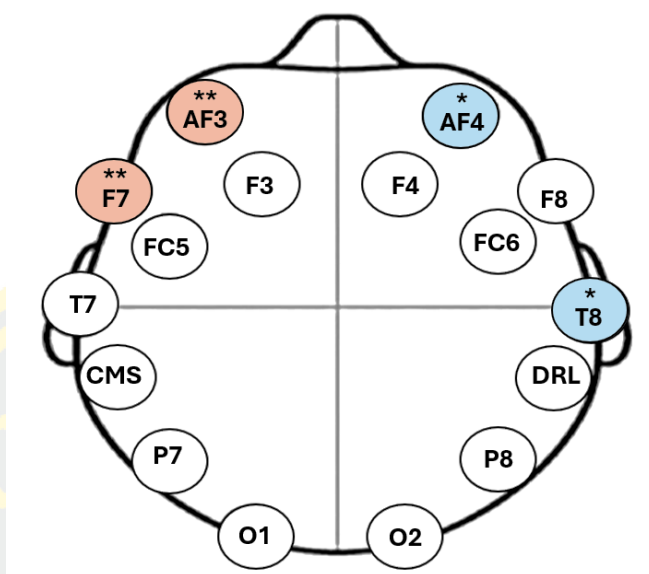
** $p < .01$, * $p < .05$

จากตารางที่ 19 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิด ด้านภาษา น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า T8 AF4 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2.7 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังภาพที่ 103



ภาพที่ 103 แผนภูมิเส้นแสดงค่าเฉลี่ยของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรม

เมื่อนำค่าความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 AF4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า T8 ผลปรากฏตามภาพที่ 104



ภาพที่ 104 ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าที่มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300
ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรม

5.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300
ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่ม
ทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความ
แปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) โดยแสดงผลตามกิจกรรมทดสอบตามตารางที่ 20 และ
ตารางที่ 21

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300
ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม
กับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

Multivariate Test

กิจกรรมทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p	ES
Hotelling's Trace	1.64	5.28**	14	45.00	< .00	.62

** $p < .01$

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 กิจกรรม กลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 5.28$, $ES = .62$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 2.8 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลัง การทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ES</i>
AF3								
กลุ่มควบคุม	30	24.99	4.18	275.98	1	275.98	8.58**	.13
กลุ่มทดลอง	30	20.71	6.84					
			Error	1865.54	58	32.16		
F7								
กลุ่มควบคุม	30	28.88	7.05	404.24	1	404.24	8.98**	.13
กลุ่มทดลอง	30	23.69	6.34					
			Error	2609.96	58	45.00		
F3								
กลุ่มควบคุม	30	5.71	2.63	21.86	1	21.86	3.80	.06
กลุ่มทดลอง	30	4.50	2.14					
			Error	334.11	58	5.76		

** $p < .01$, * $p < .05$

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ES</i>
FC5								
กลุ่มควบคุม	30	8.72	2.81	28.84	1	28.84	3.92	.06
กลุ่มทดลอง	30	7.33	2.61					
			Error	426.36	58	7.35		
T7								
กลุ่มควบคุม	30	-1.11	2.23	4.68	1	4.68	1.00	.02
กลุ่มทดลอง	30	-5.48	2.09					
			Error	58	4.68			
P7								
กลุ่มควบคุม	30	-1.26	2.01	17.86	1	17.86	4.45*	.07
กลุ่มทดลอง	30	-0.16	1.99					
			Error	23.56	58	4.01		
O1								
กลุ่มควบคุม	30	0.96	2.24	0.32	1	0.32	0.70	.00
กลุ่มทดลอง	30	1.10	2.01					
			Error	262.62	58	4.53		
O2								
กลุ่มควบคุม	30	0.85	2.26	0.83	1	0.83	0.16	.00
กลุ่มทดลอง	30	1.08	2.21					
			Error	290.11	58	5.00		
P8								
กลุ่มควบคุม	30	-2.73	2.23	6.51	1	6.51	1.48	.03
กลุ่มทดลอง	30	-2.07	1.96					
			Error	254.82	58	4.39		

** $p < .01$, * $p < .05$

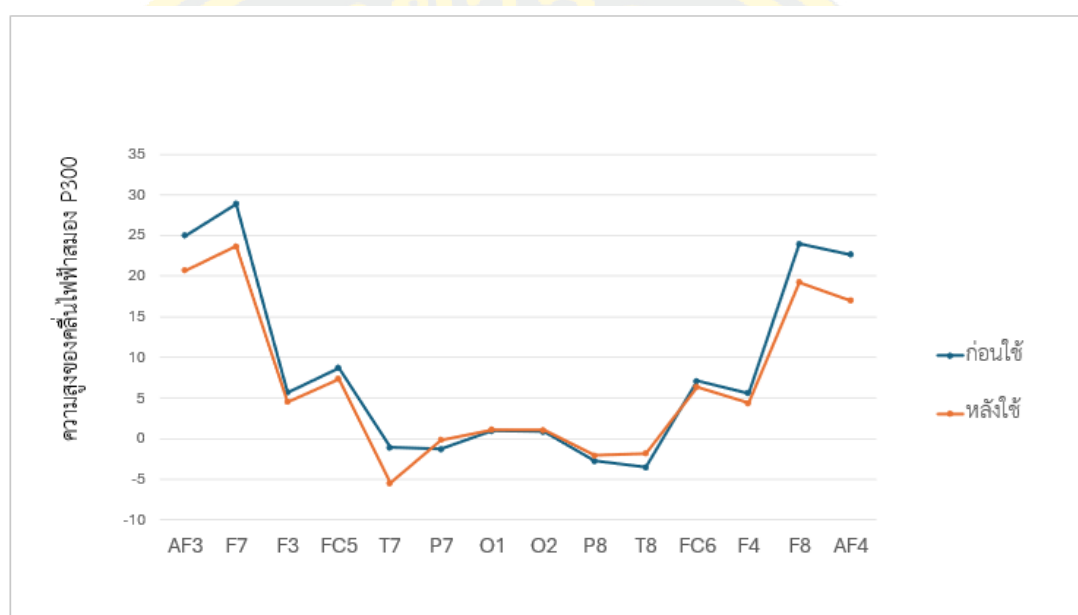
ตารางที่ 21 (ต่อ)

ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ES</i>
T8								
กลุ่มควบคุม	30	-3.51	2.50	41.96	1	41.96	5.61*	.09
กลุ่มทดลอง	30	-1.84	2.95					
			Error	433.64	58	7.48		
FC6								
กลุ่มควบคุม	30	7.12	3.23	7.89	1	7.89	0.72	.01
กลุ่มทดลอง	30	6.38	3.38					
F4								
กลุ่มควบคุม	30	5.57	2.59	21.67	1	21.67	2.77	.05
กลุ่มทดลอง	30	4.37	2.99					
			Error	454.22	58	7.83		
F8								
กลุ่มควบคุม	30	23.97	4.53	339.25	1	339.25	10.88**	.16
กลุ่มทดลอง	30	19.22	6.46					
			Error	1808.13	58	31.18		
AF4								
กลุ่มควบคุม	30	22.64	5.30	480.26	1	480.26	15.56**	.21
กลุ่มทดลอง	30	16.98	5.80					
			Error	1790.21	58	30.87		

** $p < .01$, * $p < .05$

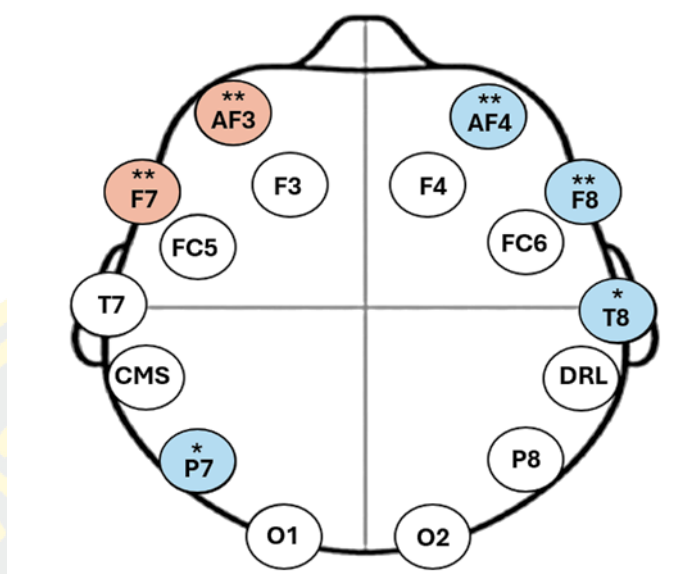
จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิด ด้านภาษามากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F8 AF4 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า P7 T8 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2.8 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังภาพที่ 105



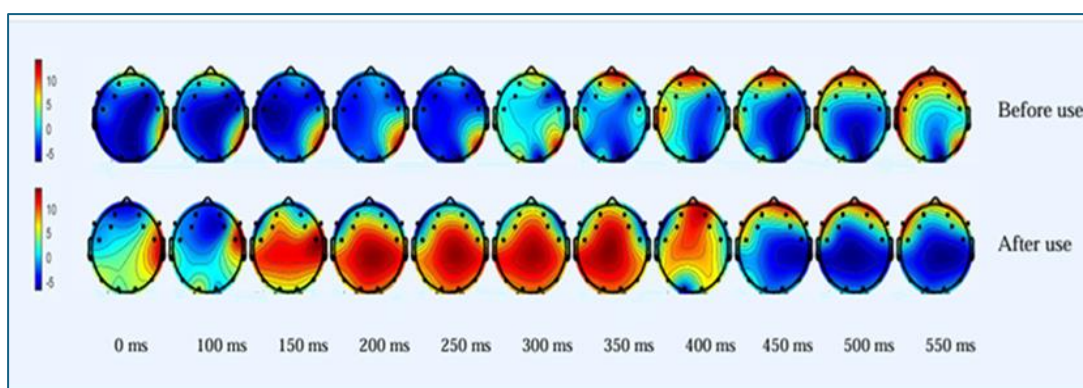
ภาพที่ 105 แผนภูมิเส้นแสดงค่าเฉลี่ยของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรม

เมื่อนำค่าความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F8 AF4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า P7 T8 ผลปรากฏตามภาพที่ 106

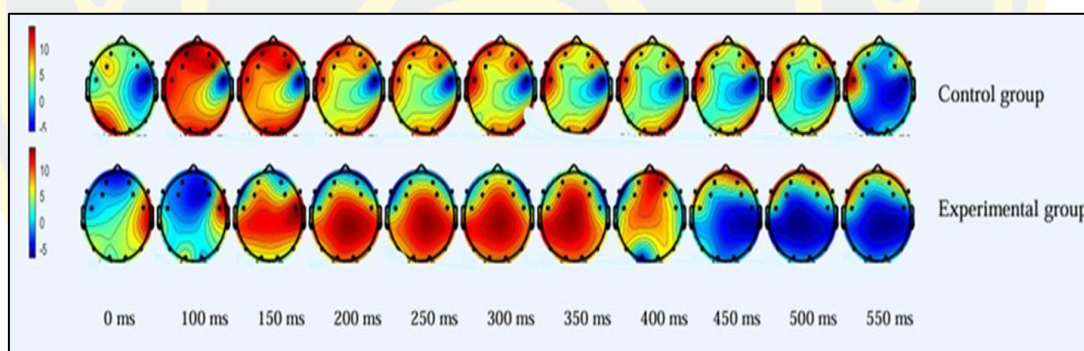


ภาพที่ 106 ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าที่มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300
ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรม

เมื่อนำภาพของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา และกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง มาแสดงความต่างศักย์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 บริเวณเปลือกสมองแต่ละขั้วไฟฟ้าสมอง ในช่วงเวลาตั้งแต่ 0-550 มิลลิวินาที เส้นสีแดงแสดงให้เห็นความต่างศักย์คลื่นไฟฟ้าสมอง แรงดันบวก (Positive Voltage) แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานมาก เส้นสีน้ำเงิน แสดงถึงความต่างศักย์คลื่นไฟฟ้าสมอง แรงดันลบ (Negative Voltage) แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานน้อย ดังแสดงในภาพที่ 107 – 108



ภาพที่ 107 คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งชั่วไฟฟ้าช่วงเวลาตั้งแต่ 0- 550 มิลลิวินาที ของกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาก่อนและหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาก่อนการใช้โปรแกรม (Before use) และ กลุ่มการใช้โปรแกรม (After use)



ภาพที่ 108 คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งชั่วไฟฟ้าช่วงเวลาตั้งแต่ 0- 550 มิลลิวินาที ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงากลุ่มควบคุม (Control group) และกลุ่มทดลอง (Experimental group)

จากภาพที่ 107 -108 แสดงให้การทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของกลุ่มใช้โปรแกรม และระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมที่บริเวณเปลือกสมองแต่ละตำแหน่งชั่วไฟฟ้าสมองในช่วงเวลาตั้งแต่ 0- 550 มิลลิวินาที ที่แสดงให้เห็นว่า กลุ่มใช้โปรแกรมภาพมีการใช้พลังงานน้อย

แสดงถึงการใช้เวลาในการตัดสินใจได้รวดเร็วขึ้นและมีความจำเริญคิดเพิ่มมากขึ้นหลังจากใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยในการศึกษาผลของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาที่มีต่อการพัฒนาความจำเริญคิดด้านภาษา ในนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งผลการศึกษาสามารถตอบสมมุติฐานได้ว่าผลการศึกษาพบว่าโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาช่วยเพิ่มความสามารถในการจำเริญคิดด้านภาษาได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมฝึกมีคะแนนความถูกต้องในการทำกิจกรรมทดสอบความจำเริญคิดด้านภาษาสูงขึ้นและระยะเวลาปฏิริยาตอบสนองลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงในคลื่นสมอง P300 โดยนักเรียนในกลุ่มทดลองมีค่าความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 น้อยลงและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 เพิ่มขึ้นหลังการฝึก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมช่วยกระตุ้นกระบวนการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำเริญคิดและการประมวลผลทางภาษาผ่านการทำงานของเซลล์กระจกเงา ส่งผลให้กระบวนการดึงข้อมูลจากความจำเริญไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา และพัฒนากิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเพื่อศึกษาผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยมีการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา และการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องและระยะเวลาปฏิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา การเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา และการเปรียบเทียบความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเคหะชุมชนลาดกระบัง สังกัดสำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยที่ได้รับการอนุญาตจากผู้ปกครองและมีคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 60 คน ได้จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power จากนั้นใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากแบบไม่ใส่คืน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำ ขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม คือ กิจกรรมทดสอบความจำ ขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ และเครื่องมือวัดและการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง รุ่น EMOTIV EPOC X-14 Channel Wireless EEG Headset วิเคราะห์ข้อมูลสถิติทดสอบที (t-test) และวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA)

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา รายละเอียดดังนี้

1. ผลการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ได้โปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ที่พัฒนาขึ้นโดยอาศัยหลักการจากทฤษฎีการเรียนรู้จากตัวแบบ (Symbolic Model) ของแบนดูรา ทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons Theory) และแนวคิดการสร้างภาพในใจจากริชาร์ดสัน (After Imagery) โปรแกรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้เพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียน โดยการฝึกฝนให้ผู้เรียนสามารถสร้างภาพในใจจากสิ่งเร้าทางการมองเห็น การได้ยิน ท่าทางการเคลื่อนไหว และการเชื่อมโยงการรับรู้ทางร่างกาย กระบวนการเรียนรู้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการฝึกซ้อมการจำข้อมูล โดยมีกลไกการเรียนรู้ตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ดังนี้ 1) การกระทำ (Actions) 2) การรับสัมผัส (sensations) 3) การเข้าใจการกระทำ (Action Understanding) 4) การเลียนแบบพฤติกรรม (Imitation) และ 5) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathy) และขั้นตอนที่ 2 การเรียกคืนข้อมูลและการนำไปประยุกต์ใช้ โดยกำหนดระยะเวลาการทำงานของโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แบบกำหนดให้ใช้เวลาในการฝึกต่อครั้งละ 60 นาที ฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาที่พัฒนาขึ้น พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยของข้อคำถามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็นระดับมาก แสดงว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้สำหรับฝึกเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. ผลการสร้างกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาของของนักเรียนระดับประถมศึกษา

กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา พัฒนาขึ้นด้วยวิธีการกำหนดกิจกรรมที่ใช้วัดความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working memory) มีลักษณะการวัดจากคะแนนความถูกต้อง (Response Accuracy Score) และวัดจากระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Response Time) ในการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา โดยใช้แบบวัดความจำขณะคิดด้านภาษา มาตรฐานของ Unsworth et al. (2005) เป็นการทดสอบการทำงานของสมองด้านความจำขณะคิดด้านภาษา ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมินสมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษา Automated Complex Span Tasks (CSTs) ทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Psychopy Psychology Software

in Python ประกอบด้วยกิจกรรมประเมินแบบซับซ้อน 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร (Automated Symmetry Span Task) 2) กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ (Automated Operation Span Task) และ 3) กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ (Automated Reading Span Task) ทั้ง 3 กิจกรรม ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการประเมินความเหมาะสม และจากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าเท่ากับ .80 โดยใช้กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา สำหรับทดสอบผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยกิจกรรมทดสอบประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการสร้างส่วนคำชี้แจง 2) ผลการสร้างส่วนกิจกรรมการวัดความจำขณะคิดด้านภาษาชุดทดลอง และ 3) ผลการสร้างส่วนกิจกรรมการวัดความจำขณะคิดด้านภาษาชุดใช้จริง ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยของข้อคำถามที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($M = 3.62$) เหมาะสมในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้วัดความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

3. ผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา รายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาของกลุ่มทดลอง โดยรวมมีค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 13.10 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านกิจกรรม พบว่า คะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตรมากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 16.31 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ มากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 2.71 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติมากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 8.89 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาส่งผลให้กลุ่ม

ทดลองใช้โปรแกรมมีคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.1 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตาม ทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

3.2 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำ ขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ ตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์ กระจกเงาของกลุ่มทดลอง โดยรวมมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบ ความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจก เเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ -11.15 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ และเมื่อพิจารณาเป็นราย กิจกรรม พบว่า ระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ใน กิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตรน้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์ กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ -13.08 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ และค่าเฉลี่ยคะแนน ความถูกต้อง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา กิจกรรมขณะคำนวณแบบ อัตโนมัติน้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณา ที่ค่า t เท่ากับ -7.04 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ และค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำ กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษากิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติน้อยกว่าก่อนการใช้ โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ -8.95 มี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ แสดงว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ส่งผลให้กลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีระยะเวลาปฏิกิริยา ตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยลง สอดคล้องกับสมมติฐานการ วิจัยข้อที่ 2.2 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามี ระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่าก่อนใช้ โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

