



การเพิ่มความสามารถทางปัญญาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สวูท
ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสำหรับผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง
ENHANCING COGNITIVE FUNCTIONS BY USING SMOOTH PURSUIT EYE MOVEMENT
WITH AUDITORY RHYTHMIC CUEING PROGRAM FOR MODERATE POST-TRAUMATIC
BRAIN INJURY: AN EEG STUDY

พิทักษ์ ทองสุข

มหาวิทยาลัยบูรพา

2565

3921648750
BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

59810093_3921648750

การเพิ่มความสามารถทางปัญญาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัท
ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสำหรับผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง: การศึกษาค้นไฟฟ้าสมอง

พิทักษ์ ทองสุข

คุณฉันทน์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

ENHANCING COGNITIVE FUNCTIONS BY USING SMOOTH PURSUIT EYE MOVEMENT
WITH AUDITORY RHYTHMIC CUEING PROGRAM FOR MODERATE POST-TRAUMATIC
BRAIN INJURY: AN EEG STUDY

PITARK THONGSOOK

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

2022

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

คณะกรรมการควบคุมดุชนิพนธ์และคณะกรรมการสอบดุชนิพนธ์ได้พิจารณาดุชนิพนธ์ของ พัทธ์ ทงสุข ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา ดุชนิพนธ์ สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมดุชนิพนธ์


..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร. ศราวิน เทพสถิตย์ภรณ์)

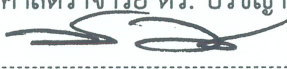

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจญา แก้วแก่น)

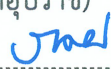
คณะกรรมการสอบดุชนิพนธ์


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. อัครเดช ศิริพร)


..... กรรมการ
(ดร. ศราวิน เทพสถิตย์ภรณ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจญา แก้วแก่น)


..... กรรมการ
(ดร. พิศ วงศ์อุปราช)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ภัทราวดี มากมี)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับดุชนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา ดุชนิพนธ์ สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
และวิทยาการปัญญา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ภัทราวดี มากมี)

วันที่ 14 เดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๕



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

59810093: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา; ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)

คำสำคัญ: โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ, ความสามารถทางปัญญา

พิทักษ์ ทองสุข : การเพิ่มความสามารถทางปัญญาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสำหรับผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง. (ENHANCING COGNITIVE FUNCTIONS BY USING SMOOTH PURSUIT EYE MOVEMENT WITH AUDITORY RHYTHMIC CUEING PROGRAM FOR MODERATE POST-TRAUMATIC BRAIN INJURY: AN EEG STUDY) คณะกรรมการควบคุมดัชนีพนธ์: ศราวิน เทพสถิตย์ภรณ์, ปร.ด., ปรัชญา แก้วแก่น, ปร.ด. ปี พ.ศ. 2565.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะของวัยรุ่นที่ได้รับบาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง และ 2) ทดสอบผลของโปรแกรม โดยเป็นการออกแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบสองกลุ่มวัดก่อนและหลังการทดลอง (Pre-test – Post-test Control Group Design) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลางจำนวน 44 คน ได้รับการคัดเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนด แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยวิธีสุ่มอย่างง่ายแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 22 คน (ได้รับการดูแลปกติ) และกลุ่มทดลอง 22 คน (ได้รับการฝึกโปรแกรม) การศึกษาประกอบด้วย 2 ระยะ ระยะแรกเป็นการพัฒนาโปรแกรม ระยะที่สองเป็นระยะทดสอบผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยเครื่องมือคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ กิจกรรมทดสอบความใส่ใจ กิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ และเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง Emotiv epoc⁺ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (t-test) ผลการศึกษาที่สำคัญ 1) โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นแบ่งเป็น 4 ชุด แต่ละชุดมีความเร็ว 40, 60, 80 และ 100 ครั้งต่อนาที ใช้เวลาในการฝึกครั้งละ 14 นาทีจำนวน 16 ครั้ง (4 สัปดาห์) 2) ในกลุ่มทดลอง หลังการทดลองมีคะแนนความถูกต้องของการตอบสนองต่อสิ่งเร้ามากกว่าและมีเวลาปฏิบัติตอบสนองน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) นอกจากนี้หลังการทดลองยังพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) พลังงานสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Alpha และ Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เปลือกสมองส่วนหน้า เปลือกสมองด้านข้าง เปลือกสมองส่วนขมับ เปลือกสมองส่วนท้ายทอย และ สรุปรูปการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะอย่างต่อเนื่องช่วยเพิ่มความสามารถทางปัญญาด้านความใส่ใจและการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะของวัยรุ่นที่ได้รับบาดเจ็บสมองในระดับปานกลางได้

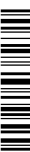


59810093: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE; Ph.D. (RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)

KEYWORDS: SMOOTH PURSUIT EYE MOVEMENT COMPUTER TRAINING PROGRAM, COGNITIVE SUNCIONS

PITARK THONGSOOK : ENHANCING COGNITIVE FUNCTIONS BY USING SMOOTH PURSUIT EYE MOVEMENT WITH AUDITORY RHYTHMIC CUEING PROGRAM FOR MODERATE POST-TRAUMATIC BRAIN INJURY: AN EEG STUDY. ADVISORY COMMITTEE: SARAWIN THEPSATITPORN, Ph.D., PRATCHAYA KEAWKAEN, Ph.D. 2022.

Objectives of the research were 1) to develop a program involving smooth pursuit eye movement with auditory rhythmic cueing for adolescents with moderate post-traumatic brain injury and 2) to examine the effects of the program by undertaking quasi-experimental research using a pre-test – post-test control group design. The participants with moderate post-traumatic brain injury consisted of 44 people who met the criteria. Group selection used a simple random method which resulted in 22 participants in the control group (usual care) and 22 participants in the experimental group (training program). The study comprised two phases. The first phase was the program development. The second phase was the test of program effects. The research instruments consisted of participant screening tools, the smooth pursuit eye movement with auditory rhythmic cueing program, an attention network task, cued recall memory task and Emotiv epoc⁺ EEG. Data were analysed as frequency, percentage, mean, standard deviation, and *t*-test. Salient findings were as follows: 1) the developed program had four sessions. They were 40, 60, 80, and 100 beats per minute. Each training session was 14 minutes in duration. The program involved a total of 16 sessions over four weeks). 2.) On the post-test, the experimental group had greater attention accuracy and less reaction time than on the pre-test with statistical significance ($p < .05$). Moreover, in the post-test, the experimental group had more accuracy of cued recall memory than the control group with statistical significance ($p < .001$). In absolute powers of EEG, alpha and beta elicited by the attention network task in the post-test were higher than in the pre-test with statistical significance ($p < .05$), especially at frontal, parietal, temporal, and occipital cortices. In conclusion, a training program involving smooth pursuit eye movement with auditory rhythmic cueing for adolescents with moderate post-traumatic brain injury enhances cognitive functions of attention and cued recall memories.



กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก ดร.ศราวิน เทพสถิตย์ภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผศ.ดร.ปรัชญา แก้วแก่น อาจารย์ ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ต้องตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา และรองศาสตราจารย์ดร. อัครเดช ศิริพร ประธานคณะกรรมการสอบปากเปล่าที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนทำให้ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ แหนจอน ดร.ศราวุธ ราชมณี น.พ.ก่อกนกนธ์ เอื้อเฟื้อ น.พ.สุจิระ ปรีชาวิทย์ และพ.ญ.ชญาจิต จิตกรณกิจศิลป์ ที่ได้ให้ความกรุณาและอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ พันจ่าเอก ณรงค์ชัย สมใจ หน.กลุ่มงานการพยาบาลศัลยกรรม รพ.สมเด็จพระยุพราชสระแก้ว ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ พว.สมลักษณ์ ทองสุข หน.หอผู้ป่วยใน รพ.บ้านฉาง จังหวัดระยอง ภรรยาของข้าพเจ้า ที่เป็นกำลังใจสำคัญ และให้การช่วยเหลือสนับสนุนดูแลผู้วิจัยในทุกด้าน โดยเฉพาะการดูแลครอบครัวได้เป็นอย่างดี ในระหว่างที่ข้าพเจ้าศึกษา ขอขอบคุณเพื่อน พี่น้อง และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาล ทุกคน ที่เป็นกำลังใจทั้งทางตรงและทางอ้อม และมีส่วนช่วยให้การทำดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

พิทักษ์ ทองสุข

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ	ต
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย	9
สมมติฐานการวิจัย	13
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย	13
ขอบเขตของการวิจัย.....	14
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	15
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาทักษะด้านความใส่ใจ.....	20
ตอนที่ 2 การรับรู้ทางสายตาและทางการได้ยินเสียง คุณลักษณะของสิ่งเร้า และงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง.....	32
ตอนที่ 3 ความจำ การเรียกคืนความจำ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	52
ตอนที่ 4 การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	62
ตอนที่ 5 การบาดเจ็บสมอง	93



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	105
ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	106
ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	121
บทที่ 4 ผลการวิจัย	153
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	154
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องของผู้บาดเจ็บสมองระดับ ปานกลาง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะที่พัฒนาขึ้น.....	160
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบ การระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทและเสียงกำกับจังหวะ.....	230
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล.....	232
สรุปผลการวิจัย.....	233
การอภิปรายผล	236
ข้อเสนอแนะ	244
บรรณานุกรม.....	246
ภาคผนวก.....	267
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	268
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	270
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	288
ภาคผนวก ง เอกสารรับรองจริยธรรม.....	308
ภาคผนวก จ ข้อมูลและกิจกรรมการทดลอง.....	314

ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	316

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ชนิดของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองจำแนกตามความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง	74
ตารางที่ 2 ชื่อของเปลือกสมองและตำแหน่งวางขั้วไฟฟ้าตามระบบ 10/20 System	83
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่าง ก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูท ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	116
ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่าง ก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูท ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	117
ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการ ทดลองในกลุ่มใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับ จังหวะ	118
ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการ ทดลองในกลุ่ม ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับ จังหวะ	119
ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการ ทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับ เสียงกำกับจังหวะ	120
ตารางที่ 8 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 1 เขต ที่ 1126	
ตารางที่ 9 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 2 เขต ที่ 2	127
ตารางที่ 10 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 3 เขต ที่ 3	128
ตารางที่ 11 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 4 เขต ที่ 4	129



ตารางที่ 12 กำหนดการสอนกิจกรรมการทดลองบนโปรแกรม ระยะก่อนการทดลอง	137
ตารางที่ 13 การเก็บข้อมูลและวัดคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนการทดลอง	142
ตารางที่ 14 การเก็บข้อมูลและวัดคลื่นไฟฟ้าสมองหลังการทดลอง	144
ตารางที่ 15 การเก็บข้อมูลการทำแบบทดสอบการเรียกคืนความจำแบบวลีคำโดยมีตัวชี้แนะใน ระยะติดตามผล	146
ตารางที่ 16 จำนวนและร้อยละลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	161
ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (เพศ)ระหว่างกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลอง	164
ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (อายุ)ระหว่างกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลอง	164
ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (ระดับการศึกษา) ระหว่าง กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	164
ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การเล่นเกม) ระหว่างกลุ่ม ควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	164
ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การนอนหลับพักผ่อน) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	165
ตารางที่ 22 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การรับประทานยาบำรุงหรือ ผลิตภัณฑ์อาหารเสริม) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	165
ตารางที่ 23 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การสูบบุหรี่) ระหว่างกลุ่ม ควบคุมและกลุ่มทดลอง.....	165
ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การได้รับการผ่าตัด) ระหว่าง กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	165
ตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การออกกำลังกาย) ระหว่าง กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	166
ตารางที่ 26 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเทอร์ สุทรมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	166

ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	168
ตารางที่ 28 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	169
ตารางที่ 29 ผลการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ (มิลลิวินาที).....	170
ตารางที่ 30 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ	173
ตารางที่ 31 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Low Beta ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ	175
ตารางที่ 32 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน High Beta ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ	177
ตารางที่ 33 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Alpha ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ	180
ตารางที่ 34 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ	182
ตารางที่ 35 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ	184