3.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบ ความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึกการ สร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) ในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะ อ่านแบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 กิจกรรม แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ หลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบ

ความจำขณะคิดด้านภาษา ทั้ง 3 กิจกรรม กลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 510.86$, $ES = .97$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายกิจกรรม พบว่า คะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตรของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 541.94$, $ES = .90$) คะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 381.89$, $ES = .87$) และคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาในกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 532.18$, $ES = .90$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.3 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา มีคะแนนความถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

3.4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) ในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและ กิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 กิจกรรม แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ทั้ง 3 กิจกรรม กลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 178.78$, $ES = .99$) เมื่อพิจารณาเป็นรายกิจกรรม พบว่า หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า ระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตรของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 1244.11$, $ES = .96$) ระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาในกิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติ ในกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 4927.54$, $ES = .99$) และระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาในกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 3334.98$, $ES = .98$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.4 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาขณะทำ

กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามีระยะเวลาปฏิบัติการตอบสนอง น้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

3.5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา พบว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาของกลุ่มทดลองมีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา น้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 FC5 FC6 F8 และ AF4 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า F4 โดยจำแนกตามตำแหน่ง อิเล็กโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 F4 F8 AF4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า FC5 FC6 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2.5 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

3.6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาของกลุ่มทดลองมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 FC5 P8 FC6 F4 F8 และ AF4 โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 F4 F8 AF4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า P8 และบริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า FC5 FC6 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2.6 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากกว่าก่อนใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา

3.7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) แสดงให้เห็นว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะ

คำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 กิจกรรม กลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 5.19$, $ES = .62$) และเมื่อพิจารณาเป็นตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสมอง พบว่า กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า T8 AF4 โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 AF4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า T8 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2.7 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่ากลุ่มควบคุม

3.8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองด้วยโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า โดยรวมค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ในกิจกรรมการวิเคราะห์สมมาตร กิจกรรมขณะคำนวณแบบอัตโนมัติและกิจกรรมขณะอ่านแบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 กิจกรรม กลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 5.28$, $ES = .62$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายขั้วไฟฟ้าสมอง พบว่า กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F8 AF4 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า P7 T8 โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F8 AF4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า P7 T8 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2.8 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากกว่ากลุ่มควบคุม

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า การฝึกโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา มีผลทำให้ความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาเพิ่มมากขึ้น และมีผลทำ

ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความกว้างและความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สามารถนำไปใช้เพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาได้ เนื่องจากโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ได้พัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์องค์ความรู้และสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มความจำขณะคิดตามทฤษฎีประกอบด้วยแนวคิดหลัก 3 ประการ ได้แก่ ประการที่หนึ่ง ทฤษฎีการเรียนรู้จากตัวแบบที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic Model) ของแบนดูรา (Bandura, 1977) เป็นตัวแบบที่บุคคลสังเกตสื่อหรือสัญลักษณ์ผ่านทางสื่อต่าง ๆ เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นทำให้การทำงานของระบบประสาทการรับสัมผัสในเรื่องสี ขนาด รูปร่างของภาพ เสียงและท่าทางการเคลื่อนที่ของร่างกายทำให้สมองมีการประมวลข้อมูลในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบการรับรู้ภาพและเสียง ประการที่สอง ทฤษฎีเซลล์ประสาทกระจกเงา (Mirror Neurons Theory) เป็นเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่เลียนแบบพฤติกรรมที่มองเห็น โดยเซลล์ประสาทกระจกเงาจะมีกระบวนการปฏิกิริยาเชิงสะท้อน (Mirror Reaction) ที่สะท้อนตัวแบบที่เรามองเห็นเสมือนหนึ่งว่าเป็นกระจกที่สะท้อนทุกอย่างเข้าไป (Lacoboni, 2008) โดยการสะท้อนภาพเข้าไปในสมอง จากนั้นจึงดำเนินการกระตุ้นสมองส่วนอื่น ๆ ให้เกิดกระบวนการต่อเนื่องตามมาทำให้เกิดการเลียนแบบพฤติกรรมที่มองเห็น (Imitation) และเป็นการเลียนแบบพฤติกรรมที่มีเข้าใจความรู้สึกของตัวแบบ (Empathy) และมีความรู้สึกเดียวกับสิ่งเร้าที่ได้เห็นผ่านการทำงานของเซลล์กระจกเงา (อุดม เพชรสังหาร, 2551 ; Rizzolatti and Sinigaglia, 2006) ประการสุดท้าย การสร้างภาพในใจตามแนวคิดริชาร์ดสัน (Richardson, 2013) เป็นภาพที่เกิดจากการจำคั้งของภาพในระบบประสาทและแสดงออกมาในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องจากที่ได้มองเห็นภาพดังกล่าว ซึ่งภาพนั้นมีลักษณะแบบภาพเชิงลบ (Image Negative) เรียกภาพนี้ว่า ภาพติดตา (After Imagery) มีกระบวนการนำไปใช้ในการสร้างภาพในจิตใจซึ่งทำให้เกิดภาพจำในใจเพื่อช่วยในการจำเนื้อหาหรือสิ่งต่าง และสามารถสะท้อนความเข้าใจออกมาเป็นภาพได้

หลักการของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีตัวแบบที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic Model) เป็นสิ่งเร้ากระตุ้นทำให้การทำงานของระบบประสาทการรับสัมผัส ได้แก่ 1) สี (Colors) สีของตัวอักษรและพื้นหลัง ตามทฤษฎีสีทางจิตวิทยาแบบกลุ่มสีโทนร้อนและการใช้สีคู่ตรงข้ามตามคานดินสกี (Kandinsky, 1988) 2) ภาพ (Picture) ตามทฤษฎีภาพติดตาเชิงลบ (Negative Afterimage) (Richardson, 2013) 3) เสียง (Sound) เป็นการออกเสียงของเจ้าของภาษา (Native-speaker sound) (Mora, 2006) และ 4) ท่าทางการเคลื่อนไหว (Movement) เป็นการสอนโดยการแสดงท่าทางของร่างกายที่เกี่ยวกับคำศัพท์ที่ (Asher, 1979)

กลไกการเรียนรู้ของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีกระบวนการเรียนรู้ดังนี้ 1) การกระทำ (Actions) 2) การรับสัมผัส (Sensations) 3) การเข้าใจการกระทำ (Action Understanding) 4) การเลียนแบบพฤติกรรม (Imitation) และ 5) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathy) ซึ่งมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของเฮบบ์ (Hebbian Learning) (Hebb, 1949 ; Rizzolatti and Sinigaglia, 2006 ; Keysers & Gazzola, 2009) กล่าวว่า การเรียนรู้ของสมองสามารถอธิบายได้ด้วยรูปแบบโครงข่ายของเซลล์ประสาท เซลล์สมองจะถูกกระตุ้นพร้อมๆ กันโดยจะเชื่อมต่อเป็นวงจรเดียวกัน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงระหว่างพฤติกรรมการมองเห็นของบุคคลกับสภาวะภายในของคนอื่น โดยถ้าเป็นด้านการกระทำ เซลล์กระจกเงาที่อยู่ในส่วนของสมองบริเวณพรีมอเตอร์คอร์เท็กซ์ (Premotor cortex) โซมาโตเซนซอรี (Somatosensory) ส่วนหลังของสมองส่วนกลาง (Posterior parietal lobe) เทมพอรอล คอร์เท็กซ์ (Temporal cortex) และสมองน้อยจะทำงานด้านการรับสัมผัส เซลล์กระจกเงาที่อยู่ในส่วนของสมองบริเวณโซมาโตเซนซอรีคอร์เท็กซ์ (Somatosensory cortex) ด้านอารมณ์ เซลล์กระจกเงาที่อยู่ในส่วนของสมองบริเวณพรีมอเตอร์และสมองบริเวณพรีมอเตอร์โซมาโตเซนซอรี คอร์เท็กซ์ และอินซูลา (Insula) ด้านการสัมผัส (Touch) สมองบริเวณโซมาโตเซนซอรี คอร์เท็กซ์ จะถูกกระตุ้นขณะสัมผัสผู้อื่นและกระทำเอง ทำให้รู้สึกเหมือนถูกสัมผัสจริง ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างอวัยวะเคลื่อนไหวและประสาทรับสัมผัสทางร่างกายที่กระทำกับภาพและเสียงที่เข้ามา ในเรื่องของอารมณ์และประสาทรับสัมผัสก็มีลักษณะทำนองเดียวกัน (Keysers & Gazzola, 2009) แสดงให้เห็นว่า กลไกการทำงานของเซลล์กระจกเงาอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจการกระทำ เซลล์กระจกเงาทำให้ผู้สังเกตเข้าใจเจตนาของผู้กระทำหรือตัวแบบ (Gallese, 2008) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมขึ้นโดยนำทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons) เข้ามาร่วมในกิจกรรมการฝึกการสร้างภาพในใจ เพื่อจะช่วยเหลือกระตุ้นหน้าที่การทำงานของสมอง (Brain Function) ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยการเรียนรู้ (Learning) จากสิ่งเร้าที่มาจากตัวแบบ (Modeling) ในโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจผ่านระบบประสาทการรับสัมผัสด้วยกระบวนการทำงานบนเครือข่ายสัญญาณเชื่อมโยงระบบประสาทในสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของความจำขณะคิดซึ่งจะส่งผลให้ความสามารถด้านการฟัง การอ่าน การเขียนและการเรียนรู้ของผู้ที่ได้รับการฝึกจากโปรแกรมดังกล่าวเกิดความจำและมีการเรียนรู้ได้ดีขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hebb, 1949; Keysers & Gazzola, 2009)

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Keysers and Gazzola (2009) โดย ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของระบบเซลล์กระจกเงา (mirror neuron system) และบทบาทในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางปัญญา (cognitive rehabilitation) โดยทำการศึกษาถึงความสามารถของระบบเซลล์กระจกเงาในการช่วย

ปรับปรุงการเรียนรู้และการฟื้นฟูการทำงานทางสมองในผู้ที่มีความบกพร่องทางสมอง โดยเฉพาะในผู้ที่มีความบกพร่องในการรับรู้และการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการศึกษา เน้นการใช้เซลล์กระจกเงาในการพัฒนางานวิจัยนี้ความสามารถในการเรียนรู้และการฟื้นฟูผลการวิจัยพบว่า การใช้เซลล์กระจกเงาในกระบวนการฝึกช่วยในการกระตุ้นสมองให้เกิดการจำลองการกระทำหรือคำพูดผ่านการสร้างภาพในใจ ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ทางภาษาและการฟื้นฟูการทำงานของสมองในด้านความจำและภาษา โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กและผู้ที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้ทางภาษา

และการศึกษาโดยของ Morrison and Chein (2011) มุ่งศึกษาผลของการฝึกอบรมความจำขณะคิดที่สามารถเพิ่มขึ้นได้ผ่านการฝึกอบรมที่มีเป้าหมาย โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการฝึกอบรมเชิงกลยุทธ์และการฝึกอบรมแบบพื้นฐาน (หลัก) การศึกษานี้ได้ระบุแนวทางการฝึกอบรมที่แตกต่างกันสองแนวทาง เพื่อสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะคิดและการรับรู้ที่ดีขึ้น ผลการศึกษาพบว่า การใช้เทคนิคการฝึกอบรมที่แตกต่างกันจะส่งผลกระทบต่อที่แตกต่างกัน โดยการฝึกอบรมแบบมีการชี้แนะ (การฝึกอบรมเชิงกลยุทธ์) สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของความจำได้มากขึ้น ขณะที่การฝึกอบรมแบบพื้นฐานก็สามารถช่วยเพิ่มความสามารถด้านการรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษานี้ได้รับการพิสูจน์แล้วในกลุ่มประชากรที่มีการฝึกอบรมในหลายหัวข้อ โดยภาพรวม การฝึกอบรมแบบพื้นฐานมีผลในการเพิ่มขีดความสามารถทางการรับรู้ได้ดีกว่า และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kroesbergen, Noordende, and Kolkman (2014) ศึกษาการฝึกอบรมความจำขณะคิดในเด็กอนุบาลที่ส่งผลต่อความจำขณะคิดและการคิดเลขเบื้องต้น เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความจำขณะคิดกับการคิดเลขเบื้องต้น ได้รับการฝึกอบรมความจำขณะคิดสองแบบที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองมีความแตกต่างกันในประเภทของข้อมูลที่เด็ก ๆ ได้รับการฝึกฝน ในด้านที่ไม่ใช่ตัวเลขหรือใช้ตัวเลข หลังจากการทดสอบก่อน เด็ก ๆ ที่เข้าร่วมในการฝึกอบรมหน่วยความจำขณะคิดอย่างใดอย่างหนึ่งได้พัฒนาทักษะความจำขณะคิดของพวกเขาอย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shin, Lee, Yoo, and Chong (2015) ได้ศึกษาการฝึกอบรมช่วยเพิ่มขีดความสามารถของหน่วยความจำขณะคิด เมื่อมีการปรับเปลี่ยนเป็นรายบุคคล และตรงเป้าหมาย วัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่า การฝึกอบรมช่วยเพิ่มความสามารถของหน่วยความจำขณะคิดด้วยภาพโดยใช้วิธีการฝึกอบรมแบบปรับตัวเป็นรายบุคคล ผลการศึกษาพบว่า ระดับของการปรับปรุงที่แสดงในระหว่างการฝึกอบรมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความจุของหน่วยความจำขณะคิดที่เพิ่มขึ้น และการฝึกอบรมความจำขณะคิดด้วยภาพนั้นมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการปรับเปลี่ยน เป็นรายบุคคล และมีเป้าหมาย

และสอดคล้องกับ Razheva (2019) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons) กับการเรียนรู้ภาษา โดยมุ่งเน้นไปที่ผลกระทบของการเคลื่อนไหวใบหน้าหรือการ

แสดงออกของครูต่อการเรียนรู้และการรับรู้เนื้อหาของนักเรียน งานวิจัยนี้ได้ทดลองกับนักศึกษาปริญญาตรีจำนวน 30 คนจากภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง การศึกษานี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) การสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์กระจกเงากับการเรียนรู้ภาษา 2) การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการพัฒนาการเรียนรู้ภาษาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเซลล์กระจกเงา 3) การประเมินผลของการทดลอง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีที่ดีที่สุดในการสอนการออกเสียงคำศัพท์ใหม่ ได้แก่ 1) การให้ครูเป็นผู้สอนการออกเสียงคำศัพท์ใหม่ดีกว่าเครื่องจักร 2) นักเรียนควรเห็นการเคลื่อนไหวของปากครูขณะสอนคำศัพท์ใหม่ 3) นักเรียนควรพูดซ้ำคำศัพท์ใหม่หลังจากครูได้แนะนำแล้ว โดยสรุปว่า เซลล์กระจกเงามีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้การออกเสียงคำศัพท์ใหม่ เนื่องจากมันช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าเมื่อมีการสังเกตการแสดงออกทางใบหน้าที่ของครู และสอดคล้องกับ Ferrari (2022) ได้ศึกษาผลของการสังเกตการจับวัตถุกับการสังเกตวัตถุที่อยู่อื่นๆ ต่อความสามารถในการเรียกคืนข้อมูลทางความจำ โดยมุ่งเน้นการกระตุ้นเซลล์กระจกเงาในสมองผ่านการสังเกตการกระทำจับวัตถุ ผลการศึกษาพบว่า การสังเกตการจับวัตถุช่วยกระตุ้นระบบประสาทสมองส่วนกลาง (corticospinal excitability) ซึ่งทำให้ความสามารถในการเรียกคืนข้อมูลดีขึ้น ขณะที่การสังเกตวัตถุในสภาพหนึ่งไม่สามารถกระตุ้นเซลล์กระจกเงาได้ในระดับเดียวกัน ผลการศึกษานี้สนับสนุนว่า การกระตุ้นเซลล์กระจกเงาผ่านการสังเกตการกระทำจับวัตถุสามารถช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้และการจำข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น

ดังนั้นจากผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความเหมาะสมและสามารถเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้ โดยใช้กลไกการเรียนรู้จากทฤษฎีเซลล์กระจกเงาและทฤษฎีการเรียนรู้จากตัวแบบ ซึ่งช่วยกระตุ้นสมองในการประมวลผลข้อมูลจากการสังเกตและเลียนแบบพฤติกรรม เช่น การเคลื่อนไหวและการรับรู้ภาพเสียง และท่าทาง การนำทฤษฎีเซลล์กระจกเงามาช่วยฝึกการสร้างภาพในใจ ส่งผลให้การจำข้อมูลในด้านภาษามีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Keysers, Gazzola และงานวิจัยอื่น ๆ ที่สนับสนุนบทบาทของเซลล์กระจกเงาในการฟื้นฟูการทำงานทางสมองและการเรียนรู้ภาษา โดยเฉพาะในกระบวนการสร้างภาพในใจซึ่งช่วยกระตุ้นการจดจำและการเรียนรู้ได้ดีเพิ่มมากขึ้น

2. ผลการสร้างกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working Memory) ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แนวคิดจาก Unsworth et al. (2005) พบว่าเครื่องมือทดสอบที่พัฒนามีคุณภาพสูงและเหมาะสมในการใช้งาน โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งบ่งชี้ว่าเครื่องมือทดสอบนี้สามารถใช้ในการประเมินความจำขณะคิดด้านภาษาในนักเรียนระดับประถมศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีค่าเฉลี่ย (M) เท่ากับ 3.63 ยังแสดงถึงความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ซึ่งการประเมินนี้สะท้อนให้

เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาเครื่องมือทดสอบที่สามารถวัดสมรรถนะด้านความจำขณะคิดภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้อย่างมีความแม่นยำ

กิจกรรมทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะการวัดสมรรถนะของความจำขณะคิดด้านภาษาโดยการใช้ตัวแปรสำคัญคือคะแนนความถูกต้อง (Response Accuracy Score) และระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Response Time) ซึ่งทั้งสองตัวแปรนี้สามารถสะท้อนประสิทธิภาพการทำงานของสมองในการจดจำและประมวลผลข้อมูลภาษาได้ (Unsworth et al., 2005) โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Automated Complex Span Tasks (CSTs) ผ่านโปรแกรม Psychopy Software ที่ทำงานในภาษา Python ได้ทำให้การทดสอบนี้มีความสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำ เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในโรงเรียนโดยไม่จำเป็นต้องใช้เวลาและทรัพยากรมาก