ตารางที่ 36 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha (μV^2) ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ	186
ตารางที่ 37 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test; ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	191
ตารางที่ 38 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test; ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะ.....	196
ตารางที่ 39 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test; ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	200
ตารางที่ 40 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะ.....	205
ตารางที่ 41 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	209
ตารางที่ 42 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ	214

ตารางที่ 43 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการเสี่ยงก้ำกับังหะ	219
ตารางที่ 44 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการเสี่ยงก้ำกับังหะ.....	225
ตารางที่ 45 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะหลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้โปรแกรมและกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม.....	231



3921648750

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2 เส้นทางการควบคุมความใส่ใจจากบนลงล่าง (Top-Down Regulation).....	25
ภาพที่ 3 แบบจำลอง Broadbent's Filter Model.....	27
ภาพที่ 4 แบบจำลอง Treisman's Attenuation Model.....	28
ภาพที่ 5 ทฤษฎี Feature-Integration Theory of Attention.....	28
ภาพที่ 6 แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์.....	29
ภาพที่ 7 กฎแห่งความแน่นอนและชัดเจน จากทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลท์	32
ภาพที่ 8 กฎแห่งความคล้ายคลึง จากทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลท์.....	33
ภาพที่ 9 กฎแห่งความใกล้ชิด จากทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลท์	33
ภาพที่ 10 กฎแห่งการสิ้นสุด จากทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลท์.....	34
ภาพที่ 11 แบบทดสอบ ดิทูเทสต์ (d2 Test).....	43
ภาพที่ 12 แบบทดสอบความผันแปร.....	43
ภาพที่ 13 แบบทดสอบ Attention Network Test (ANT)	44
ภาพที่ 14 สมอที่เกี่ยวกับการรับรู้ภาพ.....	46
ภาพที่ 15 โมเดลระบบความจำของมนุษย์ Atkinson and Shiffrin memory model.....	52
ภาพที่ 16 แสดงพื้นที่สำคัญของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ ภาพตัดขวางแนวนอนของสมอง (Horizontal Cerebral Section).....	55
ภาพที่ 17 พื้นที่สมองที่ทำหน้าที่ การลงรหัส และการเรียกคืนความจำ แสดงจากภาพถ่ายสมอง ด้วย รังสีโพสิตรอน (Positron Emission Tomography: PET)	55
ภาพที่ 18 ตัวอย่างรูปแบบของสิ่งกระตุ้น และการทดสอบการเรียกคืนความจำ.....	59
ภาพที่ 19 คลื่นสมองที่มีบทบาทสำคัญ.....	65
ภาพที่ 20 ที่มาของเครือข่ายการทำงานของสมอง.....	66
ภาพที่ 21 ลักษณะคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography: EEG).....	74

ภาพที่ 22 การวางขั้วไฟฟ้ารูปแบบระบบ 10/20.....	76
ภาพที่ 23 ลักษณะของเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมองแบบไร้สาย EMOTIV EPOC ⁺ ที่มา.....	79
ภาพที่ 24 การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าและการสวมใส่ EMOTIV EPOC ⁺	80
ภาพที่ 25 ตำแหน่งอิเล็กโทรดของ EMOTIV EPOC กับพื้นที่บริเวณสมอง	80
ภาพที่ 26 Bipolar Montages	84
ภาพที่ 27 Common Reference Montage	85
ภาพที่ 28 Average Reference Montage.....	86
ภาพที่ 29 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงก้ำกับังหะ	106
ภาพที่ 30 การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงก้ำกับังหะ.....	111
ภาพที่ 31 สีและอัตราส่วนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทและเสียงก้ำกับังหะ.....	113
ภาพที่ 32 ความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงก้ำกับังหะ	116
ภาพที่ 33 ความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงก้ำกับังหะ.....	117
ภาพที่ 34 เวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงก้ำกับังหะ	118
ภาพที่ 35 เวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงก้ำกับังหะ	119
ภาพที่ 36 ความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงก้ำกับังหะ..	120



3921648750

ภาพที่ 37 ขั้นตอนการเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	121
ภาพที่ 38 แบบแผนการทดลองแบบ Pretest and Posttest Control Group Design	123
ภาพที่ 39 วงกลมสีต่างระดับ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	127
ภาพที่ 40 ภาพเป้าหมายที่แสดงทิศทางในแบบทดสอบความใส่ใจ	130
ภาพที่ 41 ภาพชี้แนะ (Cue) ในแบบทดสอบความใส่ใจ	131
ภาพที่ 42 ภาพเป้าหมายและภาพชี้แนะ ในแบบทดสอบความใส่ใจ.....	131
ภาพที่ 43 ตัวอย่างกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ ระยะการจำก่อนการทดสอบ	132
ภาพที่ 44 ตัวอย่างลำดับเหตุการณ์ของชุดกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) ระยะการจำก่อนการทดสอบ	133
ภาพที่ 45 แสดงชุดกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) ระยะทดสอบการเรียกคืนความจำ	134
ภาพที่ 46 ตัวอย่างลำดับเหตุการณ์ของชุดกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำ โดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) ระยะการทดสอบการเรียกคืนความจำ.....	134
ภาพที่ 47 แสดงการสวมอุปกรณ์ EMOTIV รุ่น EPOC + ...	135
ภาพที่ 48 ตำแหน่งช่องสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง EMOTIV EEG.....	136
ภาพที่ 49 กิจกรรมการสอนการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	138
ภาพที่ 50 ขั้นตอนระยะก่อนการทดลอง	139
ภาพที่ 51 ตำแหน่งของอิเล็กโทรดทั้ง 14 Channel ของ Emotiv Epoc ⁺ รองรับสมองส่วนต่าง ๆ .	140
ภาพที่ 52 การสวมHeadset ที่มีขั้วไฟฟ้า (Electrode) และการบรรจุน้ำเกลือ (Electrolyte) เพื่อนำสัญญาณไฟฟ้า.....	141
ภาพที่ 53 หน้าจอแสดงค่าความต้านทานในแต่ละขั้วไฟฟ้า (Impedance)	141
ภาพที่ 54 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	147

ภาพที่ 55 หน้าต่างโปรแกรม Excel แสดงการบันทึกค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองแยกตามย่านความถี่ต่างๆ ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมอง.....	149
ภาพที่ 56 มุมการเคลื่อนไหวตาๆ และระยะห่างระหว่างตา กับหน้าจอคอมพิวเตอร์	155
ภาพที่ 57 ไอคอนการเข้าโปรแกรม	156
ภาพที่ 58 หน้าจอของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	157
ภาพที่ 59 แสดงหน้าจอของโปรแกรม ฯ และไอคอนฟังก์ชันต่างๆของการเข้าสู่การฝึก.....	157
ภาพที่ 60 แสดงภาพรูปร่างกลมสีแดงปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เคลื่อนที่ตามเวลาและความเร็วที่กำหนด.....	158
ภาพที่ 61 สรุปขั้นตอนการปฏิบัติในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ในแต่ละวัน.....	160
ภาพที่ 62 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความถูกต้องของการตอบสนองของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	167
ภาพที่ 63 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ (มิลลิวินาที).....	169
ภาพที่ 64 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความถูกต้องการตอบสนองหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	170
ภาพที่ 65 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ (มิลลิวินาที).....	171
ภาพที่ 66 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+	172
ภาพที่ 67 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรม	187
ภาพที่ 68 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรม	188

ภาพที่ 69 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม.....	188
ภาพที่ 70 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital Lobe) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	189
ภาพที่ 71 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรอล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	189
ภาพที่ 72 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทาล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม.....	190
ภาพที่ 73 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	190
ภาพที่ 74 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+ กลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่มีค่าพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง.....	191
ภาพที่ 75 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	192
ภาพที่ 76 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทาล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม.....	193
ภาพที่ 77 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	193

ภาพที่ 78 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	194
ภาพที่ 79 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	194
ภาพที่ 80 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างระยะก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	195
ภาพที่ 81 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+ กลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่มีค่าพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง.....	195
ภาพที่ 82 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม.....	197
ภาพที่ 83 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล(Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม.....	197
ภาพที่ 84 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	198
ภาพที่ 85 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	198
ภาพที่ 86 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณบริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	199

ภาพที่ 87 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างระยะก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	199
ภาพที่ 88 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+ กลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการ เคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่มีค่าพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง.....	200
ภาพที่ 89 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	201
ภาพที่ 90 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	202
ภาพที่ 91 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	202
ภาพที่ 92 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	203
ภาพที่ 93 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	203
ภาพที่ 94 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	204
ภาพที่ 95 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+	204
ภาพที่ 96 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	206

ภาพที่ 97 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม.....	206
ภาพที่ 98 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	207
ภาพที่ 99 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	207
ภาพที่ 100 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	208
ภาพที่ 101 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	208
ภาพที่ 102 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC ⁺	209
ภาพที่ 103 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม.....	210
ภาพที่ 104 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม.....	211
ภาพที่ 105 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	211
ภาพที่ 106 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	212

ภาพที่ 107 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	212
ภาพที่ 108 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	213
ภาพที่ 109 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+	213
ภาพที่ 110 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรว่มกับเสียงกำกับจังหวะ.....	215
ภาพที่ 111 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรว่มกับเสียงกำกับจังหวะ	215
ภาพที่ 112 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรว่มกับเสียงกำกับจังหวะ .	216
ภาพที่ 113 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital Lobe) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรว่มกับเสียงกำกับจังหวะ	216
ภาพที่ 114 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรว่มกับเสียงกำกับจังหวะ	217
ภาพที่ 115 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรว่มกับเสียงกำกับจังหวะ .	217

ภาพที่ 116 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ...	218
ภาพที่ 117 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+	219
ภาพที่ 118 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	220
ภาพที่ 119 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F7 F8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	221
ภาพที่ 120 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	221
ภาพที่ 121 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital Lobe) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	222
ภาพที่ 122 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	222
ภาพที่ 123 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ	223
ภาพที่ 124 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่าง	



กลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับ จังหวะ.....	223
ภาพที่ 125 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC ⁺	224
ภาพที่ 126 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตา แบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	226
ภาพที่ 127 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล(Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F7 F8 หลังการ ทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูท ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ.....	226
ภาพที่ 128 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 หลังการทดลองระหว่างกลุ่ม ใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับ จังหวะ.....	227
ภาพที่ 129 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital Lobe) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียง กำกับจังหวะ.....	227
ภาพที่ 130 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 หลังการทดลองระหว่าง กลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับ จังหวะ.....	228
ภาพที่ 131 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับ เสียงกำกับจังหวะ	228
ภาพที่ 132 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่าง	

กลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับ จังหวะ	229
ภาพที่ 133 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+	230

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบาดเจ็บสมอง (Traumatic brain injury: TBI) เป็นสาเหตุทำให้โครงสร้างรวมถึงการทำหน้าที่ของสมองเปลี่ยนแปลงและบกพร่องเกิดการเสื่อมถอยของหน้าที่ทางปัญญา (Cognitive impairment) เป็นผลเนื่องมาจากกลไกการบาดเจ็บ ที่รุนแรงและกระทบกระเทือนต่อโครงสร้างบริเวณเปลือกสมอง (Cerebral Cortex) โดยเฉพาะเกิดกับเปลือกสมองส่วน ฟรอนทัล (Frontal Cortex Area) การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุต่าง ๆ เช่น ยานพาหนะ การถูกทำร้ายร่างกายหรือการพลัดตกจากที่สูง กลไกการบาดเจ็บดังกล่าว จะทำให้เปลือกสมองส่วนหน้า กระทบกระเทือนจากการบาดเจ็บ และถูกทำลาย ส่งผลต่อการทำหน้าที่ทางปัญญาของสมองบกพร่อง เช่น การรับรู้ (Perception) ความจำการเรียนรู้ (Memory and Learning) และความใส่ใจ (Attention) (Hara, Shanmugalingam, McIntyre, & Burhan, 2021) ซึ่งความใส่ใจเป็นส่วนหนึ่งของหน้าที่ทางปัญญาที่สำคัญโดยจะเชื่อมโยงหน้าที่บริหารจัดการสมอง (Executive Function) ด้านอื่น ๆ แต่เมื่อการทำหน้าที่ดังกล่าวบกพร่อง จะส่งผลต่อพฤติกรรม กิจกรรมประจำวัน การสื่อสาร การคิด การตัดสินใจ อารมณ์ รวมถึงพฤติกรรมการอยู่ร่วมในสังคมของผู้บาดเจ็บสมอง (Ponsford et al., 2014) ส่งผลกระทบต่อ การช่วยเหลือตัวเองในการทำกิจกรรมประจำวัน และคุณภาพชีวิต ทำให้ผู้บาดเจ็บสมองต้องเข้าสู่ภาวะพึ่งพา (Khati et al., 2013)