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาเครื่องมือทดสอบที่สามารถวัดความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนได้อย่างตรงตามทฤษฎีการทำงานของสมอง โดยเฉพาะการใช้วิธีการประเมินที่เน้นการวัดความสามารถในการจำและประมวลผลข้อมูลภาษาผ่านการตอบสนองของสมองที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลทางภาษาของนักเรียน (Baddeley, 2003) ซึ่งเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ร่วมกับการศึกษาวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมอง เพื่อให้การประเมินมีความละเอียดและมีข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการทำงานของสมองในด้านนี้และการใช้กิจกรรมทดสอบนี้ยังสอดคล้องกับการประเมินความจำขณะคิดด้านภาษา (Phonological Working Memory) ของ McGuinness (2019) ที่เน้นการพัฒนาเครื่องมือทดสอบที่มีความแม่นยำและเหมาะสมในด้านการศึกษา โดยการพัฒนาเครื่องมือทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้ได้ในบริบทการศึกษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา นอกจากนี้การทดสอบผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำให้การประเมินมีความสะดวกและเป็นมาตรฐาน ซึ่งเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการศึกษาที่ต้องการการประเมินที่มีความแม่นยำและไม่ซับซ้อนและสามารถนำไปใช้ในโรงเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ผลของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระเจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

3.1 จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการใช้โปรแกรม พบว่าหลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระเจกเงาของกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากขึ้นหลังการใช้โปรแกรม โดยมีค่า t เท่ากับ 13.10 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระเจกเงา มีผลทำให้ผู้ใช้โปรแกรมมีความถูกต้องในการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากขึ้น เมื่อเทียบกับก่อนการใช้โปรแกรม (Hoffman & Lavigne, 2013) ซึ่งเป็นผลที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Dapretto (2006) ที่แสดงให้เห็นว่า เซลล์กระเจกเงามีบทบาทสำคัญในกระบวนการคิดและการจำที่เกี่ยวข้องกับการใช้ภาษา นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้โปรแกรม

ฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาส่งผลให้ระยะเวลาปฏิกิริยาตอบสนองขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาลดลง โดยมีค่า t เท่ากับ -11.15 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคิดและจำคำศัพท์ ทำให้กลุ่มทดลองสามารถทำกิจกรรมได้ในระยะเวลาที่สั้นลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาโดย Fadiga (1995) ที่กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างการมองเห็นและการกระทำผ่านเซลล์กระจกเงาในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านภาษาและการจำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dapretto (2006) ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons) ในการเข้าใจอารมณ์ของผู้อื่น โดยมุ่งเน้นการศึกษาผู้ที่มีอาการออทิสติก (Autism Spectrum Disorders) ผลการศึกษาพบว่า เด็กที่มีอาการออทิสติกมีความผิดปกติในการทำงานของเซลล์กระจกเงา ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการเข้าใจและประมวลผลอารมณ์ของผู้อื่น การศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นถึงบทบาทของเซลล์กระจกเงาในกระบวนการทำความเข้าใจอารมณ์และพฤติกรรมทางสังคมของเด็กในกลุ่มออทิสติก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Commodari (2024) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้การสร้างภาพในใจ ในบริบทการศึกษาและผลกระทบที่มีต่อความสัมพันธ์กับกระบวนการประมวลผลทางสายตา-เชิงพื้นที่ (Visuospatial Processing) และผลการเรียนในนักเรียนระดับมัธยม โดยการประเมินผลจะทำการทดสอบทางการศึกษาและการวัดประสิทธิภาพในการทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเชิงพื้นที่และผลการเรียนในวิชาต่าง ๆ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสร้างภาพในใจสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้นในวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงพื้นที่ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yousef Alsheef (2024) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจในการพัฒนาความจำขณะคิดของเด็กที่มีอาการออทิสติก (Autism Spectrum Disorder: ASD) ในห้องเรียนรวม (Inclusion Classroom) โดยเฉพาะการประเมินว่าการใช้เทคนิคการสร้างภาพในใจสามารถช่วยปรับปรุงความสามารถในการจำและการประมวลผลข้อมูลของเด็กที่มี ASD ผลการศึกษาพบว่า โปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจมีผลกระทบที่ดีต่อการพัฒนาความจำการทำงานในเด็กที่มีอาการออทิสติก โดยเด็กที่ได้รับการฝึกการสร้างภาพในใจสามารถปรับปรุงการจำและการประมวลผลข้อมูลได้ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกและเด็กที่ได้รับโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจแสดงผลการทดสอบความจำที่ดีขึ้นในกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดระเบียบข้อมูลและการตัดสินใจที่จำเป็นในการทำงานในห้องเรียน และโปรแกรมนี้นี้ช่วยเพิ่มสมาธิและการจัดระเบียบทางความคิดของเด็ก ทำให้สามารถทำงานในห้องเรียนได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.2 จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้หลังการใช้โปรแกรม พบว่า หลังการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาของกลุ่มทดลองมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อ

ความสามารถในการทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาทั้ง 3 กิจกรรม (การวิเคราะห์สมมาตร การคำนวณแบบอัตโนมัติ และการอ่านแบบอัตโนมัติ) ในกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจนั้นมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 510.86$, $ES = .97$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมดังกล่าวสามารถพัฒนาความจำขณะคิดด้านภาษาได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้โปรแกรม ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของคะแนนความถูกต้องในกลุ่มทดลองสามารถอธิบายได้จากการที่โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจช่วยกระตุ้นการใช้งานและการฝึกฝนเซลล์กระจกเงาในสมอง ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้และการจำการกระทำต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจกรรมที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลและทำความเข้าใจทางภาษา (Lacoboni, 2009; Rizzolatti & Craighero, 2004) โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจที่ใช้ทฤษฎีเซลล์กระจกเงาช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างภาพภายในใจของตนเอง ซึ่งส่งผลให้การประมวลผลภาษามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การที่กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาปฏิบัติตอบสนองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมในกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาทั้ง 3 กิจกรรม (การวิเคราะห์สมมาตร การคำนวณแบบอัตโนมัติ และการอ่านแบบอัตโนมัติ) แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมช่วยให้ผู้ทดลองทำกิจกรรมได้เร็วขึ้น ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 178.78$, $ES = .99$) ซึ่งอาจเป็นผลจากการสร้างภาพในใจช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดระเบียบข้อมูลและจำได้ดีขึ้น โดยไม่ต้องใช้เวลาในการประมวลผลที่มากเกินไป (Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 2018) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสามารถช่วยพัฒนาความจำขณะคิดด้านภาษาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ชี้ให้เห็นว่า การใช้ทฤษฎีเซลล์กระจกเงาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ภาษาผ่านการฝึกฝนและการประมวลผลข้อมูลที่รวดเร็วและแม่นยำ (Rizzolatti et al., 2002; Tettamanti et al., 2005) โดยผลการศึกษาของ Buccino (2005) ที่พบว่า เซลล์กระจกเงามีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมที่ต้องใช้ทักษะทาง การศึกษากลไกการทำงานของระบบเซลล์กระจกเงา (Mirror Neuron System) ในสมองมนุษย์และสัตว์ พบว่าเซลล์กระจกเงามีบทบาทในการเข้าใจการกระทำและการเลียนแบบการกระทำของผู้อื่น โดยเซลล์เหล่านี้จะถูกกระตุ้นเมื่อเราเห็นผู้อื่นทำกิจกรรม เช่น การหยิบจับสิ่งของ หรือการเคลื่อนไหวต่าง ๆ และพบว่าเซลล์กระจกเงามีส่วนสำคัญในการเรียนรู้ผ่านการเลียนแบบและการเข้าใจการกระทำของผู้อื่น ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาทักษะทางภาษา เนื่องจากการเข้าใจและเรียนรู้คำศัพท์หรือวลีมักจะเกี่ยวข้องกับการเลียนแบบการเคลื่อนไหว (เช่น การพูดหรือท่าทาง) โดยเซลล์กระจกเงาจะช่วยให้บุคคลเข้าใจบริบทการกระทำของคำหรือวลีได้ดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tettamanti (2005) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างการฟังคำและการกระทำ โดยทำการศึกษา

ผลกระทบของการฟังคำที่เกี่ยวข้องกับการกระทำ (Action-related words) เช่น คำที่เกี่ยวข้องกับการจับหรือการเคลื่อนไหว ซึ่งพบว่าเมื่อคนฟังคำเหล่านี้ ระบบการกระทำในสมอง (Motor system) จะถูกกระตุ้นเช่นเดียวกับการเคลื่อนไหวจริง ๆ ในการใช้เซลล์กระจกเงาในการเรียนรู้ภาษา การศึกษานี้สนับสนุนแนวคิดที่ว่าเซลล์กระจกเงามีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงคำกับการกระทำ โดยการใช้คำที่เกี่ยวข้องกับการกระทำจะช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบเซลล์กระจกเงาในสมอง ซึ่งอาจส่งผลให้การเรียนรู้ภาษามีความสัมพันธ์กับการกระทำที่สามารถเข้าใจและเลียนแบบได้ง่ายขึ้น ทำให้การเรียนรู้ภาษามีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.3 จากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา มีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 FC5 FC6 F8 AF4 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า F4 และนอกจากนี้ ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาเพิ่มขึ้นหลังการใช้โปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 FC5 P8 FC6 F4 F8 AF4 โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F3 F4 F8 AF4 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า P8 และบริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า FC5 FC6 ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สามารถช่วยปรับปรุงการทำงานของสมองในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะคิดด้านภาษา โดยความกว้างของคลื่น P300 ลดลงหลังจากการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจบ่งชี้ว่าสมองมีการประมวลผลข้อมูลได้เร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาช่วยให้สมองได้รับการกระตุ้นและฝึกฝนในกระบวนการรับรู้และการคิดที่เกี่ยวข้องกับความจำ โดยการฝึกสมองในลักษณะนี้สามารถช่วยให้ลดเวลาในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าและการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการคิดด้านภาษา ในขณะที่ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 เพิ่มขึ้นหลังจากการใช้โปรแกรมนั้นอาจบ่งชี้ถึง การกระตุ้นสมองที่มีประสิทธิภาพในการจัดการกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะคิดด้านภาษา โดยการเพิ่มขึ้นของความสูงของคลื่น P300 สะท้อนถึงปรับปรุงการรับรู้และกระบวนการประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อนซึ่งส่งผลให้สมองทำงานได้ดีขึ้นในด้านต่าง ๆ ของการรับรู้และการจำ

จากผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ou and Wu (2012) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 และประสิทธิภาพการนำทางในการขับรถเพื่อสำรวจว่า ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างบุคคลในแง่ของการปฏิบัติงานในการนำทางขณะขับรถได้หรือไม่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความสูงของ

คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ที่วัดจากกิจกรรมทางสมองกับประสิทธิภาพในการนำทางในงานขับรถ โดยมุ่งเน้นไปที่การใช้คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 เป็นเครื่องมือในการทำนายความสามารถของบุคคลในการนำทางในสถานการณ์การขับขี่ ผลการศึกษาพบว่า ความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 มีความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญกับ ประสิทธิภาพการนำทาง ในการขับรถ กล่าวคือ ผู้ที่มีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 สูงมักจะมีประสิทธิภาพในการนำทาง ที่ดีกว่า(สามารถตัดสินใจได้เร็วและแม่นยำมากขึ้น) ในขณะที่ผู้ที่มีความสูงคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ต่ำมักจะทำผิดพลาดในการนำทางหรือใช้เวลานานในการตัดสินใจ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schendan & Ganis (2012) ได้ศึกษาการนำทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภาพในใจ การจำลองทางจิตและการรับรู้ที่สัมพันธ์กับร่างกาย ผลการศึกษาพบว่า การสร้างภาพในใจและการจำลองทางจิตเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลายส่วนของสมอง โดยเฉพาะในสมองส่วนหน้า และสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว การแสดงออกของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300แสดงถึงกระบวนการทางคognitionที่ลึกซึ้ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างภาพและการกระตุ้นทางร่างกายในขณะที่ทำกิจกรรมทางจิตต่าง ๆ ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของในงานวิจัยของ Polich (2007) ได้ศึกษาความเกี่ยวข้องกับการทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ซึ่งมีสองส่วนหลัก ได้แก่ P3a และ P3b และการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทั้งสองชนิดนี้ในสมอง 1) P3a เกิดขึ้นเมื่อมีสิ่งเร้าที่ไม่คาดคิดหรือไม่คาดการณ่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสัญญาณที่สมองต้องตอบสนองอย่างรวดเร็ว ตำแหน่งที่พบ P3a มักเกิดขึ้นในบริเวณสมองส่วนหน้า และมักเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นทางจิตใจ 2) P3b เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่สมองต้องประมวลผลข้อมูลที่สำคัญหรือจำเป็นต่อการตัดสินใจ ตำแหน่งที่พบ P3b มักพบในบริเวณสมองส่วนกลางและขมับ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลที่ต้องการตอบสนองที่ซับซ้อน 3) การประมวลผลข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 คือ P3a และ P3b ทั้งสองชนิดทำงานร่วมกันในการประมวลผลข้อมูลที่สำคัญและไม่สำคัญในสมอง โดย P3a จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ไม่คาดคิด ในขณะที่ P3b จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ต้องใช้การประมวลผลข้อมูลที่มีความซับซ้อน สรุปงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการประมวลผลข้อมูลที่สมองทำผ่านคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ซึ่งแบ่งออกเป็น P3a (การตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ไม่คาดคิด) และ P3b (การตอบสนองต่อข้อมูลที่มีความสำคัญหรือซับซ้อน) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen, Kuo และ Wang (2019) การศึกษาผลกระทบของการฝึกหน่วยความจำในการมองเห็น (Visual working memory training) และผลการฝึกฝน (Practice effects) โดยศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของการเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ต่างๆ ในสมองที่เกิดจากการฝึกฝนหน่วยความจำและการทำซ้ำ (Practice effects) คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งในการประเมินกระบวนการประมวลผลข้อมูลทางสมอง ผลการศึกษาพบว่า ผู้ที่ได้รับการฝึกหน่วยความจำมีการเปลี่ยนแปลงในการเชื่อมต่อทางประสาทที่เกี่ยวข้องกับคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ซึ่งบ่งชี้ถึงการปรับปรุงในกระบวนการ

ทำงานของหน่วยความจำและการประมวลผลข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการทดสอบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถสังเกตได้ผ่านการเปลี่ยนแปลงของคลื่น

3.4 จากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษาน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 และมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า T8 AF4 ซึ่งการวิเคราะห์นี้ทำโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายตัวแปร (MANOVA) โดยจำแนกผลตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้า ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 AF4 และบริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า T8 และจากการศึกษายังพบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมนี้มีความสูงของคลื่น P300 ขณะทำกิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F8 AF4 และที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า P7 T8 โดยจำแนกตามตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า AF3 F7 F8 AF4 บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า P7 T8 ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ซึ่งช่วยกระตุ้นการทำงานของสมองและเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะคิดด้านภาษา โดยความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ที่ลดลงในกลุ่มทดลองสามารถบ่งชี้ถึงการที่สมองของกลุ่มทดลองประมวลผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในขณะที่กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความจำขณะคิดด้านภาษา การตอบสนองที่เร็วขึ้นและใช้เวลาน้อยลงในการประมวลผลข้อมูลเป็นผลมาจากการฝึกฝนและการปรับปรุงความสามารถในการสร้างภาพในใจ ส่วนความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ที่เพิ่มสูงขึ้นในกลุ่มทดลองอาจบ่งชี้ถึงการกระตุ้นสมองในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้และการประมวลผลทางภาษาช่วยให้สมองมีการทำงานที่ดีกว่าในระดับการรับรู้และการทำงานทางภาษา

จากผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Picton (2000) กล่าวถึงการศึกษาเกี่ยวกับคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 และกระบวนการเสื่อมถอยทางสติปัญญาที่เกิดขึ้นตามอายุ การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่บทบาทของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ในการแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของฟังก์ชันการรับรู้และการประมวลผลข้อมูลในผู้สูงอายุ การวิจัยพบว่าในผู้สูงอายุ มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในลักษณะของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 เมื่อเทียบกับผู้ที่ยังมีอายุน้อยกว่า โดยมีการลดลงของขนาด (Amplitude) และมีความล่าช้าในระยะเวลา (Latency) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ซึ่งเป็นสัญญาณที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมถอยของกระบวนการรับรู้และการประมวลผลข้อมูลในสมอง แสดงให้เห็นว่า คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ในการประเมินกระบวนการทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับอายุ และแนะนำให้มีการใช้คลื่นนี้ในการตรวจสอบการทำงานของสมองในงานวิจัยและการประเมินภาวะสมองเสื่อมในอนาคต และ