การบาดเจ็บสมองเป็นสาเหตุสำคัญของความพิการ ส่วนใหญ่เกิดจาก อุบัติเหตุจราจร ในประชากรวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ในแต่ละปีประมาณการณได้มากถึง 69 ล้านคนและเกิดภาวะแทรกซ้อนความทุกข์ทรมานจากการบาดเจ็บสมองซึ่งร้อยละ 81 เป็นการบาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง (Dewan et al., 2018) ประชากรของประเทศซึ่งมีมาตรฐานการดำรงชีวิตระดับปานกลางประมาณ 20 – 50 ล้านคนทั่วโลก ที่ได้รับผลกระทบจากการบาดเจ็บและเสียชีวิตประมาณ 1.2 ล้านคนต่อปี ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ ซึ่งรวมถึงประเทศไทย (National Center for Injury Prevention and Control, 2015) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการบาดเจ็บสมองเกิดขึ้นกับเซลล์ประสาทและระบบหลอดเลือดภายในสมองทำให้เกิดอาการเสื่อมสภาพทางระบบสมอง เช่น มีการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมและอารมณ์ซึ่งพบได้ร้อยละ 49.8 (Ponsford et al., 2019) ในช่วงอายุ 15 – 25 ปี มีการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมและการดำเนินชีวิตอันเป็นผลจากการบาดเจ็บสมองมากที่สุด และหากไม่ได้รับการดูแลอย่างเหมาะสมและมีความปลอดภัยจากการบาดเจ็บในระยะแรกจะส่งผลให้เกิดอาการข้างเคียงในระยะฟื้นฟูได้นาน 3 เดือน ถึง 1 ปี อาการข้างเคียงดังกล่าวได้แก่



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

อาการปวดศีรษะ อาการขาดสมาธิ หลงลืมและขาดความใส่ใจ เกิดความยากลำบากในการดำเนินชีวิต เนื่องจากการทำหน้าที่ทางสมองดังกล่าวนี้เป็นพื้นฐานสำคัญของความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ส่งผลให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินชีวิตอย่างคล่องตัวรวมถึงความสามารถในการประกอบอาชีพ ทำให้คุณภาพชีวิตของผู้บาดเจ็บสมองลดลง (Andelic et al., 2018; Dams-O'Connor et al., 2018)

วัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ตอนต้นจะเป็นช่วงวัยที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถทางปัญญา (Cognitive functions) โครงสร้างและเซลล์สมองที่ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ บริเวณเปลือกสมองด้านข้างส่วนหน้า (Dorsolateral Prefrontal Cortex : DLPFC) และสมองส่วนขมับเป็นส่วนที่ได้รับผลกระทบโดยตรง ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นสมองส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ทางปัญญาสำคัญรวมทั้งความใส่ใจ (Attention) (Lee & Kim, 2018) ดังนั้นการพัฒนาความใส่ใจ จึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการฟื้นฟูหน้าที่ทางปัญญาโดยผู้บาดเจ็บสมองในช่วงวัยดังกล่าว ถือเป็นช่วงวัยของบุคคลที่เกิดมาพร้อมกับความเจริญทางด้านเทคโนโลยีเป็นยุคแห่งการสื่อสารที่ควบคุมมาตั้งแต่เกิด (Digital Native) มีทักษะการทำการกิจกรรมได้หลายอย่างในเวลาเดียวกัน (Multitask Skills) ความใส่ใจจะถูกแบ่งเพื่อให้ความสำคัญและมุ่งเน้น ต่อสิ่งเร้าที่อยู่รอบตัวได้หลากหลาย การบาดเจ็บทางสมองจึงทำให้เกิดการปิดกั้น การพัฒนา ด้านร่างกายและจิตใจ ดังนั้นกิจกรรมการฟื้นฟู จึงต้องเป็นกิจกรรมที่มีส่วนกระตุ้นการทำงานของสมองส่วนที่เกิดความบกพร่องด้านหน้าที่ความใส่ใจ เพราะกิจกรรมที่เหมาะสมจะส่งผลต่อความใส่ใจสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของหน้าที่ทางปัญญาของบุคคลได้ (Morris, Sparks, Mitchell, Weickert, & Green, 2012)