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Picton และ Taylor (2007) ได้ศึกษาการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงทางประสาทไฟฟ้าของสมองมนุษย์ในช่วงวัยต่างๆ โดยใช้คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินการทำงานของสมองในเด็กและวัยรุ่น เพื่อประเมินกระบวนการทางสติปัญญาและการรับรู้ในช่วงพัฒนาการของสมอง โดยคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 เป็นคลื่นสมองที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่สำคัญและเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษากระบวนการตัดสินใจและการเลือกข้อมูลที่สำคัญ การศึกษาแสดงให้เห็นว่าในช่วงวัยเด็กและวัยรุ่น คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 จะมีลักษณะที่แตกต่างจากผู้ใหญ่ในแง่ของ Amplitude และ Latency ในช่วงพัฒนาการของสมอง คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 จะมีการเปลี่ยนแปลงในแง่ของความเร็วในการตอบสนองและความแรงของคลื่นตามอายุ โดยในเด็กและวัยรุ่น คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 จะมีระยะเวลาการตอบสนองที่ช้ากว่าและขนาดของคลื่นที่เล็กกว่าเมื่อเทียบกับผู้ใหญ่ ซึ่งบ่งชี้ถึงกระบวนการพัฒนาของระบบประสาทในสมองที่ยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ การศึกษายังพบว่าเมื่อสมองเติบโตและพัฒนามากขึ้นในวัยผู้ใหญ่ การตอบสนองของคลื่น P300 ก็จะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นและการตอบสนองที่เร็วขึ้น โดยสรุปงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการศึกษากระบวนการพัฒนาของสมองมนุษย์ โดยเฉพาะในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของการตอบสนองสมองในช่วงวัยเด็กและวัยรุ่น ซึ่งการศึกษานี้ช่วยให้เราเข้าใจถึงการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงทางประสาทวิทยาของสมองที่เกิดขึ้นตามอายุ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wood (2022) ได้ศึกษาการใช้คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ในการวัดการประมวลผลข้อมูลทางสมองที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการอ่านในช่วงชีวิตต่าง ๆ โดยพบว่า การตอบสนองของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ในเด็กจะเร็วและสะท้อนถึงการพัฒนาทางสมองที่รวดเร็ว ในขณะที่ผู้ใหญ่แสดงการตอบสนองที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งบ่งชี้ถึงการฝึกฝนและพัฒนาของสมองตามอายุ นอกจากนี้ การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ยังแสดงถึงการประมวลผลที่เร็วขึ้นในเด็กและการตัดสินใจที่ละเอียดในผู้ใหญ่ ซึ่งสะท้อนถึงการพัฒนาในการจัดการกับข้อมูลที่ซับซ้อนและการใช้ความคิดในด้านคณิตศาสตร์และการอ่านได้ดียิ่งขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang (2021) ได้ศึกษาผลกระทบของความจุในการทำงานของความจำขณะคิด (Working memory capacity) ต่อกระบวนการเข้าใจการตอบกลับทางอ้อม (Indirect replies) โดยการใช้การวัด Event-related potentials (ERPs) เพื่อศึกษาเวลาและการตอบสนองของสมองในกระบวนการนี้ ในบริบทของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ผลการศึกษาพบว่า ผู้ที่มีความจุความจำสูงสามารถประมวลผลการตอบกลับทางอ้อมได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในขณะที่ผู้ที่มีความจุความจำต่ำจะมีการตอบสนองของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ที่ช้ากว่า ซึ่งบ่งชี้ถึงการประมวลผลที่ช้าลงและความยากในการเข้าใจการตอบกลับทางอ้อม การตอบสนองของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ที่เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นแสดงถึงการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพ ส่วนการตอบสนองที่ช้ากว่าบ่งชี้ถึงความยากลำบากในการทำ

เข้าใจ ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทสำคัญของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ในการประมวลผลข้อมูลเกี่ยวกับการทำความเข้าใจการตอบกลับทางอารมณ์

จากผลการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาความจำขณะคิดด้านภาษาเป็นกระบวนการที่สมองต้องประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ โดยเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำศัพท์และภาษา ซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้และการสื่อสารในชีวิตประจำวัน ทฤษฎีเซลล์กระจกเงา (Mirror Neuron Theory) ซึ่งอธิบายถึงการทำงานของเซลล์ในสมองที่ช่วยให้เราสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจสิ่งที่ผู้อื่นทำหรือสื่อสารได้ มีการนำมาประยุกต์ใช้ในโปรแกรมที่ช่วยพัฒนาความจำขณะคิดด้านภาษา (Rizzolatti & Craighero, 2004) และการใช้โปรแกรมที่กระตุ้นการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงามีความสอดคล้องกับการทำงานของสมองในหลายมิติ โดยเริ่มจากการกระตุ้นการทำงานของเซลล์กระจกเงา (Mirror Neurons) ที่ช่วยในการเรียนรู้ผ่านการสังเกตพฤติกรรมหรือกิจกรรมของผู้อื่น เซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่ในการประมวลผลและเข้าใจสิ่งที่ผู้อื่นทำหรือสื่อสาร เช่นเดียวกับการที่สมองเราเรียนรู้จากการเห็นและทำตาม นอกจากนี้ เซลล์กระจกเงายังมีบทบาทในการพัฒนาทักษะทางภาษาและการทำความเข้าใจในสิ่งที่ได้ยินหรือเห็นจากสภาพแวดล้อม (Iacoboni, 2009) ผลการวิจัยพบว่าเมื่อผู้เข้าร่วมใช้โปรแกรมเพื่อฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา การทำกิจกรรมต่างๆ สามารถกระตุ้นการทำงานของสมองในหลายพื้นที่ เช่น บริเวณสมองส่วนหน้า (Frontal lobe) และบริเวณสมองส่วนขมับ (Temporal lobe) ซึ่งมีความสำคัญในการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการสื่อสาร (Decety & Chaminade, 2003) โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ช่วยให้สมองสามารถเชื่อมโยงข้อมูลและตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

ทั้งนี้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้เพื่อช่วยกระตุ้นการตอบสนองของสมองผ่านการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ซึ่งเป็นคลื่นที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลการตัดสินใจและการรับข้อมูลใหม่ ๆ ผลการวิจัยพบว่าเมื่อผู้เข้าร่วมใช้โปรแกรมในการฝึกสมอง ระยะเวลาการตอบสนองของสมองจะลดลง และคะแนนความถูกต้องในการทดสอบจะสูงขึ้น (Vaughan & Ritter, 2000) การเปลี่ยนแปลงในคลื่น P300 แสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงในระบบการรับรู้และการประมวลผลข้อมูลของสมอง ส่งผลให้การจดจำและการประมวลผลข้อมูลทำได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่าโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ยังสามารถนำไปใช้กระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมสามารถจำข้อมูลและทักษะภาษาได้เร็วขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อสมองได้รับการกระตุ้นอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลทำให้สมองปรับปรุงความสามารถในการประมวลผลและการตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นการฝึกฝนด้วยโปรแกรมนี้นี้จะทำให้สมองสามารถประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็วและแม่นยำ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดและจดจำในด้านภาษา แสดงให้เห็นว่า การใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาจึงเป็นเครื่องมือที่มี

ประสิทธิภาพในการพัฒนาความจำระยะคิดด้านภาษา โดยช่วยเสริมการทำงานของสมองในการเรียนรู้ และจดจำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาษา การกระตุ้นเซลล์กระจกเงาในสมองทำให้การเรียนรู้และการทำความเข้าใจข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็วและแม่นยำ ซึ่งมีประโยชน์ในการพัฒนาทักษะทางภาษาและการเรียนรู้ในชีวิตประจำวัน การฝึกฝนสมองผ่านโปรแกรมนี้จึงเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการทำงานของสมองและมีศักยภาพในการพัฒนาความจำระยะคิดด้านภาษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาในด้านนี้จึงสามารถนำไปสู่การพัฒนาวิธีการฝึกฝนสมองที่ดียิ่งขึ้นในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในเชิงทฤษฎี

การศึกษาครั้งนี้สามารถเสนอต่อยอดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีเซลล์กระจกเงาและการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจเพื่อพัฒนาความจำระยะคิดด้านภาษาในนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยควรพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างภาพในใจและกระบวนการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับภาษามากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือหรือโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะในเชิงการปฏิบัติ

จากผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา ที่มีกระบวนการการเรียนรู้จากการเลียนแบบจากตัวแบบที่ถูกต้องจนทำให้เกิดความจำระยะสั้น ดังนั้นจึงควรนำไปใช้ในการพัฒนาความจำของนักเรียนในระดับประถมศึกษา เพื่อเสริมสร้างทักษะด้านความจำและการคิดที่สำคัญในการเรียนรู้ทางภาษาของนักเรียน

3. ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ

การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจในครั้ง การใช้กิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับเด็กประถมศึกษาโดยเฉพาะ ดังนั้นหากการต้องการที่จะใช้กับนักเรียนระดับอื่น ๆ ควรมีการปรับหรือเพิ่มเติมกิจกรรมที่เหมาะสมกับช่วงวัยของนักเรียน และเพิ่มระดับความยากง่ายของโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมนั้นสามารถปรับตัวตามระดับการพัฒนาและความสามารถของนักเรียนในได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่โรงเรียนแห่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะจำกัดความหลากหลายของกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น ควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้มีความหลากหลายทั้งในด้านระดับชั้นเรียนและสถานศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและสามารถสะท้อนถึงลักษณะทั่วไปในบริบทที่แตกต่างกัน และสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ได้ในวงกว้างมากขึ้น ในระดับการศึกษาและภูมิภาคต่าง ๆ

2. ควรมีการศึกษาผลกระทบของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจในระยะยาว เพื่อดูว่าโปรแกรมดังกล่าวสามารถส่งผลต่อการพัฒนาความจำและทักษะด้านภาษาของนักเรียนในระยะยาวหรือไม่ รวมถึงผลกระทบต่อทักษะด้านอื่นๆ เช่น การอ่าน การเขียน และการเข้าใจภาษา

3. ควรมีการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มหรือขยายการใช้โปรแกรมในกลุ่มนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ในการช่วยเสริมทักษะการจำและความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้หรือกลุ่มที่มีปัญหาด้านการพัฒนาภาษา เช่น นักเรียนที่มีปัญหาการอ่านหรือการเขียน ซึ่งอาจนำไปสู่การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในลักษณะที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคลสามารถตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของเด็กแต่ละคนได้มากขึ้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- ดวงฤทัย เสมอคุ้มหอม, สุदारัตน์ วันงามพิเศษ, และ ฆมกร เขียรภูริเดช. (2563). การส่งเสริมการคิดเชิงบริหารของเด็กปฐมวัย. *Journal of MCU Nakhondhat*, 7(10), 15-31.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญندا เกษรอุบล, และ เปรมพร เขมาวุฒม์. (2024). การพยากรณ์ความต้องการแรงงานในอาชีพงาน พื้นฐานโดยใช้เทคนิคห่วงโซ่มาร์คอฟ. *วารสารพัฒนารัฐกิจและอุตสาหกรรม*, 4(3), 50-71.
- พีร วงศ์อุปราช, และ รังสิ รัศม์วงศ์ อุปราช. (2015). 39 ปี ของแบบจำลอง ความจำขณะปฏิบัติการ: งานวิจัยและการ ประยุกต์. *วารสารวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, 10(2), 1-16.
- มุทิตา, วรากร, และ จุฑามาศ, (2018). ผลของโปรแกรมการพัฒนารอบความคิดเติบโตในนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย. *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*, 24(2), 182-194.
- สุรเชษฐ์ พินิจกิจ, สุพิมพ์ ศรีพันธุ์วรสกุล, และกนก พานทอง. (2016). การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเมิน สมรรถนะความจำขณะคิดด้านภาษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *Research Methodology and Cognitive Science*, 13(2), 71-89.
- สำนักงานศึกษากรุงเทพมหานคร. (2563). แผนปฏิบัติราชการประจำปี พ.ศ. 2564. กลุ่มงานแผนงานและสารสนเทศ ส่วนนโยบายและแผนการศึกษา สำนักงานยุทธศาสตร์การศึกษา
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). รายงานการศึกษาไทย พ.ศ. 2561 (Education in Thailand 2018) สิ่งพิมพ์ สกศ. อันดับที่ 4/2562.
- Abhang, P. A., Gawali, B. W., & Mehrotra, S. C. (2016). Introduction to EEG-and speech-based emotion recognition. Academic Press.
- Allen, R. J., Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2017). Executive and perceptual distraction in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 43(9), 1677.
- Alloway, & Alloway, R. (2014). *The working memory advantage: Train your brain to function stronger, smarter, faster*: Simon and Schuster.

- Alloway, & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(1), 20-29.
- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working: Memory Assessment: Manual*: Pearson.
- Ambarsari, P. U., & Yetti, K. (2021). Correlation between hydration status and memory in nursing students. *Enfermería Clínica*, 31, S307-S310.
- Ashcraft, M., & Radvansky, G. (2010). Cognition (p. 2). *Dorling Kindersley: Pearson Education Inc.*
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89-195): Elsevier.
- Baddeley. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of communication disorders*, 36(3), 189-208.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews neuroscience*, 4(10), 829-839.
- Baddeley. (2006). Working memory: An overview. *Working memory and education*, 1-31.
- Baddeley, Allen, R. J., & Hitch, G. (2010). Investigating the episodic buffer. *Psychologica Belgica*, 50(3), 223-243.
- Baddeley, Gathercole, & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological review*, 105(1), 158.
- Baddeley, & Hitch, G. (1974). Working memory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89): Elsevier.
- Baddeley, A., Eysenck, M., & Anderson, M. (2009). Memory. Hove, England & New York. In: Taylor & Francis Group.
- Bailey, H. (2012). Computer-paced versus experimenter-paced working memory span tasks: Are they equally reliable and valid? *Learning and Individual Differences*, 22(6), 875-881.

- Baddeley, A. D. (2020). Working memory and executive control. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 46, 52-64.
- Banai, K., & Ahissar, M. (2009). Perceptual learning as a tool for boosting working memory among individuals with reading and learning disability. *Learning & Perception*, 1(1), 115-134.
- Bandura, A. (1961). Transmission of aggression through imitation of aggressive models. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 63(3), 575-582.
- Bandura, A., Ross, D., & Ross, S. A. (1963). Imitation of film-mediated aggressive models. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 66(1), 3-11.
- Bandura, A., & Menlove, F. L. (1968). Vicarious extinction of phobic responses to model's fear reactions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 8(1), 3-12.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory* general learning press. New York.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*.
- Bandura, A. (1978). The self-system in reciprocal determinism. *American Psychologist*, 33(4), 344-358.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: a theory of human image understanding. *Psychological review*, 94(2), 115.
- Bos, D. O. (2006). EEG-based emotion recognition. The influence of visual and auditory stimuli, 56(3), 1-17.
- Bowyer, P., & Cahill, S. (2009). *Pediatric Occupational Therapy Handbook. A Guide to Diagnoses and Evidence-Based Practice*. St. Louis, MO: Mosby Elsevier.
- Broadbent, D. (1965). Information processing in the nervous system. *Science*, 150(3695), 457-462.
- Burgess, N., & Hitch, G. J. (1999). Memory for serial order: A network model of the phonological loop and its timing. *Psychological review*, 106(3), 551.
- Bystritsky, A., Kaplan, J. T., Feusner, J. D., Kerwin, L. E., Wadekar, M., Burock, M., ... & Lacoboni, M. (2008). A preliminary study of fMRI-guided rTMS in the treatment

- of generalized anxiety disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 69(7), 1092-1098.
- Cattaneo, L., & Rizzolatti, G. (2009). The mirror neuron system. *Archives of neurology*, 66(5), 557-560.
- Cayir, A. (2017). Analyzing the Reading Skills and Visual Perception Levels of First Grade Students. *Universal Journal of Educational Research*, 5(7), 1113-1116.
- Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wichman, A. L., & Wixted, J. T. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis.**
Psychological Bulletin, 132(3), 354-380.
- Chai, W. J., Abd Hamid, A. I., & Abdullah, J. M. (2018). Working memory from the psychological and neurosciences perspectives: a review. *Frontiers in psychology*, 9, 401.
- Chang, A., & Barnett, J. (2015). Phonological problems in English learners. *Language Learning Journal*, 43(2), 187-199.
- Charles, G., MORRIS, M., & ALBERT, A. (2013). *Understanding Psychology Plus Myspsychlab Without Etext*: PEARSON EDUCATION Limited.
- Chen, C.-C., Kuo, J.-C., & Wang, W.-J. (2019). Distinguishing the visual working memory training and practice effects by the effective connectivity during n-back tasks: a DCM of ERP study. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 13, 84.
- Commodari, E., Sole, J., Guarnera, M., & La Rosa, V. L. (2024). Mental imagery in education: What impact on the relationships with visuospatial processing and school performance in junior high school students?. *Thinking Skills and Creativity*, 54, 101667.
- Commodari, E. (2024). The role of mental imagery in visuospatial processing and its effects on learning outcomes in students. *Learning and Instruction*, 68, 23-34.
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity limits in a theoretical context*. Paper presented at the Human learning and memory: Advances in theory and application. The 4th Tsukuba international conference on memory.
- Cowan, N., Morey, C. C., & Naveh-Benjamin, M. (2011). An embedded-processes approach to working memory: How is information maintained in the focus of attention? *Perspectives on Psychological Science*, 6(5), 444-463.

- Cowan, N. (2017). The many faces of working memory and short-term storage. *Psychonomic bulletin & review*, 24(4), 1158-1170.
- Craik, F. I., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 11(6), 671-684.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
- Daltrozzo, J., Wioland, N., Mutschler, V., & Kotchoubey, B. (2007). Predicting coma and other low responsive patients outcome using event-related brain potentials: a meta-analysis. *Clinical neurophysiology*, 118(3), 606-614.
- Dapretto, M., Davies, M. S., Pfeifer, J. H., et al. (2006). Understanding emotions in others: Mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nature Neuroscience*, 9(1), 28-30.
- Davoudi, S., Ahmadi, A., & Daliri, M. R. (2021). Frequency–amplitude coupling: a new approach for decoding of attended features in covert visual attention task. *Neural Computing and Applications*, 33, 3487-3502.
- Dehn. (2008). WM and academic learning: Assessment and intervention. Hoboken. In: NJ: John Wiley & Sons.
- Decety, J., & Chaminade, T. (2003). Neural mechanisms of imitation. **Current Opinion in Neurobiology*, 13*(2), 225–232.
- Dehn. (2011). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*: John Wiley & Sons.
- Donovan, J. J., & Radosevich, D. J. (1999). A meta-analytic review of the distribution of practice effect in motor skill learning.** **Journal of Experimental Psychology: Applied*, 5*(3), 184-201.
- Doshier, B., & Lu, Z.-L. (2017). Visual perceptual learning and models. *Annual Review of Vision Science*, 3, 343-363.
- Dolu, N. A. Z. A. N., Başar-Eroğlu, C., Özesmi, Ç., & Süer, C. (2005, March). An assessment of working memory using P300 wave in healthy subjects. In *International Congress Series* (Vol. 1278, pp. 7-10). Elsevier.

- Evans, C. (1989). Self-efficacy theory and practice: An overview. *Educational Psychologist*, 24(1), 19-24.
- Edmonds, W. A., & Kennedy, T. D. (2016). *An applied guide to research designs: Quantitative, qualitative, and mixed methods*: Sage Publications.
- Fanari, R., Meloni, C., & Massidda, D. (2019). Visual and spatial working memory abilities predict early math skills: a longitudinal study. *Frontiers in psychology*, 10, 2460.
- Faraco, C. C., Unsworth, N., Langley, J., Terry, D., Li, K., Zhang, D., . . . Miller, L. S. (2011). Complex span tasks and hippocampal recruitment during working memory. *NeuroImage*, 55(2), 773-787.
- Faubert, J., & Sidebottom, L. (2012). Perceptual-cognitive training of athletes. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6(1), 85-102.
- Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage publications limited.
- Feltz, D. L., & Landers, D. M. (2007). The effects of mental practice on motor skill learning and performance: A meta-analysis.
- Fogassi, L., Gallese, V., Buccino, G., Craighero, L., Fadiga, L., & Rizzolatti, G. (2001). Cortical mechanism for the visual guidance of hand grasping movements in the monkey: A reversible inactivation study. *Brain*, 124(3), 571-586.
- Fougnie, D. (2008). The relationship between attention and working memory. *New research on short-term memory*, 1, 45.
- Frank, C., Bekemeier, K., & Menze-Sonneck, A. (2021). Imagery training in school-based physical education improves the performance and the mental representation of a complex action in comprehensive school students. *Psychology of Sport and Exercise*, 56, 101972.
- Freeman, J. B., Ambady, N., & Holcomb, P. J. (2010). The face-sensitive N170 encodes social category information. *Neuroreport*, 21(1), 24.
- Friedman, M. C., & Kiewra, K. A. (2004). The role of cognitive load in learning: A review and future directions. *Educational Psychology Review*, 16*(1), 1-25.
- Frostig, M. (1964). *The Marianne Frostig developmental test of visual perception: 1963 standardization*: Consulting Psychologists Press.

- Gagne, E., Yekovich, C., & Yekovich, F. (1993). *The Cognitive. Psychology of School Learning (2nd Edition)*, HarperCollins, New, York.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119(2), 593-609.
- Gathercole, S. E., & Alloway, T. P. (2008). *Working memory and learning: A practical guide for teachers*. Sage.
- Galotti, K. (2008). *Cognitive Psychology: Perception, Attention, and Memory*. New Delhi, India: Cengage Learning India Private Limited.
- Garrison, K., & Magoon, R. (1972). *Educational psychology*. Ohio: Charles E. In: Morrill Publishing century-crofts.
- Gathercole, S., & Packiam Alloway, T. (2008). *Working memory and learning: A practical guide for teachers*.
- Gathercole, Dunning, D. L., Holmes, J., & Norris, D. (2019). Working memory training involves learning new skills. *Journal of Memory and Language*, 105, 19-42.
- Goldstand, S., Koslowe, K. C., & Parush, S. (2005). Vision, visual-information processing, and academic performance among seventh-grade schoolchildren: A more significant relationship than we thought? *American Journal of Occupational Therapy*, 59(4), 377-389.
- Goldstein, B. E. (2011). *Introduction to cognitive psychology. Cognitive Psychology: Connecting Mind, Research, and Everyday Experience*.
- Goldstein, E. B. (2019). *Cognitive psychology: Connecting mind, research and everyday experience (5th ed.)*. Cengage. ISBN: 9781337408271
- Guilford, J., & Fruchter, B. (1956). *Fundamental statistics in education and psychology*. New York: McGraw Mil, 1-50.
- Hall, N. D., & Fishburne, G. J. (2010). Mental imagery research in physical education. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*, 5(1).
- Hamachek, D. E. (1990). *Psychology in teaching, learning, and growth*: Allyn & Bacon.
- Harmer, J. (2015). *The practice of English language teaching (With DVD)*. pearson.
- Hinojosa, J., Kramer, P., & Luebben, A. (2010). Structure of the frame of reference. *Frames of reference for pediatric occupational therapy*, 3-22.

- Hornung, C., Brunner, M., Reuter, R. A., & Martin, R. (2011). Children's working memory: Its structure and relationship to fluid intelligence. *Intelligence*, 39(4), 210-221.
- Howell, D. C. (2012). Treatment of missing data: Part 1. Dave Howell's Statistical Home Page.
- Ichinose, M., Park, W. J., Radin, D., & Park, S. (2018). 18.2 USING COMPUTATIONAL ESTIMATES OF INTERNAL “NOISE” TO CHARACTERIZE VISUAL PERCEPTUAL AND WORKING MEMORY DEFICITS IN SCHIZOPHRENIA. *Schizophrenia Bulletin*, 44(Suppl 1), S29.
- Jarrold, C., Baddeley, A., & Hewes, A. (1999). Genetically dissociated components of working memory: Evidence from Downs and Williams syndrome. *Neuropsychologia*, 37(6), 637-651.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(19), 6829-6833.
- Jenkins, J. S., Brown, J., & Rutterford, M. (2009). *Practical EEG: A Short Guide to Routine Clinical Electroencephalography*. Springer.
- Jones, R., & Lee, M. (2021). Improving cognitive performance in elementary school students: A review of computerized working memory training programs. *Journal of Educational Psychology*, 113(3), 450-468.
- Keysers, C., & Gazzola, V. (2009). Expanding the mirror: vicarious activity for actions, emotions, and sensations. *Current opinion in neurobiology*, 19(6), 666-671.
- Khan. (2018). Artificial neural network (ANNs). In *Evolution of Artificial Neural Development* (pp. 39-55): Springer.
- Khan, Leem, S. K., & Cho, S. H. (2018). Human–computer interaction using radio sensor for people with severe disability. *Sensors and Actuators A: Physical*, 282, 39-54.
- Kholusi, Z., Ashayeri, H., & Ghodrati, S. (2018). The Effective of Rhythmic melodic stimuli and Play Education on Mirror Neurons and Working Memory of 4-7-Year-Old ADHD Childrens. *Neuropsychologia*, 4(14), 129-144.
- Klausmeier, H. J., & Allen, P. S. (2014). *Cognitive development of children and youth: A longitudinal study*: Academic Press.

- Kosslyn, S. M., Behrmann, M., & Jeannerod, M. (1995). The cognitive neuroscience of mental imagery. *Neuropsychologia*.
- Kravitz, D. J., Saleem, K. S., Baker, C. I., & Mishkin, M. (2011). A new neural framework for visuospatial processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(4), 217-230.
- Kroesbergen, E. H., Noordende, J., & Kolkman, M. E. (2014). Training working memory in kindergarten children: Effects on working memory and early numeracy. *Child Neuropsychology*, 20(1), 23-37.
- Iacoboni, M. (2009). **Mirroring People: The New Science of How We Connect with Others**. Farrar, Straus and Giroux.
- Lall, S. (1983). Determinants of R&D in an LDC: The Indian engineering industry. *Economics Letters*, 13(4), 379-383.
- Lalicic, L., & Dubravac, M. (2021). The importance of reading comprehension in language learning. **Journal of Language and Literature Studies**, 3(2), 33-40.
- Lazarus, R. S. (1993). Coping theory and research: Past, present, and future.
- Lee, S. C. (2021). Visual Perceptual Skills as Predictors of Handwriting Skills of Children Grades 1-3. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*, 1-9.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). *Biochar for environmental management: science, technology and implementation*: Routledge.
- Linden, D. E. (2007). What, when, where in the brain? Exploring mental chronometry with brain imaging and electrophysiology. *Reviews in the Neurosciences*, 18(2), 159-171.
- Lindsay, R. S., Larkin, P., Kittel, A., & Spittle, M. (2023). Mental imagery training programs for developing sport-specific motor skills: a systematic review and meta-analysis. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 28(4), 444-465.
- Liu, B., Meng, X., Wu, G., & Huang, Y. (2012). Feature precedence in processing multifeature visual information in the human brain: an event-related potential study. *Neuroscience*, 210, 145-151.
- Logie, R. H. (1996). The seven ages of working memory. *Working memory and human cognition*, 31-65.

- Luck, S. J., & Kappenman, E. S. (2011). *The Oxford handbook of event-related potential components*: Oxford university press.
- Luo, & Zhou, R. (2020). Can working memory task-related EEG biomarkers measure fluid intelligence and predict academic achievement in healthy children? *Frontiers in behavioral neuroscience*, 14, 2.
- LUO, Q., & PAN, Y. (2015). The functional impact of working memory contents on visual perception. *Advances in Psychological Science*, 23(9), 1523.
- Magalhaes, A. M. (2013). *Exploring effective strategies for developing executive functioning skills within an early childhood classroom*. Northeastern University.
- Maguire, M. J., & Schneider, J. M. (2019). Socioeconomic status related differences in resting state EEG activity correspond to differences in vocabulary and working memory in grade school. *Brain and cognition*, 137, 103619.
- Mara, D. (2017). *The function of mirror neurons in the learning process*. Paper presented at the MATEC Web of Conferences.
- Marre, Q., Huet, N., & Labeye, E. (2021). Embodied mental imagery improves memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 74(8), 1396-1405.
- Martinussen, R., & Major, A. (2011). Working memory weaknesses in students with ADHD: Implications for instruction. *Theory into Practice*, 50(1), 68-75.
- McGuinness, C., Fitzsimons, E., & Greene, M. (2019). The role of working memory in language learning: Implications for educational practice. *Educational Psychology Review*, 31(1), 45-67.
- Mchaney, J. R., Tessmer, R., Roark, C. L., & Chandrasekaran, B. (2021). Working memory relates to individual differences in speech category learning: Insights from computational modeling and pupillometry. *bioRxiv*.
- Mendez, M. F. (2019). Electroencephalography in the diagnosis of epilepsy and other neurological disorders. *Epilepsy and Behavior*, 98, 211-217.
- Mengad, A., Ertel, M., Chakkouch, M., Ouamr, A., & Elomari, F. (2024). The contribution of digitized electroencephalogram in the clinical and therapeutic monitoring of substance uses disorders. *International Journal of Electrical & Computer Engineering* (2088-8708), 14(5).

- Miller, G. (1956). Human memory and the storage of information. *IRE Transactions on Information Theory*, 2(3), 129-137.
- Morrison, C., & Taler, V. (2020). ERP measures of the effects of age and bilingualism on working memory performance. *Neuropsychologia*, 143, 107468.
- Myers, D. G. (2014). Exploring Psychology in Modules, (with access card).
- Nagel, S. (2019). Towards a home-use BCI: fast asynchronous control and robust non-control state detection (Doctoral dissertation, Universität Tübingen).
- Narimani, M., Taghizadeh, S., Sadeghi, G., & Basharpour, S. (2020). Effectiveness of Visual Perception Training in the Improvement of the Working Memory of Students with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Research in Psychopathology*, 1(2), 4-11.
- Nguyen, T., & Boers, F. (2015). Grapheme-phoneme correspondence and its impact on reading skills in English learners. *Reading and Writing Quarterly*, 31(2), 157-173.
- Niedermeyer, E., & da Silva, F. L. (2004). *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Niedermeyer, E., & da Silva, F. L. (2007). *EEG: An Introduction to Basic Principles and Clinical Applications*. Elsevier Health Sciences.
- Niedermeyer, E. (2011). *Niedermeyer's electroencephalography: basic principles, clinical applications, and related fields*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Nicolielo-Carrilho, A. P., Crenitte, P. A. P., Lopes-Herrera, S. A., & Hage, S. R. d. V. (2018). Relationship between phonological working memory, metacognitive skills and reading comprehension in children with learning disabilities. *Journal of Applied Oral Science*, 26.
- Niedermeyer, E., & da Silva, F. L. (2004). *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Oksama, L., & Hyönä, J. (2004). Is multiple object tracking carried out automatically by an early vision mechanism independent of higher-order cognition? An individual difference approach. *Visual cognition*, 11(5), 631-671.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.

- Paivio, A. (1990). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford university press.
- Parsons, T. D., & Courtney, C. G. (2014). An initial validation of the virtual reality paced auditory serial addition test in a college sample. *Journal of Neuroscience Methods*, 222, 15-23.
- Pavlov. (2018). EEG correlates of individual differences in working memory. *International Journal of Psychophysiology*, 131, S121.
- Pavlov, & Kotchoubey, B. (2017). EEG correlates of working memory performance in females. *BMC neuroscience*, 18(1), 1-14.
- Pearson, J., Clifford, C. W., & Tong, F. (2008). The functional impact of mental imagery on conscious perception. *Current biology*, 18(13), 982-986.
- Perrachione, T. K., Ghosh, S. S., Ostrovskaya, I., Gabrieli, J. D., & Kovelman, I. (2017). Phonological working memory for words and nonwords in cerebral cortex. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(7), 1959-1979.
- Piaget, J. (2021). *The origins of intelligence in children*. Routledge.
- Pickering, S. J., & Gathercole, S. E. (2001). *The Working Memory Test Battery for Children*.
- Pisella, L. (2017). Visual perception is dependent on visuospatial working memory and thus on the posterior parietal cortex. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 60(3), 141-147.
- Qiong, O. (2017). A brief introduction to perception. *Studies in Literature and Language*, 15(4), 18-28.
- Ramadan, R. A., Refat, S., Elshahed, M. A., & Ali, R. A. (2015). Basics of brain computer interface. In *Brain-Computer Interfaces* (pp. 31-50): Springer.
- Raven, J. (1981). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales* [Research suppl. no. 1]. In: San Antonio, TX: Harcourt Assessment.
- Reynolds, J. H., Pasternak, T., & Desimone, R. (2000). Attention increases sensitivity of V4 neurons. *Neuron*, 26(3), 703-714.
- Richardson, A. (2013). *Mental imagery*: Springer.
- Rizzolatti, G. (2005). The mirror neuron system and its function in humans. *Anatomy and embryology*, 210(5), 419-421.

- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annu. Rev. Neurosci.*, 27(1), 169-192.
- Rizzolatti, G., Fabbri-Destro, M., & Cattaneo, L. (2009). Mirror neurons and their clinical relevance. *Nature clinical practice neurology*, 5(1), 24-34.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive brain research*, 3(2), 131-141.
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2006). So quel che fai: il cervello che agisce ei neuroni specchio. R. Cortina ed..
- Rizzolatti, G., Fabbri-Destro, M., Nuara, A., Gatti, R., & Avanzini, P. (2021). The role of mirror mechanism in the recovery, maintenance, and acquisition of motor abilities. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 127, 404-423.
- Saiki, J. (2008). Multiple Object Permanence Tracking: Maintenance, Retrieval and Transformation of Dynamic Object Representations. *Brain, Vision and AI*, 243.
- Sanchez, C. A., Wiley, J., Miura, T. K., Colflesh, G. J., Ricks, T. R., Jensen, M. S., & Conway, A. R. (2010). Assessing working memory capacity in a non-native language. *Learning and individual differences*, 20(5), 488-493.
- Sasikumar, N., FATHIMA, M. P., & ROJA, M. P. (2013). Managerial Problems Faced by Teachers in Overcrowded Classrooms at Secondary Level. *Review of Research*, 2 (10), 1-6
- Savaki, H. E., & Raos, V. (2019). Action perception and motor imagery: Mental practice of action. *Progress in neurobiology*, 175, 107-125.
- Schacter, D. L. (2020). The seven sins of memory: Insights from psychology and cognitive neuroscience. In S. M. Kosslyn & O. K. Koenig (Eds.), *The Cognitive Neurosciences* (6th ed., pp. 1029-1040). MIT Press.ⁱ
- Schneck. (2010). Visual perception. *Occupational Therapy for Children. sixth ed. Mosby Inc*, 373-403.
- Shin, E., Lee, H., Yoo, S.-A., & Chong, S. C. (2015). Training improves the capacity of visual working memory when it is adaptive, individualized, and targeted. *PLoS One*, 10(4), e0121702.

- Shylesh, S. (2017). *A study of software development life cycle process models*. Paper presented at the National Conference on Reinventing Opportunities in Management, IT, and Social Sciences.
- Slattery, E. J., Ryan, P., Fortune, D. G., & McAvinue, L. P. (2021). Contributions of working memory and sustained attention to children's reading achievement: A commonality analysis approach. *Cognitive Development*, 58, 101028.
- Snow, C. E. (2010). *Academic Language and the Challenge of Reading for Understanding*. New York: The Guilford Press.
- Stevens, J. (2002). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (Vol. 4). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Suarez-Pellicioni, M., Fuchs, L., & Booth, J. R. (2019). Temporo-frontal activation during phonological processing predicts gains in arithmetic facts in young children. *Developmental cognitive neuroscience*, 40, 100735.
- Sur, S., & Sinha, V. K. (2009). Event-related potential: An overview. *Industrial psychiatry journal*, 18(1), 70.
- Sweatt, J. D. (2009). *Mechanisms of memory*: Academic Press.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6. Baski). MA: Pearson.
- Taghizadeh, S., Narimani, M., Sadeghi Hashjin, G., & Basharpour, S. (2018). The effectiveness of visual perception training on improving attention in students with ADHD. *Journal of School Psychology*, 7(1), 102-120.
- Tartaglia, E. M., Bamert, L., Mast, F. W., & Herzog, M. H. (2009). Human perceptual learning by mental imagery. *Current biology*, 19(24), 2081-2085.
- Tettamanti, M., Buccino, G., Saccuman, M. C., Gallese, V., Danna, M., Scifo, P., ... & Perani, D. (2005). Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. *Journal of cognitive neuroscience*, 17(2), 273-281.
- Torralba, A., Oliva, A., Castelhana, M. S., & Henderson, J. M. (2006). Contextual guidance of eye movements and attention in real-world scenes: the role of global features in object search. *Psychological review*, 113(4), 766.
- Treisman, A. (1986). Features and objects in visual processing. *Scientific American*, 255(5), 114B-125.

- Ullah, H., Uzair, M., Mahmood, A., Ullah, M., Khan, S. D., & Cheikh, F. A. (2019). Internal emotion classification using EEG signal with sparse discriminative ensemble. *IEEE Access*, 7, 40144-40153.
- Unsworth, N., Heitz, R. P., Schrock, J. C., & Engle, R. W. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavior research methods*, 37(3), 498-505.
- Ushioda, T., Watanabe, Y., Sanjo, Y., Yamane, G.-y., Abe, S., Tsuji, Y., & Ishiyama, A. (2012). Visual and auditory stimuli associated with swallowing activate mirror neurons: a magnetoencephalography study. *Dysphagia*, 27(4), 504-513.
- Vaughan, H. G., & Ritter, W. (2000). The P300 wave: A neurophysiological probe of cognitive processing. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 76*(5), 508-519.
- Volker, D. L. (2005). Measurement in nursing and health research. *Journal of Nursing Law*, 10(3), 181.
- Wagemans, J., Feldman, J., Gepshtein, S., Kimchi, R., Pomerantz, J. R., Van der Helm, P. A., & Van Leeuwen, C. (2012). A century of Gestalt psychology in visual perception: II. Conceptual and theoretical foundations. *Psychological bulletin*, 138(6), 1218.
- Wan, Y.-T., Chiang, C.-S., Chen, S. C.-J., & Wuang, Y.-P. (2017). The effectiveness of the computerized visual perceptual training program on individuals with Down syndrome: an fMRI study. *Research in developmental disabilities*, 66, 1-15.
- Warren, M. (1993). A hierarchical model for evaluation and treatment of visual perceptual dysfunction in adult acquired brain injury, part 1. *American Journal of Occupational Therapy*, 47(1), 42-54.
- White, A., & Hardy, L. (1998). An in-depth analysis of the uses of imagery by high-level slalom canoeists and artistic gymnasts. *The Sport Psychologist*, 12(4), 387-403.
- Williams, M., & Burden, R. L. (1997). *Psychology for language teachers*: Ernst Klett Sprachen.
- Willis, J. (2011). Three brain-based teaching strategies to build executive function in students. *Brain Based Learning [Internet]*.