เปลือกสมองแต่ละส่วนมีหน้าที่สำคัญและประสานการทำงานเชื่อมโยง เช่น สมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ส่วนเทมพอร์ล (Temporal Lobe) มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ทางปัญญา เช่น ความใส่ใจ ความจำ การเรียนรู้ และความเข้าใจภาษา สมองส่วนพาริเทัล (Parietal Lobe) มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น การแปลความหมาย การรับรู้ต่อสิ่งเร้า ดังนั้นการบาดเจ็บสมองจึงเป็นการทำให้ส่งผลกระทบต่อการทำงานหน้าที่ทางปัญญาหลายหน้าที่โดยเฉพาะความใส่ใจ (Johansson, 2021) ซึ่งในสภาพแวดล้อมของบุคคลมีสิ่งเร้าจำนวนมาก และส่งผลต่อความใส่ใจ โดยความใส่ใจ เป็นการทำหน้าที่เกี่ยวข้องและต่อเนื่องของหน้าที่ทางปัญญา อาจทำให้เพิ่มหรือลดการทำกิจกรรมที่เชื่อมโยงหน้าที่ทางปัญญาด้านอื่น การเชื่อมโยงหน้าที่ของสมองแต่ละส่วนจะประสานกัน หากเกิดความบกพร่องของกระบวนการบริหารจัดการสมอง ความใส่ใจต่อสิ่งเร้า (Stimulus) จะเป็นส่วนหนึ่งที่มีส่วนสำคัญมากและจะได้รับผลกระทบจากการบาดเจ็บสมอง (Bigler, 2008) การเรียนรู้ของบุคคลจะเกี่ยวข้องกับความใส่ใจเป็นหน้าที่ ที่เริ่มเป็นระดับตั้งแต่ การเสาะหา (Searching) การคัดสรร (Selecting) การแยกแยะ (Discrimination) และการประมวลผลทางปัญญา (Cognitive Processing) หน้าที่ดังกล่าวจะเสียสมดุล หน้าที่ความใส่ใจจะมุ่งเน้นต่อจำนวนข้อมูลที่จำกัด มีการคัด

กรองการไหลผ่านของข้อมูลเข้าสู่ระบบ ประสาทรับความรู้สึก (Sensory Organ) โดยจะเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของข้อมูลที่ตรงประเด็นหรือมีความสำคัญขณะเดียวกันก็จะกำจัดหรือลดการไหลของข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ดังนั้นความใส่ใจจะปรากฏอยู่เกือบทุกลักษณะของพฤติกรรม ความใส่ใจที่เกิดจากกระบวนการบริหารจัดการสมอง ที่ไม่ต่อเนื่องและขาดการเชื่อมโยงจะทำให้ขาดความสมดุลต่อหน้าที่ทางปัญญา จะเห็นได้ว่ากระบวนการทางปัญญาในแต่ละระดับ จะประสานเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบ โดยหน้าที่ทางปัญญา ก็จะมีมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ความใส่ใจจะเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหน้าที่ทางปัญญาที่สำคัญมาก เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องจากการรับรู้ (Perception) หากความใส่ใจมีประสิทธิภาพ การทำหน้าที่ของกระบวนการด้านอื่นจะเกิดการพัฒนาด้วย เช่นความจำ (Memory Process) ได้แก่ การเข้ารหัสข้อมูล (Encoding) และการเรียกคืนข้อมูล (Retrieval) เพื่อนำมาใช้ในการแสดงออก หรือการมีกิจกรรมที่เหมาะสมจะดีขึ้น ดังนั้นจะเห็นว่า ความใส่ใจ ทำให้บุคคลสามารถพัฒนาหน้าที่ทางปัญญาได้อย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตาม บุคคลที่ขาดเจ็บบสมอง การทำหน้าที่ของสมองบริเวณที่ขาดเจ็บบกพร่องหรือผิดปกติ จะทำให้พัฒนาการและหน้าที่ทางปัญญา บกพร่องไปด้วย ได้แก่ หน้าที่การปฏิบัติกิจกรรมประจำวัน การสื่อสาร การแสดงออกทางอารมณ์ พฤติกรรมต่างๆ ย่อมได้รับผลกระทบโดยตรง (Wilson et al., 2021)

เครือข่ายสมอง (Neural Network) และส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ (Perception) บุคคลสามารถรับรู้สิ่งเร้าได้จากประสาทสัมผัสหลายด้านแต่โดยส่วนใหญ่รับรู้จาก การมองเห็นและการได้ยิน ซึ่งเป็นระบบรับรู้พิเศษ (Special Sense) ที่ทำให้บุคคลสามารถรับข้อมูลจากสิ่งเร้าจำนวนมากที่อยู่รอบตัว (Yang et al., 2018) บุคคลจะใช้หน้าที่ทางปัญญา ด้านความใส่ใจ เพื่อเลือกให้ความใส่ใจข้อมูลจากสิ่งเร้าจำนวนมาก (Selective Attention) มาใช้และเพิ่มความใส่ใจที่มุ่งเน้นต่อสิ่งเร้านั้น (Focus Attention) การทำหน้าที่ทางปัญญา ด้านอื่น ๆ และแสดงออก (Representative) ทางพฤติกรรม การรับรู้สิ่งเร้าจำนวนมาก จะลดลงเมื่อบุคคลถูกปิดกั้นช่องทางการรับรู้ที่ผ่านระบบประสาทรับความรู้สึก หรือวงจรการรับ ส่ง และการแสดงผลของระบบรับรู้ความรู้สึก (Sensory System) การถูกปิดกั้นโดยตรงทั้งจากพยาธิสภาพการขาดเจ็บบสมอง ที่ทำให้บริเวณเปลือกสมองส่วนการได้ยิน (Auditory Cortex) และการมองเห็น (Visual Cortex) ถูกทำลายทำให้สูญเสียหน้าที่ไปจะทำให้ หน้าที่ทางปัญญา (Cognitive Functions) บกพร่อง ประเด็นสำคัญคือ บุคคลจะอย่างไรเพื่อดำเนินชีวิตได้อย่างสมดุลหากกระบวนการคิด การสื่อสาร การแสดงออกสูญเสียหน้าที่ ซึ่งสืบเนื่องจาก หน้าที่ทางปัญญาด้านความใส่ใจและความจำบกพร่องหรือสูญเสียไป

โครงสร้างสมองบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ระดับเซลล์สมองที่ได้รับผลกระทบโดยตรงบริเวณที่บาดเจ็บ เกิดความผิดปกติของการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าการเชื่อมโยงของสารสื่อประสาท การสื่อสารระดับเซลล์สมองเกิดการเปลี่ยนแปลง การทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์ เช่น ความใส่ใจ ความจำ การประมวลผล การสื่อสาร การพูด (Dams-O'Connor et al.,