Xu, M., Yang, J., Siok, W. T., & Tan, L. H. (2015). Atypical lateralization of phonological working memory in developmental dyslexia. *Journal of Neurolinguistics*, 33, 67-77.

Yousef Alsheef, M. (2024). The effectiveness of a program based on mental imagery on improvement working memory in children with ASD in inclusion classroom. *Applied Neuropsychology: Child*, 1-9.

Zhang, Y., Wang, C., Wu, F., Huang, K., Yang, L., & Ji, L. (2020). Prediction of working memory ability based on EEG by functional data analysis. *Journal of neuroscience methods*, 333, 108552.

Zhang, X. (2017). Phonological difficulties in English language learning: A study on Thai learners. *International Journal of English Language and Linguistics Research*, 5(1), 29-41.

Zhao, Y. (2014). The impact of pronunciation problems on students' language confidence. *Asia Pacific Education Review*, 15(4), 459-467.



The logo of Burapha University is a circular emblem. It features a central wheel-like design with eight spokes. The Thai text "มหาวิทยาลัยบูรพา" (Mahavithayalai Burapha) is written in a circular path around the top half of the wheel, and the English text "BURAPHA UNIVERSITY" is written around the bottom half. The entire logo is rendered in a light yellow/gold color.

ภาคผนวก ก
การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

- ก-1 รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ก-2 หนังสือขอความอนุเคราะห์การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย



ภาคผนวก ก-1

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ อาจารย์ประจำภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระพันธ์ พานิชย์ อาจารย์ประจำภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ งามนกนก อาจารย์ประจำภาควิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เด่นชัย ปราบจันดี อาจารย์ประจำภาควิชาบัณฑิตศึกษานานาชาติ การพัฒนาศักยภาพคนสู่สังคม 4.0 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา แก้วแก่น อาจารย์ประจำภาควิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา คณะวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา โทร. ๒๕๐๐ ต่อ ๕๐๑, ๕๐๕, ๕๐๗
ที่ อว ๘๑๓๗/๑๘๓๐ วันที่ ๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๖
เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ละลอกน้ำ (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วย นางสาวณิชา ใจเร็ว รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๘๑๐๐๔๘ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติเค้าโครง ดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้าน ภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาค้นคว้าอิสระ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมดูแลดุษฎีนิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๙-๙๔๗-๙๗๕๔ หรือที่ E-mail: ounoum7777@icloud.com

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

มณฑนา รังสิโยภัส
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑนา รังสิโยภัส)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๓, ๗๐๕, ๗๐๗
ที่ อว ๘๑๓๓/๑๘๓๑ วันที่ ๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๖
เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพันธ์ พานิชย์ (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วย นางสาวณิชา ใจเร็ว รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๘๑๐๐๔๘ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติเค้าโครง ดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้าน ภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาค้นไฟฟ้าสมอง” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญ์ เรืองทิพย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในกรณี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๙-๙๔๗-๙๗๕๔ หรือที่ E-mail: oumoum77777@icloud.com

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

มณฑา รังสิโยภัส

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑา รังสิโยภัส)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๑, ๗๐๕, ๗๐๗
ที่ อว ๘๑๓๗/๑๘๓๒ วันที่ ๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๖
เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ งามนกนก (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วย นางสาวณิชา ใจเร็ว รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๘๑๐๐๔๘ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติเค้าโครง ดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้าน ภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาค้นคว้าอิสระ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญ์ เรืองทิพย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมดูแลดุษฎีนิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๙-๙๔๘๗-๙๗๕๔ หรือที่ E-mail: oumoum77777@icloud.com

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

มณฑนา รังสิโยภัส
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑนา รังสิโยภัส)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๑, ๗๐๕, ๗๐๗
ที่ อว ๘๑๓๗/๑๘๓๓ วันที่ ๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๖
เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เด่นชัย ปราบันตี (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วย นางสาวณิชา ใจเร็ว รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๘๑๐๐๔๘ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติเค้าโครง ดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้าน ภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาค้นคว้าอิสระ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๙-๙๔๗-๙๗๕๔ หรือที่ E-mail: oumoum77777@icloud.com

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

มณฑาทิ รังสิโยภัส
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑาทิ รังสิโยภัส)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บันทึกวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา โทร. ๒๕๖๐ ต่อ ๗๐๑, ๗๐๕, ๗๐๗
ที่ อว ๘๑๓๗/๑๘๓๔ วันที่ ๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๖
เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา แก้วแก่น (วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา)

ด้วย นางสาวณิชา ใจเร็ว รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๘๑๐๐๔๘ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติเค้าโครง ดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้าน ภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาค้นคว้าอิสระ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา เรืองทิพย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมดูแลดุษฎีนิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในกรณีนี้ บันทึกวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ทั้งนี้ สามารถติดต่อขอรับข้อมูลรายละเอียดได้หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๙-๙๔๔๗-๙๗๕๔ หรือที่ E-mail: oumoum7777@icloud.com

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ผศ.ดร. รังสิโยภัส
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑนา รังสิโยภัส)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ภาคผนวก ก-2

หนังสือขอความอนุเคราะห์การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย



ที่ อว ๘๘๗๗/๘๘๑

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สงครามกลางเมือง ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๖ เมษายน ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเคหะชุมชนลาดกระบัง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาววนิดา ใจเร็ว รหัสประจำตัวนิสิต ๖๔๘๑๐๐๔๘ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติจากโครงการทุนวิจัย เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิด ด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมดูแลนิพนธ์ และเสนอกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๖ โรงเรียนเคหะชุมชนลาดกระบัง สังกัดสำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยที่ได้รับการอนุญาตจากผู้ปกครองและมีคุณลักษณะตามที่กำหนด จำนวน ๖๐ คน ในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนี้

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บ รวบรวมข้อมูลดังกล่าวจากกลุ่มตัวอย่าง ในระหว่างวันที่ ๑ พฤษภาคม - ๓๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๗ และสามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๙-๙๔๗๙๗๕๔ หรือ e-mail: ounoum77777@icloud.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

มันทนา รังสิโยภัส

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มันทนา รังสิโยภัส)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕

E-mail: grdbuu@go.buu.ac.th





ที่ อว ๘๐๘๗/๑๒๔

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ อ.ภทต.บางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๒๔ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทศบาลนครระยอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวณิชา ใจเร็ว รหัสประจำตัวนิสิต ๖๓๘๑๐๐๘๘ หลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัย และสถิติทางวิทยาการปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติค่าโครงการทุนนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาค้นคว้าอิสระ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมดูแลนิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการหาคุณภาพจากเครื่องมือวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๖ ของโรงเรียนเทศบาลนครระยองสังกัดสำนักงานเขตเทศบาลนคร กรุงเทพมหานคร จำนวน ๓๐ คน ในระหว่างวันที่ ๑ กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ ๓๐ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๗ ทั้งนี้ สามารถติดต่อขอตั้งรายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๙-๔๔๗๗๕๕ หรือที่ E-mail: 63810098@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ภัททาภ รังสิโยภส

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐา รังสิโยภส)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๓๐ ๐๐๐ ต่อ ๓๐๗, ๓๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัย

- ข-1 แบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป
- ข-2 แบบคัดกรองนักเรียนที่มีภาวะสมาธิสั้น บกพร่องทางการเรียนรู้ และออทิซึม
ของกระทรวงศึกษาธิการ ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ข-3 แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ของกระทรวงศึกษาธิการ
- ข-4 แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ของกระทรวงศึกษาธิการ
- ข-5 แบบสำรวจภาวะซึมเศร้าในเด็ก
- ข-6 แบบสำรวจความถนัดมือขวา ของเอดินเบิร์ก
- ข-7 แผ่นวัดระดับการมองเห็นในระยะใกล้ของสเนลเลน
- ข-8 แผ่นทดสอบตาบอดสี



แบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ☐ หน้าข้อความและกรอกข้อมูลลงในช่องว่างที่ตรงตามความเป็นจริงที่เกี่ยวกับผู้รับการสัมภาษณ์มากที่สุด

เลขที่แบบสัมภาษณ์	วันที่เก็บข้อมูล	
1. เพศ ☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง		
2. อายุ ปี เดือน		
3. ปัจจุบันศึกษา.....		
4. ความถนัดในการใช้มือ ☐ ถนัดมือขวา ☐ ถนัดมือซ้าย ☐ ถนัดทั้งสองมือ		
5. โรคประจำตัว ☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุโรค		
6. การได้รับบาดเจ็บที่สมองหรือผ่าตัดสมอง ☐ ไม่เคย ☐ เคย		
7. การเจ็บป่วยทางจิตเวช ☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุโรค		
8. ความพิการทางกาย ☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุ		
9. การอ่านภาษาไทย ☐ ได้ ☐ ไม่ได้		
10. การได้ยิน ☐ ปกติ ☐ ต้องใส่เครื่องช่วยฟัง		
11. การมองเห็น ☐ ปกติ ☐ ต้องใส่แว่นสายตา		



ภาคผนวก ข-2
แบบคัดกรองนักเรียนที่มีภาวะสมาธิสั้น บกพร่องทางการเรียนรู้
และออทิสซึม (KUS-SI) ของกระทรวงศึกษาธิการ
ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาคผนวก ข-3
แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ของกระทรวงศึกษาธิการ

แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา

ชื่อ-นามสกุล..... เพศ.....

อายุ.....ปี เดือน วัน เดือน ปีเกิด.....

ชั้น..... วันที่ประเมิน..... ครั้งที่.....

คำชี้แจง

1. แบบคัดกรองฉบับนี้เป็นแบบจำแนกทางการศึกษา
2. สังเกตลักษณะ/พฤติกรรม ของเด็กซึ่งเป็นลักษณะหรือพฤติกรรม ที่เด็กแสดงออกบ่อยๆ และทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ที่ตรงกับลักษณะหรือพฤติกรรมนั้นๆ ของเด็ก
3. ผู้ทำการคัดกรองเบื้องต้นคือผู้ที่อยู่ใกล้ชิดเด็กมากที่สุด ได้แก่ ผู้ปกครองหรือครู เพื่อให้เกิดความชัดเจน ถูกต้อง

ที่	ลักษณะ / พฤติกรรม	การสังเกต	
		ใช่	ไม่ใช่
1	มีปัญหาการประสานสัมพันธ์ระหว่างมือกับสายตาขณะปฏิบัติกิจกรรม		
2	มีความสามารถในการเคลื่อนไหวช้ากว่าเด็กในวัยเดียวกัน		
3	ไม่พูดหรือพูดได้แต่ไม่ชัด		
4	ใช้ภาษาไม่สมวัย		
5	ช่วงความสนใจสั้น / ไม่มีสมาธิในการเรียน การทำงาน		
6	ทำตามคำสั่งต่อเนื่อง 2 คำสั่งขึ้นไปได้ยาก สับสนง่าย		
7	ลืมง่าย/จำในสิ่งที่เรียนแล้วไม่ได้		
8	เรียนรู้บทเรียนได้ช้าต้องเรียกซ้ำแล้วซ้ำอีก เช่น การคิดคำนวณ การเขียน การอ่านสรุปความ		
9	เลียนแบบผู้อื่นโดยไม่ใช้ความคิดของตนเอง		
10	ช่วยเหลือตนเองในชีวิตประจำวันได้ต่ำกว่าวัย		
11	นำทักษะที่เคยเรียนรู้แล้วนำไปใช้สถานการณ์อื่นได้น้อย		
12	ชอบเล่นกับเด็กที่มีอายุน้อยกว่า		
13	ตอบสนองสิ่งต่างๆ ช้า		
14	ตอบสนองสิ่งต่างๆ ในลักษณะที่ไม่เหมาะสม		
15	มีอารมณ์โกรธ ขุนเฉียวบ่อยๆ		

ที่	ลักษณะ / พฤติกรรม	การสังเกต	
		ใช่	ไม่ใช่
16	สับสนง่าย		
17	มักทำตามคำสั่งไม่ได้		
18	สรุปความไม่ค่อยได้		
19	เขียนประโยคไม่ถูกต้อง		
20	ชอบลอกเลียนแบบไม่ใช้ความคิดของตนเอง		
21	ต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลตลอด		
22	ไม่สนใจสิ่งที่อยู่รอบตัว		
23	ชอบทำอะไรซ้ำๆ ในลักษณะเดิม		
24	จิตใจวอกแวกง่าย		
25	ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน		

เกณฑ์การพิจารณา

ถ้าตอบว่าใช่ 15 ข้อขึ้นไป แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ควรส่งต่อไปให้แพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะตรวจอีกครั้ง และให้การช่วยเหลือต่อความต้องการพิเศษทางการศึกษาของผู้เรียนต่อไป

ผลการคัดกรอง

☐ พบความบกพร่อง

☐ ไม่พบความบกพร่อง

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้คัดกรอง
(.....)

ลงชื่อ.....ผู้คัดกรอง
(.....)

ภาคผนวก ข-4

แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ของกระทรวงศึกษาธิการ



ประเมินครั้งที่.....

แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ประถมศึกษา)

ชื่อ-นามสกุล (ด.ช. / ด.ญ. / นาย / นางสาว).....

วัน เดือน ปี เกิด.....อายุ ปี เดือน

ระดับชั้น..... วัน เดือน ปี ที่ประเมิน.....

คำชี้แจง

- ๑ แบบคัดกรองฉบับนี้เป็นแบบคัดกรองเพื่อประโยชน์ในการจัดการศึกษาเท่านั้น
 - ๒ วิเคราะห์ลักษณะ/พฤติกรรม ของเด็กซึ่งเป็นลักษณะหรือพฤติกรรม ที่เด็กแสดงออกบ่อยๆ โดยให้ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง “ ใช่ ” หรือ “ ไม่ใช่ ” ที่ตรงกับลักษณะหรือพฤติกรรมนั้นๆ ของเด็กโดยเปรียบเทียบกับเด็กทั่วไปในชั้นเรียน
 - ๓ ผู้ทำการคัดกรองเบื้องต้นต้องผ่านการอบรมวิธีการใช้ และการประเมิน ตามแบบคัดกรองนี้ และควรสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ที่อยู่ใกล้ชิดเด็กมากที่สุด เช่น ครูผู้สอน ครูประจำชั้น เพื่อให้เกิดความชัดเจน ถูกต้อง
 - ๔ ผู้คัดกรองควรจะมีอย่างน้อย ๒ คนขึ้นไป
- ส่วนที่ ๑ การวิเคราะห์เบื้องต้น / ข้อมูลพื้นฐานของบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ที่	ลักษณะ / พฤติกรรม	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
๑	ดูฉลาดหรือปกติ ในด้านอื่น ๆ นอก.....ด้านการเรียน		
๒	ต้องมีปัญหาทางการเรียน ซึ่งอาจทำไม่ได้เลยหรือทำได้ต่ำกว่า ๒ ชั้นเรียน ในด้านใดด้านหนึ่งหรือมากกว่า ๑ ด้าน ต่อไปนี้ ๑.๑ ด้านการอ่าน ๑.๒ ด้านการเขียน ๑.๓ ด้านการคำนวณ		
๓	ไม่มีปัญหาทางด้านการเห็น การได้ยิน สติปัญญา หรือออทิสติกหรือจากการถูกละทิ้ง ละเลย หรือความด้อยโอกาสอื่น ๆ		

เกณฑ์การพิจารณา

ถ้าตอบว่าใช่ ๓ ข้อ แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ควรสังเกตใน ส่วนที่ ๒ ต่อ

ผลการพิจารณาส่วนที่ ๑

☐ พบ☐ ไม่พบ (ถ้าพบสังเกตในส่วนที่ ๒ ต่อ)

ส่วนที่ ๒ การวิเคราะห์ความบกพร่องทางการเรียนรู้ของเด็กในแต่ละด้าน

ที่	ลักษณะ / พฤติกรรม	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
	๑. ด้านการอ่าน		
๑	อ่านซ้ำอ่านข้าม อ่านไม่หมด		
๒	จำคำศัพท์คำเดิมไม่ได้ ทั้งๆ ที่เคยผ่านสายตามาแล้วหลายครั้ง		
๓	อ่านเพิ่มคำ ข้ามคำ อ่านผิดตำแหน่ง		
๔	อ่านสลับตัวอักษรหรือออกเสียงสลับกัน เช่น บก อ่านเป็น กบ		
๕	สับสนในพยัญชนะคล้ายกันเช่น ก ฃ ถ ฎ ฏ, ด ต ค		
๖	จำศัพท์ใหม่ไม่ค่อยได้		
๗	มีปัญหาในการผสมคำ การอ่านออกเสียงคำ		
๘	สับสนคำที่คล้ายกัน เช่น บาน/ บ้าน		
๙	อ่านคำที่ไม่คุ้นเคยไม่ได้		
๑๐	อ่านคำในระดับชั้นของตนเองไม่ได้		
	๒. ด้านการเขียน		
๑	ไม่ชอบและหลีกเลี่ยงการเขียน หรือการลอกคำ		
๒	เขียนไม่สวยไม่เรียบร้อย สกปรก ชัดทั้ง ลบทั้ง		
๓	เขียนตัวอักษรและคำที่คล้ายๆ กันผิด		
๔	ลอกคำบนกระดานผิด (ลอกไม่ครบตกหล่น)		
๕	เขียนหนังสือไม่เว้นวรรค ไม่เว้นช่องไฟ ตัวอักษรเบียดกันจนทำให้อ่านยาก		
๖	เขียนสลับตำแหน่งระหว่างพยัญชนะ สระ เช่น ตโ		
๗	เขียนตามคำบอกของคำในระดับชั้นตนเองไม่ได้		
๘	เขียนตัวอักษรหรือตัวเลขกลับด้าน คล้ายมองกระจกเงา เช่น ๖๘, 7๖		
๙	เขียนพยัญชนะหรือตัวเลขที่มีลักษณะคล้ายกันสลับกัน เช่น ม-น, ต-ค, พ-ย, b-d, p-q, ๖-๙		
๑๐	เรียงลำดับตัวอักษรผิด เช่น สกิติ เป็น สติติ		