2018) เกิดความบกพร่องด้านความใส่ใจของ ผู้ได้รับบาดเจ็บสมองโดยตรง ในกลุ่มผู้บาดเจ็บสมองที่เป็นวัยเรียนระดับอาชีวศึกษาพบว่าภายหลังบาดเจ็บสมองจะมีความยากลำบากในการเรียนและกิจกรรม (Ponsford et.al., 2014) และนอกจากนั้นผู้บาดเจ็บสมอง อาจเกิดความยากลำบากหรือการหยุดชะงักการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องจากปัญหาความแปรปรวนในการคิด สภาวะอารมณ์ แรงจูงใจ ความสัมพันธ์ทางสังคมและ ความเชื่อมั่นต่อการเรียนรู้ (Lee, Vasudevan, Amatya, & Khan, 2019) จากการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกการรับรู้ทางการได้ยินและการมองเห็น ในผู้ใหญ่ตอนต้น จะช่วยพัฒนาความสามารถด้านการรับรู้ที่ดีขึ้นได้ แต่ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับผลที่เกิดในระยะยาว (Yang et al., 2018)

มีการศึกษาด้านความใส่ใจในวัยรุ่น ด้วยการทำกิจกรรมส่งเสริมและพัฒนาหน้าที่ทางปัญญา หลายรูปแบบ เช่น การชมภาพยนตร์สั้นไทยที่มีผลต่อความใส่ใจของวัยรุ่นตอนปลาย (ณัฐพร พวงเกตุ, 2559) ปรากฏว่าการชมภาพยนตร์สั้นสามารถเพิ่มความใส่ใจของวัยรุ่นได้ การใช้โปรแกรมการฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ (ดุสิต โพธิ์พันธุ์, 2559) ปรากฏว่าสามารถเพิ่มความใส่ใจในนักเรียนจำนววิทย์โยธิน ซึ่งถือเป็นกลุ่มวัยรุ่นวัยเรียนเช่นเดียวกัน และการศึกษาการเพิ่มความใส่ใจโดยการให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้บาดเจ็บสมองเล่นเกมที่ใช้วิธีการเดาโดยมีเวลาและความถี่ของการฝึกพบว่าทำให้มีความใส่ใจเพิ่มมากขึ้นรวมถึงหน้าที่ทางปัญญา ส่งผลระยะยาวให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น (Liu & Lu, 2021) ความใส่ใจในวัยรุ่น ด้วยการออกกำลังกายร่วมกับการเคลื่อนไหวของตาอย่างมีแบบแผนจำนวน 8 ครั้งใน 2 สัปดาห์ ปรากฏว่าผลการเรียนของวัยรุ่นดีขึ้น (Organ, 2010) การฝึกบูรณาการกายกับจิต (Integrative Body-Mind Training: IBMT) เป็นโปรแกรมการฝึกสมาธิจิตร่วมกับการใช้จังหวะดนตรี ตามหลักของลัทธิเต๋าและขงจื้อ (Taoism and Confucianism) และหลักการแพทย์ของจีน ใช้เวลาการฝึกครั้งละ 20 นาที เป็นเวลา 5 วัน ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีอัตราการตอบโต้เร็วและถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม (Tang et al., 2007) นอกจากนั้นมีการใช้ยา ที่ออกฤทธิ์กระตุ้นการทำหน้าที่ของสมองที่เกี่ยวข้องด้านความใส่ใจ การฝึกความสามารถในการจำจากสิ่งที่ได้ยิน และสิ่งที่เห็นพร้อม ๆ กัน (N-back working memory training) ในวัยผู้ใหญ่ ปรากฏว่าสามารถพัฒนาความจำและสามารถถ่ายโยงระยะยาว (Far Transfer) มีผลต่อความใส่ใจต่อเนื่องได้ (Pergher, Wittevrongel, Tournoy, Schoenmakers, & Van Hulle, 2018) แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่ผ่านมาเป็นการศึกษาในกลุ่มที่มีภาวะสุขภาพปกติเป็นส่วนใหญ่ กลุ่มวัยรุ่นที่มีพยาธิสภาพสมองได้รับบาดเจ็บ การไหลเวียนโลหิตบริเวณสมองลดลงจากภาวะความดันในสมองเพิ่มขึ้นในระหว่างที่เกิดภาวะการบาดเจ็บที่รุนแรง และภายหลังการบาดเจ็บสมองอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนได้แก่การพักผ่อนนอนหลับถูกรบกวนจากการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อประสาทภาวะการรับรู้ต่อสิ่งเร้าลดลงหรือการตอบสนองต่อสิ่งเร้าลดลง (Hypoarousal and Hypoattention) จึงเป็นกลุ่มเฉพาะที่มีความแตกต่างของพยาธิสภาพและหน้าที่ทางปัญญาของสมอง และนอกจากนั้น การฟื้นฟูหน้าที่ทาง

ปัญหาของผู้ได้รับบาดเจ็บสมองในระดับปานกลางทั้งที่อยู่ในโรงพยาบาลและภายหลังจำหน่ายจากโรงพยาบาล ไม่พบว่ามีอาการฟื้นฟูหน้าที่ทางปัญญาอย่างเป็นรูปธรรม กลุ่มผู้ป่วยบาดเจ็บสมองในระดับปานกลางได้รับการดูแลในโรงพยาบาลรับเป็นผู้ป่วยในระยะเวลาวันนอนเฉลี่ย 2 วัน ภายหลังจำหน่ายจากโรงพยาบาลมีการนัดตรวจติดตามอาการทางสมอง แต่ไม่พบว่ามีอาการฟื้นฟูหน้าที่ทางปัญญา ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการเฉพาะในการพัฒนากิจกรรมการฟื้นฟูหน้าที่ทางปัญญา วิธีการต่างๆที่กล่าวมา มีข้อจำกัด ที่ไม่สามารถใช้กับกลุ่มวัยรุ่นที่บาดเจ็บสมองได้ เช่น การเคลื่อนไหวตาแบบเร็ว หรือการชมภาพยนตร์เพื่อเพิ่มความสนใจ เป็นการเพิ่มสิ่งเร้าที่มากเกินไปจนการรับรู้และอาจเกิดผลข้างเคียงต่อการทำหน้าที่สมอง เช่นอาการ ปวดศีรษะ หรืออาการเวียนศีรษะจากการทำกิจกรรม และส่วนใหญ่ยังเป็นการศึกษาที่มีการวัดเพียงด้านพฤติกรรม และไม่สามารถทำให้เกิดการฟื้นฟูความสามารถทางปัญญา

ความสนใจ เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ทางปัญญาด้านการรับรู้การมองเห็น ร่วมกับการได้ยิน เพื่อสร้างกลไกร่วมกับการกระตุ้นประสบการณ์จากความรู้เดิมของวัยรุ่นที่บาดเจ็บสมอง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ 2 กลไก ได้แก่ 1) กลไกภายนอก (Exogeneous) หรือ กลไกจากบนลงล่าง (Top-down processing) จะเป็นกลไกการรับรู้สิ่งเร้าที่มีลักษณะเด่นทางกายภาพ มีความแตกต่างกันของสิ่งเร้าอย่างชัดเจน เกิดการรับรู้สู่การเปลี่ยนความสนใจโดยอัตโนมัติ 2) กลไกภายใน (Endogenous) หรือ กลไกจากล่างขึ้นบน (Bottom - up processing) เป็นการใช้ความตั้งใจร่วมกับการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมเพื่อให้แสดงพฤติกรรมตามทิศทางที่มุ่งหวัง ทั้ง 2 กลไกจะมีการประสานร่วมกัน เพื่อให้เกิดความสมดุลของการแสดงออกทางพฤติกรรม บริเวณของสมองส่วนที่ทำหน้าที่รับรู้ความรู้สึกการมองเห็น คือสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital lobe) ส่วนการรับรู้ความรู้สึกการได้ยิน คือสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal Lobe) โดยสมองทั้งสองส่วนรับสัญญาณที่ถูกส่งมาจาก ศูนย์รวมสัญญาณประสาทที่ผ่านเข้าออกคือทาลามัส (Thalamus) โดยจะรับส่งสัญญาณมาจากส่วนแรกของเปลือกสมอง (Cortical Area) เช่นรับภาพจากจอภาพตาหรือเรตินาแล้วส่งไปศูนย์ถ่ายทอดสัญญาณประสาทหลักจากจอตา ไปยังระบบประสาทกลาง (Lateral Geniculate Nucleus) ในศูนย์รวมสัญญาณประสาทผ่านเข้าออกที่ทาลามัส ซึ่งจะส่งต่อไปสู่ส่วนแรกของสมองที่รับรู้ความรู้สึกในการมองเห็น (Primary Visual Cortex) ในส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital Lobe) โดยศูนย์รวมสัญญาณประสาทผ่านเข้าออกที่ทาลามัส จะดำเนินการทั้งรับรู้และส่งผ่านข้อมูล ดังนั้นเครือข่ายการเชื่อมโยงที่กล่าวมา และแนวคิดกลไกความสนใจทั้ง 2 กลไก ควรต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดความสนใจ เป็นภาวะที่บุคคลพร้อมที่จะค้นหาหรือรับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์สิ่งเร้าที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากความสนใจเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพ ของความจำ (Sarter, Gehring, & Kozak, 2009)

การศึกษาในกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นที่มีอายุ ระหว่าง 17-24 ปี โดยศึกษาการทำงานของสมอง ระหว่างกลุ่มวัยรุ่นปกติกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์มือถือในการเล่นเกมน โดยการใช้สายตา เพ่งมากกว่า 3 ชั่วโมงต่อวัน ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ปรากฏว่าสมองของกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์มือถือ จะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างบริเวณส่วนพรีฟรอนทัลคอร์เทกซ์ (Prefrontal Cortex) ในชั้นของสมองเนื้อสีเทา (Gray Matter) ทำให้เกิดการลดลงของชั้นสมองเนื้อสีเทา (Liu, Cheng, & Huang, 2011) ซึ่งสมองส่วนดังกล่าวนี้ทำหน้าที่ในการประมวลผลของความจำ รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงชั้นสมองเนื้อสีขาว (White Matter) เส้นใยประสาทสีขาวที่ทำหน้าที่เป็นทางผ่าน ของกระแสประสาทระหว่างชั้นสมองเนื้อสีเทา ในระบบประสาท ความผิดปกติเชิงโครงสร้างเหล่านี้ มี ผลทำให้เกิดความบกพร่องในการทำงานของสมองส่วนที่ควบคุม กระบวนการความคิด (Aad et al., 2013) การขาดการกระตุ้นสมองที่เหมาะสม จะทำให้สมองมีความบกพร่องในการเรียนรู้เนื่องจากตัว เซลล์ประสาทมีปริมาณลดลงในบริเวณสมองส่วนรับรู้ความรู้สึกปฐมภูมิ (Primary Sensory) และ บริเวณควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor Areas) ในบริเวณเปลือกสมองส่วนพรีฟรอนทัล (Prefrontal Cortex) และสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal Cortex) (Mills, Lalonde, Clasen, Giedd, & Blakemore, 2014)

การพัฒนาความใส่ใจโดยฝึกการรับสิ่งเร้าจากการมองและการฟัง มีความสัมพันธ์ต่อการทำ หน้าที่ทางปัญญา สิ่งเร้าที่ผ่านการรับรู้ทั้ง 2 ช่องทางเป็นระบบเครือข่ายที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน สนับสนุนการเพิ่มความใส่ใจ ต่อสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายอย่างชัดเจนและมีสมาธิ ทำให้เกิดการกระตุ้น การสร้างสารสื่อประสาท (Neurotransmitters) ได้แก่ โดปามีน (Dopamine) และ อะซิติลโคลีน (Acetylcholine) สารสื่อประสาทดังกล่าวมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้และความใส่ใจ (Poe, Walsh, & Bjorness, 2010) นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบประสาทที่ เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจ (Motivation) ซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดความใส่ใจ (Himmelheber, Fadel, Sarter, & Bruno, 1998; Sarter et al., 2009) ทฤษฎี Attenuation Theory ของ