ที่	ลักษณะ / พฤติกรรม	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
	๓. ด้านการคำนวณ		
๑	นับเลขเรียงลำดับ นับเพิ่ม นับลดไม่ได้		
๒	ยากลำบากในการบวก,ลบ จำนวนจริง		
๓	ยากลำบากในการใช้เทคนิคการนับจำนวนเพิ่มทีละ ๒, ๕, ๑๐, ๑๐๐		
๔	ยากลำบากในการประมาณจำนวนค่า		
๕	ยากลำบากในการเปรียบเทียบ มากกว่า น้อยกว่า		
๖	แก้โจทย์ปัญหาย่างๆ ไม่ได้		
๗	สับสนไม่เข้าใจเรื่องเวลา ทิศทาง		
๘	บอกความหมาย หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้ เช่น +, -, x, >, <, =		
๙	เปรียบเทียบขนาด รูปทรง ระยะทาง ตำแหน่งไม่ได้		
๑๐	เขียนตัวเลขกลับ เช่น ๕ s , ๖ ๙		
	๔.ด้านพฤติกรรมทั่วไป		
๑	ไม่ทำตามคำสั่ง ทำงานไม่เสร็จ		
๒	มีความยากลำบากในการจัดระบบงาน		
๓	ทำของหายบ่อยๆ เป็นประจำ เช่น ของเล่น ดินสอ หนังสือ อุปกรณ์การเรียน		
๔	ลืมทำกิจกรรมที่เป็นกิจวัตรประจำวัน		
๕	สับสนด้านซ้าย ขวา		
๖	วางสิ่งของเครื่องใช้ไม่เป็นระเบียบ		
๗	เสียสมาธิง่ายมองไปยังทุกสิ่งเคลื่อนไหวผ่านสายตา		
๘	มีอาการเครียดขณะอ่าน		
๙	ใจไม่ค่อยจดจ่ออยู่กับงาน มองโน่นมองนี่บ่อยๆ		
๑๐	หลีกเลี่ยง ไม่ชอบ หรือลังเลใจที่จะทำงานหรือการบ้านที่ต้องมีระเบียบและใส่ใจในงาน		

เกณฑ์การพิจารณา

๑. ด้านการอ่าน

ถ้าตอบว่าใช่ ๗ ข้อ ขึ้นไป แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการอ่าน

๒. ด้านการเขียน

ถ้าตอบว่าใช่ ๗ ข้อ ขึ้นไป แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ด้านการเขียน

๓. ด้านการคำนวณ

ถ้าตอบว่าใช่ ๖ ข้อ ขึ้นไป แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ด้านการคำนวณ

๔. ด้านพฤติกรรมทั่วไป

ถ้าตอบว่าใช่ ๔ ข้อ ขึ้นไป แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ หากพบว่ามีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้าน ควรให้การช่วยเหลือตามความต้องการจำเป็นพิเศษทางการศึกษาของผู้เรียน และส่งต่อให้แพทย์ตรวจวินิจฉัยต่อไป

ผลการคัดกรอง

☐ พบความบกพร่อง ☐ ด้านการอ่าน ☐ ด้านการเขียน ☐ ด้านการคำนวณ

☐ ไม่พบความบกพร่อง

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

ลงชื่อ ใบุฒิบัตร เลขที่.....(ผู้คัดกรอง)
(.....)

ลงชื่อ ใบุฒิบัตร เลขที่.....(ผู้คัดกรอง)
(.....)

คำยินยอมของผู้ปกครอง

ข้าพเจ้า(นาย / นาง / นางสาว)..... เป็นผู้ปกครอง
ของ (ด.ช. / ด.ญ. / นาย / นางสาว)

☐ ยินยอม ☐ ไม่ยินยอม ให้ดำเนินการคัดกรอง (ด.ช./ ด.ญ./ นาย / น.ส.).....

ตามแบบคัดกรองนี้

เมื่อพบว่ามีแนวโน้มเป็นผู้ที่มีความบกพร่องตามแบบคัดกรองข้างต้น ☐ ยินดี ☐ ไม่ยินดี

ให้จัดบริการช่วยเหลือทางการศึกษาพิเศษต่อไป

ลงชื่อ ผู้ปกครอง
(.....)

ภาคผนวก ข-5
แบบสำรวจภาวะซึมเศร้าในเด็ก (Children's Depression Inventory: CDI)



แบบสอบวัดภาวะซึมเศร้าในเด็ก Children's Depression Inventory (CDI) ฉบับภาษาไทย

เลือกประโยคที่ตรงกับความรู้สึก หรือความคิดของท่านมากที่สุดขณะ 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา

โดยกา / ลงใน ☐

1. ☐ ก. ฉันรู้สึกเศร้ามานานๆ ครั้ง ☐ ค. ฉันรู้สึกเศร้าตลอดเวลา	☐ ข. ฉันรู้สึกเศร้าบ่อยครั้ง
2. ☐ ก. อะไร ๆ ก็มีอุปสรรคไปเสียหมด ☐ ค. สิ่งต่างๆ จะเป็นไปด้วยดีสำหรับฉัน	☐ ข. ฉันไม่แน่ใจว่าสิ่งต่างๆ จะเป็นไปด้วยดี
3. ☐ ก. ฉันทำอะไรๆ ได้ค่อนข้างดี ☐ ค. ฉันทำอะไรผิดพลาดไปหมด	☐ ข. ฉันทำผิดพลาดหลายอย่าง
4. ☐ ก. ฉันรู้สึกสนุกกับหลายสิ่งหลายอย่าง ☐ ค. ไม่มีอะไรสนุกสนานเลยสำหรับฉัน	☐ ข. ฉันรู้สึกสนุกกับบางสิ่งบางอย่าง
5. ☐ ก. ฉันทำตัวไม่ดีเสมอ ☐ ค. ฉันทำตัวไม่ดีนานๆ ที	☐ ข. ฉันทำตัวไม่ดีบ่อยครั้ง
6. ☐ ก. นานๆ ครั้งฉันจะคิดถึงสิ่งไม่ดีที่อาจเกิดขึ้นกับฉัน ☐ ค. จะต้องมียี่สิบเลวร้ายเกิดขึ้นกับฉันแน่ๆ	☐ ข. ฉันวิตกว่าจะมีสิ่งไม่ดีเกิดขึ้นกับฉัน
7. ☐ ก. ฉันเกลียดตัวเอง ☐ ค. ฉันชอบตัวเอง	☐ ข. ฉันไม่ชอบตัวเอง
8. ☐ ก. สิ่งเลวร้ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นเป็นความผิดของฉัน ☐ ข. สิ่งเลวร้ายหลายสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นความผิดของฉัน ☐ ค. สิ่งเลวร้ายที่เกิดขึ้นมักไม่ใช่ความผิดของฉัน	
9. ☐ ก. ฉันไม่คิดจะฆ่าตัวตาย ☐ ค. ฉันต้องการฆ่าตัวตาย	☐ ข. ฉันคิดถึงการฆ่าตัวตาย
10. ☐ ก. ฉันรู้สึกอยากร้องไห้ทุกวัน ☐ ค. ฉันรู้สึกอยากร้องไห้นาน ๆ ครั้ง	☐ ข. ฉันรู้สึกอยากร้องไห้บ่อยครั้ง
11. ☐ ก. ฉันรู้สึกหงุดหงิดใจตลอดเวลา ☐ ค. ฉันรู้สึกหงุดหงิดใจนาน ๆ ครั้ง	☐ ข. ฉันรู้สึกหงุดหงิดใจบ่อยครั้ง
12. ☐ ก. ฉันชอบอยู่กับคนอื่น ☐ ค. ฉันไม่ต้องการอยู่กับใครเลย	☐ ข. ฉันไม่ค่อยชอบอยู่กับคนอื่น
13. ☐ ก. ฉันไม่สามารถตัดสินใจอะไรต่างๆ ด้วยตนเอง ☐ ข. ฉันตัดสินใจเรื่องต่างๆ ได้ลำบาก	☐ ค. ฉันตัดสินใจเรื่องต่างๆ ได้ง่าย

14. ☐ ก. ฉันเป็นคนหน้าตาดี ☐ ข. ฉันเป็นคนหน้าตาไม่ค่อยดี
☐ ค. ฉันเป็นคนหน้าตาน่าเกลียด
15. ☐ ก. ฉันต้องใช้ความพยายามอย่างหนักทุกครั้งที่ทำกรบ้าน
☐ ข. ฉันต้องใช้ความพยายามอย่างหนักบ่อยครั้งเวลาทำการบ้าน
☐ ค. การทำการบ้านไม่ใช่ปัญหาใหญ่สำหรับฉัน
16. ☐ ก. ฉันนอนไม่หลับทุกคืน ☐ ข. ฉันนอนไม่หลับหลายคืน
☐ ค. ฉันนอนหลับสบาย
17. ☐ ก. ฉันรู้สึกเหนื่อยนานๆ ครั้ง ☐ ข. ฉันรู้สึกเหนื่อยบ่อยครั้ง
☐ ค. ฉันรู้สึกเหนื่อยตลอดเวลา
18. ☐ ก. มีหลายวันที่ฉันไม่รู้สึกลอยากกินอาหาร ☐ ข. มีบางวันที่ฉันไม่รู้สึกลอยากกินอาหาร
☐ ค. ฉันกินอาหารได้ดี
19. ☐ ก. ฉันไม่กังวลกับการเจ็บป่วย ☐ ข. ฉันกังวลกับการเจ็บป่วยบ่อยครั้ง
☐ ค. ฉันกังวลกับการเจ็บป่วยตลอดเวลา
20. ☐ ก. ฉันไม่รู้สึหงา ☐ ข. ฉันรู้สึกหงาบ่อยๆ
☐ ค. ฉันรู้สึกหงาตลอดเวลา
21. ☐ ก. ฉันไม่รู้สึสนุกเลย เวลาอยู่ที่โรงเรียน ☐ ข. ฉันรู้สึกสนุกนานๆ ครั้ง เวลาอยู่ที่โรงเรียน
☐ ค. ฉันรู้สึกสนุกบ่อยครั้ง เวลาอยู่ที่โรงเรียน
22. ☐ ก. ฉันมีเพื่อนมาก ☐ ข. ฉันมีเพื่อนไม่กี่คน และอยากมีมากกว่านี้
☐ ค. ฉันไม่มีเพื่อนเลย
23. ☐ ก. การเรียนของฉันอยู่ในขั้นใช้ได้ดี ☐ ข. การเรียนของฉันไม่ค่อยดีเหมือนเมื่อก่อน
☐ ค. การเรียนของฉันแย่มาก
24. ☐ ก. ฉันทำอะไรไม่ได้ดีเท่าคนอื่น ☐ ข. ฉันทำอะไร ได้ดีเท่าคนอื่น ถ้าฉันพยายาม
☐ ค. ฉันทำได้ดีพอๆ กับคนอื่นอยู่แล้ว ในขณะที่
25. ☐ ก. ไม่มีใครรักฉันจริง ☐ ข. ฉันไม่แน่ใจว่ามีใครรักฉันหรือเปล่า
☐ ค. ฉันไม่เคยทำตามคำสั่ง
26. ☐ ก. ฉันทำตามคำสั่งที่ได้รับเสมอ ☐ ข. ฉันไม่ทำตามคำสั่งบ่อยครั้ง
☐ ค. ฉันไม่เคยทำตามคำสั่ง
27. ☐ ก. ฉันเข้ากับคนอื่นได้ดี ☐ ข. ฉันทะเลาะกับคนอื่นบ่อยครั้ง
☐ ค. ฉันทะเลาะกับคนอื่นตลอดเวลา

ภาคผนวก ข-6
แบบสำรวจความถนัดมือขวา (Edinburgh Handedness Inventory)



แบบสำรวจความถนัดในการใช้มือ
(Edinburgh Handedness Inventory)

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ตรงกับการใช้มือของนักเรียนในกิจกรรมต่อไปนี้

ข้อ	กิจกรรม	มือข้างที่ใช้ทำกิจกรรม				
		ใช้มือขวาเป็นประจำ	ใช้มือขวาบ่อย	ใช้มือทั้งสองเท่ากัน	ใช้มือซ้ายบ่อย	ใช้มือซ้ายเป็นประจำ
1	การเขียน					
2	การวาด					
3	การขว้างปา					
4	การใช้กรรไกร					
5	การแปรงฟัน					
6	การใช้มีด					
7	การใช้ช้อน					
8	การใช้ไม้กวาด					
9	การแข่งขันที่ถนัด					
10	การเปิดฝากล่อง					

การให้คะแนน	ใช้มือขวาเป็นประจำ	เท่ากับ	100 คะแนน
	ใช้มือขวาบ่อย	เท่ากับ	50 คะแนน
	ใช้มือทั้งสองข้างเท่ากัน	เท่ากับ	0 คะแนน
	ใช้มือซ้ายบ่อย	เท่ากับ	-50 คะแนน
	ใช้มือซ้ายเป็นประจำ	เท่ากับ	-100 คะแนน
การแปลผล	ผู้ที่ถนัดการใช้มือซ้าย อยู่ในช่วงคะแนนระหว่าง - 80 ถึง -100		
	ผู้ที่ถนัดการใช้มือทั้งสองข้าง อยู่ในช่วงคะแนนระหว่าง -75 ถึง 75		
	ผู้ที่ถนัดการใช้มือขวา อยู่ในช่วงคะแนนระหว่าง 80 ถึง 100		

ภาคผนวก ข-7

แผ่นวัดระดับการมองเห็นในระยะใกล้ของสเนลเลน (Snellen Chart)





E		1	20/200
F P		2	20/100
T O Z		3	20/70
L P E D		4	20/50
P E C F D		5	20/40
E D F C Z P		6	20/30
F E L O P Z D		7	20/25
D E F P O T E C		8	20/20
L E F O D P C T		9	
F D P L T C E O		10	
P E Z O L C F T D		11	

ภาคผนวก ข-8
แผ่นทดสอบตาบอดสี (Test of Colour-Deficiency)



ตัวอย่างแผ่นทดสอบสายตาดูสี



ภาคผนวก ค
แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค-1 แบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพ
ในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียน
ระดับประถมศึกษา
- ค-2 แบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการทดสอบ
ความจำระยะคิดด้านภาษาของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

The logo of Burapha University is a circular emblem. It features a central wheel-like design with eight spokes. The Thai text 'มหาวิทยาลัยบูรพา' (Mahavithayalai Burapha) is written in a circular path around the top half of the wheel, and 'BURAPHA UNIVERSITY' is written around the bottom half. The entire logo is rendered in a light yellow/gold color.

ภาคผนวก ค-1
แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือ

แบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจ
ตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

แบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพ
 ในใจของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา
 สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้มากที่สุด
 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้มาก
 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้น้อย
 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้น้อยที่สุด

หัวข้อประเมิน		ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
		4	3	2	1
กิจกรรมที่ 1	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 2	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 3	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 4	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				

หัวข้อประเมิน		ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
		4	3	2	1
กิจกรรมที่ 5	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 6	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 7	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 8	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 10	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 11	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				

หัวข้อประเมิน		ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
		4	3	2	1
กิจกรรมที่ 12	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 13	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 14	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 15	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 16	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 17	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				

หัวข้อประเมิน		ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
		4	3	2	1
กิจกรรมที่ 18	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 19	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 20	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 21	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 22	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 23	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				

หัวข้อประเมิน		ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
		4	3	2	1
กิจกรรมที่ 24	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				
กิจกรรมที่ 25	ด้านเนื้อหา				
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง				
	ด้านภาพประกอบการฝึก				
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎี
เซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

หัวข้อประเมิน		ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				
		1	2	3	4	5
กิจกรรมที่ 1	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 2	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 3	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 4	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 5	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4

ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎี
เซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

หัวข้อประเมิน		ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				
		1	2	3	4	5
กิจกรรมที่ 6	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 7	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 8	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 9	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 10	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 11	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4

ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎี
เซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

หัวข้อประเมิน		ผู้ทรงคุณวุฒิ				
		1	2	3	4	5
กิจกรรมที่ 12	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4
กิจกรรมที่ 13	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4
กิจกรรมที่ 14	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 15	ด้านเนื้อหา	3	3	4	3	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	3	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	3	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	3	4
กิจกรรมที่ 16	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4
กิจกรรมที่ 17	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4

ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎี
เซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

หัวข้อประเมิน		ระดับความเหมาะสม				
		1	2	3	4	5
กิจกรรมที่ 18	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4
กิจกรรมที่ 19	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4
กิจกรรมที่ 20	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4
กิจกรรมที่ 21	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4
กิจกรรมที่ 22	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4
กิจกรรมที่ 23	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4

ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎี
เซลล์กระจกเงา สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

หัวข้อประเมิน		ผู้ทรงคุณวุฒิ				
		1	2	3	4	5
กิจกรรมที่ 24	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4
กิจกรรมที่ 25	ด้านเนื้อหา	3	3	4	4	4
	ด้านรูปแบบและการจัดวาง	3	3	4	4	4
	ด้านภาพประกอบการฝึก	3	3	4	4	4
	ด้านปัจจัยส่วนบุคคลและภาษา	3	3	4	4	4
รวม		3	3	4	3	4

The logo of Burapha University is a circular emblem. It features a central golden wheel with eight spokes, resembling a Dharma Chakra, set against a light blue background. The wheel is surrounded by a golden border. The Thai text "มหาวิทยาลัยบูรพา" is written in a golden arc at the top, and the English text "BURAPHA UNIVERSITY" is written in a golden arc at the bottom.

ภาคผนวก ค-2
แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือ

แบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการทดสอบ
ความจำเพาะคิดด้านภาษาของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

**แบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการทดสอบ
ความจำขณะคิดด้านภาษาของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์**

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้มากที่สุด

3 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้มาก

2 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้น้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม			
	4	3	2	1
ส่วนชี้แจง				
1. รูปแบบ ข้อความ และขนาดตัวอักษรการชี้แจง				
2. รูปแบบ ข้อความ และขนาดตัวอักษรคำแนะนำ การปฏิบัติ				
3. การใช้ภาษา อ่านและเข้าใจง่าย				
ส่วนการทดลองฝึกปฏิบัติ				
4. จำนวนกิจกรรมในการทดสอบ (กิจกรรมละ 10 ข้อ)				
5. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอ “ + ” 300 มิลลิวินาที				
6. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอแสดงภาพ และการ ตอบสนอง 2,000 มิลลิวินาที				
7. ระยะเวลาแสดงข้อความการตอบสนอง “ถูกต้อง” หรือ “ไม่ถูกต้อง” 300 มิลลิวินาที				
8. ระยะเวลาในช่วงแสดงตัวอักษรในการจำ 800 มิลลิวินาที				
9. ขนาดของภาพและตัวอักษรของแต่ละกิจกรรม				
ส่วนการปฏิบัติจริง				
10. จำนวนกิจกรรมในการทดสอบ (กิจกรรมละ 3				

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม			
	4	3	2	1
ระดับ ระดับละ 10 ข้อ รวมทั้งหมด มี 120 ข้อ				
11. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอ “ + ” 300 มิลลิวินาที				
12. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอแสดงภาพ และการตอบสนอง 2,000 มิลลิวินาที				
13. ระยะเวลาแสดงข้อความการตอบสนอง “ถูกต้อง” หรือ “ไม่ถูกต้อง” 300 มิลลิวินาที				
14. ระยะเวลาในช่วงแสดงตัวอักษรในการจำ 800 มิลลิวินาที				
15. ระยะเวลาในการพักของผู้รับการทดสอบในแต่ละกิจกรรม 5 นาที				
16. ขนาดของภาพและตัวอักษรของแต่ละกิจกรรม				
17. ภาพรวมของกิจกรรมทดสอบ				
ส่วนคู่มือการใช้งานแบบทดสอบ				
18. คู่มือการใช้งานมีการอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติได้อย่างลำดับขั้นตอน				
19. คู่มือการใช้งานมีเนื้อหาครอบคลุมในการปฏิบัติ				
20. ภาษาที่ใช้ในคู่มือ อ่านแล้วเข้าใจง่าย				
21. คู่มือการใช้งานมีภาพประกอบที่ชัดเจนเหมาะสมกับนักเรียน				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา
ของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

หัวข้อประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				
	1	2	3	4	5
ส่วนชี้แจง					
1. รูปแบบ ข้อความ และขนาดตัวอักษรการชี้แจง	3	4	4	3	4
2. รูปแบบ ข้อความ และขนาดตัวอักษรคำแนะนำการปฏิบัติ	3	4	4	3	4
3. การใช้ภาษา อ่านและเข้าใจง่าย	3	4	4	3	4
ส่วนการทดลองฝึกปฏิบัติ					
4. จำนวนกิจกรรมในการทดสอบ (กิจกรรมละ 10 ข้อ)	3	3	4	3	4
5. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอ “ + ” 300 มิลลิวินาที	3	3	4	3	4
6. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอแสดงภาพ และการตอบสนอง 2,000 มิลลิวินาที	3	3	4	4	4
7. ระยะเวลาแสดงข้อความการตอบสนอง “ถูกต้อง” หรือ “ไม่ถูกต้อง” 300 มิลลิวินาที	3	3	4	4	4
8. ระยะเวลาในช่วงแสดงตัวอักษรในการจำ 800 มิลลิวินาที	3	3	4	4	4
9. ขนาดของภาพและตัวอักษรของแต่ละกิจกรรม	3	3	4	4	4
ส่วนการปฏิบัติจริง					
10. จำนวนกิจกรรมในการทดสอบ (กิจกรรมละ 3 ระดับ ระดับละ 10 ข้อ รวมทั้งหมด มี 120 ข้อ)	3	3	4	4	4
11. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอ “ + ” 300 มิลลิวินาที	3	3	4	4	4
12. ระยะเวลาในช่วงหน้าจอแสดงภาพ และการตอบสนอง 2,000 มิลลิวินาที	4	4	4	4	4
13. ระยะเวลาแสดงข้อความการตอบสนอง “ถูกต้อง” หรือ “ไม่ถูกต้อง” 300 มิลลิวินาที	4	4	4	3	4

ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา
ของเรียนระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

หัวข้อประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				
	1	2	3	4	5
14. ระยะเวลาในช่วงแสดงตัวอักษรในการจำ 800 มิลลิวินาที	4	4	4	3	4
15. ระยะเวลาในการพักของผู้รับการทดสอบในแต่ละกิจกรรม 5 นาที	4	4	4	3	4
16. ขนาดของภาพและตัวอักษรของแต่ละกิจกรรม	4	4	4	3	4
17. ภาพรวมของกิจกรรมทดสอบ	4	4	4	3	4
ส่วนคู่มือการใช้งานแบบทดสอบ					
18. คู่มือการใช้งานมีการอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติได้อย่างลำดับขั้นตอน	4	4	4	3	4
19. คู่มือการใช้งานมีเนื้อหาครอบคลุมในการปฏิบัติ	4	4	4	3	4
20. ภาษาที่ใช้ในคู่มือ อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4	4	4	3	4
21. คู่มือการใช้งานมีภาพประกอบที่ชัดเจนเหมาะสมกับนักเรียน					

The logo of Burapha University is a circular emblem. It features a central wheel-like design with eight spokes. The Thai text 'มหาวิทยาลัยบูรพา' (Mahavithayalai Burapha) is written in a circular path around the top half of the wheel, and the English text 'BURAPHA UNIVERSITY' is written around the bottom half. The entire logo is rendered in a light yellow/gold color.

ภาคผนวก ง
คู่มือการใช้งาน

- ง-1 คู่มือการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับ
เพิ่มความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา
- ง-2 คู่มือการใช้กิจกรรมการทดสอบความจำระยะคิดด้านภาษาของนักเรียน
ระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

The logo of Burapha University is a circular emblem. It features a central five-petaled flower-like symbol. The Thai text "มหาวิทยาลัยบูรพา" is written in a circular path around the top half of the emblem, and the English text "BURAPHA UNIVERSITY" is written around the bottom half. The entire logo is rendered in a light yellow/gold color.

ภาคผนวก ง-1

คู่มือการใช้โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับ
เพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

คู่มือ

โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงา
สำหรับเพิ่มความจำขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา

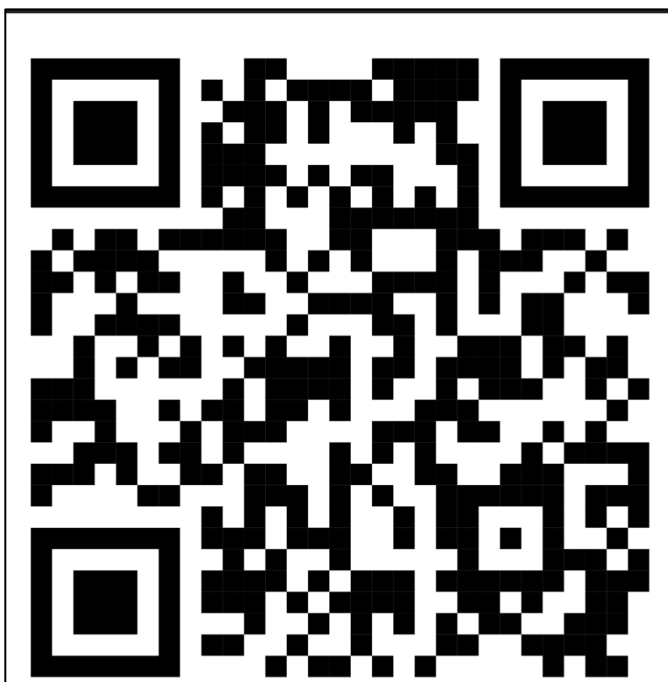




ภาคผนวก ง-2
คู่มือการใช้กิจกรรมการทดสอบความจำแนกคดีด้านภาษาของเรียน
ระดับประถมศึกษาผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

คู่มือ

กิจกรรมทดสอบความจำขณะคิดด้านภาษา
ของนักเรียนระดับประถมศึกษา



The logo of Burapha University is a large, faint circular emblem in the background. It features a central five-pointed star or lotus-like symbol, surrounded by concentric circles. The Thai text 'มหาวิทยาลัยบูรพา' is written along the top inner edge, and 'BURAPHA UNIVERSITY' is written along the bottom inner edge.

ภาคผนวก จ
ผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

จ-1 เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

จ-2 ตัวอย่างเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ภาคผนวก จ-1

จ-1 เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา



สำเนา

ที่ IRB4-002/2567



เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HU254/2566

โครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดคำ
ภาษาไทยของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาค้นคว้าอิสระ

หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวณิชา ใจเร็ว

หน่วยงานที่สังกัด : วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก (สารนิพนธ์/ งานนิพนธ์/ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เรืองทิพย์
วิทยานิพนธ์/ ศษญานิพนธ์)

หน่วยงานที่สังกัด : วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการร่วม (สารนิพนธ์/ งานนิพนธ์/ : อาจารย์ ดร.อุทัยพร ไก่แก้ว
วิทยานิพนธ์/ ศษญานิพนธ์)

หน่วยงานที่สังกัด : วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิธีพิจารณา : ☐ Exemption Determination ☐ Expedited Reviews ☒ Full Board

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัย
ดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ไม่มีการ
ล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ฉบับที่ 2 วันที่ 11 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2566
2. โครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ 1 วันที่ 18 เดือน กันยายน พ.ศ. 2566
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 2 วันที่ 11 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2566
4. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 2 วันที่ 11 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2566
5. แบบเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น แบบบันทึกข้อมูล (Data Collection Form)
- แบบสอบถาม หรือสัมภาษณ์ หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ฉบับที่ 1 วันที่ 18 เดือน กันยายน พ.ศ. 2566
6. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี)
- 6.1 โปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำขณะคิดคำ
ภาษาไทยของนักเรียนระดับประถมศึกษา ฉบับที่ 1 วันที่ 18 เดือน กันยายน พ.ศ. 2566



สำเนา

วันที่รับรอง : วันที่ 3 เดือน มกราคม พ.ศ. 2567

วันที่หมดอายุ : วันที่ 3 เดือน มกราคม พ.ศ. 2568

ลงนาม นางสาวพิมพ์พรรณ เลิศล้ำ

(นางสาวพิมพ์พรรณ เลิศล้ำ)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชุดที่ 4 (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)

**** หมายเหตุ การรับรองนี้มีรายละเอียดตามที่ระบุไว้ด้านหลังเอกสารรับรอง ****





ภาคผนวก จ-2

จ-2 ตัวอย่างเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย



**เอกสารแสดงความยินยอม
ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent Form)
(สำหรับผู้ที่อายุต่ำกว่า 7 ปี หรือผู้ไม่สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง)**

รหัสโครงการวิจัย : G-HU 254/2566

(งานมาตรฐานและจริยธรรมในการวิจัย กองบริหารการวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นผู้ออกรหัสโครงการวิจัย)
โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำ
ขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง (ระยะที่ 1)
ให้คำยินยอม วันที่ เดือน พ.ศ.

ข้าพเจ้า บิดามารดา/ ผู้ปกครอง/ ผู้อนุบาล ของ
..... ซึ่งเป็นผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ได้รับการอธิบายถึงวัตถุประสงค์
ของโครงการวิจัย วิธีการวิจัย และรายละเอียดต่าง ๆ ตามที่ระบุในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย
ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ไว้แก่ข้าพเจ้า และข้าพเจ้าเข้าใจคำอธิบายดังกล่าวครบถ้วนเป็นอย่างดีแล้วและผู้วิจัยรับรองว่าจะ
ตอบคำถามต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยเกี่ยวกับการวิจัยนี้ด้วยความเต็มใจ และไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าจึงยินยอมให้..... เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความ
สมัครใจ และมีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ การบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนั้นไม่มี
ผลกระทบต่อผลการเรียนหรือการใช้บริการกิจกรรมของหน่วยงาน ที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นความลับ จะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปแบบ
ที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยต่อหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องต้องได้รับ
อนุญาตจากข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ จึงได้ลงนามในเอกสารแสดง ความ
ยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

กรณีที่ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหรือเขียนหนังสือได้ ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในเอกสารแสดงความยินยอม
ให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนามหรือประทับลายนิ้วหัวแม่มือของข้าพเจ้าในเอกสาร
แสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม

(.....)

บิดามารดา/ ผู้ปกครอง/ ผู้อนุบาล

ลงนาม พยาน



(BUU-IRB-Approved.....)

3 Jan 2024



**เอกสารแสดงความยินยอม
ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent Form)
(สำหรับผู้ที่อายุตั้งแต่ 7 ปี แต่ไม่ถึง 12 ปี)**

รหัสโครงการวิจัย : G-HU 254/2566

(งานมาตรฐานและจริยธรรมในการวิจัย กองบริหารการวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นผู้ออกรหัสโครงการวิจัย)
โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมฝึกการสร้างภาพในใจตามทฤษฎีเซลล์กระจกเงาสำหรับเพิ่มความจำ
ขณะคิดด้านภาษาของนักเรียนระดับประถมศึกษา: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง (ระยะที่ 1)
ให้คำยินยอม วันที่ เดือน พ.ศ.

ก่อนที่จะลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย วิธีการวิจัย และรายละเอียดต่าง ๆ ตามที่ระบุในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ไว้แก่ข้าพเจ้า และข้าพเจ้าเข้าใจคำอธิบายดังกล่าวครบถ้วนเป็นอย่างดีแล้ว และผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยเกี่ยวกับการวิจัยนี้ด้วยความเต็มใจ และไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และมีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ การบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนั้นไม่มีผลกระทบต่อการให้บริการ หรือการมีส่วนร่วมกิจกรรมของหน่วยงานที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยได้เฉพาะในส่วนที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลของข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต้องได้รับอนุญาตจากข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้วมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในเอกสารแสดง ความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

กรณีที่ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหรือเขียนหนังสือได้ ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในเอกสารแสดงความยินยอมให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนามหรือประทับลายนิ้วหัวแม่มือของข้าพเจ้าในเอกสารแสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม ผู้ยินยอม
(.....)

ข้าพเจ้า บิดามารดาหรือผู้ปกครอง
ยินยอมให้ เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้



**BUU-IRB Approved
3 Jan 2024**

- 3 -

AF 06-03.3/v2.1

กรณีที่ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหรือเขียนหนังสือได้ ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในเอกสารแสดงความยินยอม
ให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนามหรือประทับลายนิ้วหัวแม่มือของข้าพเจ้าในเอกสาร
แสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม

(.....)

บิดามารดาหรือผู้ปกครอง

ลงนาม พยาน

(.....)

หมายเหตุ 1. กรณีที่บิดา มารดา หรือผู้ปกครองให้ความยินยอมด้วยการประทับลายนิ้วหัวแม่มือ ขอให้พยาน
ลงลายมือชื่อรับรองด้วย



BUU-IRB Approved
3 Jan 2024

- 4 -

เอกสารจากระบบการขอรับกึ่งพิจารณาจริยธรรมวิจัยชีวเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก ฉ
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ฉ-1 ผลการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป



ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล นางสาวณิชา ใจเร็ว
วัน เดือน ปีเกิด 18 พฤษภาคม 2523
สถานที่เกิด จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 143 ซอยเคหะร่มเกล้า 42 แขวงคลองสองต้นนุ่น
เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

ตำแหน่งและประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2559 ถึง ปัจจุบัน ข้าราชการครูกรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ
สังกัดสำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2545	ครุศาสตรบัณฑิต (การวัดผลการศึกษาคณะครุศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา
พ.ศ. 2561	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การบริหารการศึกษา) มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2567	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา) วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

ผลงานวิจัย

Jornkokgoud, K., Jairew, W., MD, F., & Rueboon, W. (2022) Influence of teachers' basic technological competency on behavioral intention to use online teaching tools post COVID-19 pandemic. Paper presented at the 1st International Conference on Education 2022: Innovation in Education ,Online

วนิชยา ใจเร็ว, ดวงรัตน์ เหลืองอ่อน และ คณิติน จรโคกกรวด. (2566). โมเดลความสัมพันธ์เชิง
สาเหตุการยอมรับเทคโนโลยีสำหรับการสอนออนไลน์ของครูในช่วงแพร่ระบาดของโควิด-19.
Journal of Modern Learning Development. 8 (5),31-48.

ศศิภา จันทรา, วณิชยา ใจเร็ว, คณิติน จรโคกกรวด, วิเชียร ฐัญญู. (2566). โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของผู้นำมุ่งเน้นอนาคตต่อความตั้งใจการลงทุนด้านสาธารณสุขรูปแบบตัวแปรกำกับและอิทธิพลส่งผ่านของการรับรู้ความสามารถของตนเองและการรับรู้การสนับสนุนทางสังคม.

วารสารสังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 7(4), 270-280.

คณิติน จรโคกกรวด, วิเชียร ฐัญญู, วณิชยา ใจเร็ว, ศศิภา จันทรา, และ ปริญญา เรืองทิพย์. (2564).

บุคลิกภาพแบบหวั่นไหวสัมพันธ์กับความเครียดของโปรแกรมเมอร์ในช่วงแพร่ระบาดของโรค ไวรัสโคโรนา 2019. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 6(6), 77-88.

วณิชยา ใจเร็ว, คณิติน จรโคกกรวด, วิเชียร ฐัญญู, ศศิภา จันทรา และปริญญา เรืองทิพย์. (2564).

ความผูกพันในองค์กรส่งผลต่อความเหนื่อยหน่ายของครู สังกัดสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยมีการแสดงความรู้สึกละขณะปฏิบัติงานเป็นตัวแปรส่งผ่าน. [Paper presentation] การประชุมสวนสุนันทาวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 9 เรื่อง “การยกระดับงานวิจัยสู่นวัตกรรม” (หน้า 366-378).

วิเชียร ฐัญญู, คณิติน จรโคกกรวด, วณิชยา ใจเร็ว, ศศิภา จันทรา และปริญญา เรืองทิพย์. (2564).

ความสัมพันธ์เชิงพฤติกรรมที่ส่งผลต่อความตั้งใจเข้าร่วมการแข่งขันวิ่งมาราธอนในประเทศไทย ภายใต้ภาวะวิกฤต โควิด-19. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 13(2), 156-175.

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	วนิชยา ใจเร็ว
วัน เดือน ปี เกิด	18 พฤษภาคม 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	143 ซอยเคหะร่มเกล้า 42 แขวงคลองสองต้นนุ่น เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
ตำแหน่งและประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2559 ถึง ปัจจุบัน รับราชการครู ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะครูชำนาญการ สังกัดสำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2545 ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) การวัดผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2561 ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม) การบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2568 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด) การวิจัยและสถิติทางวิทยาการ ปัญญา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา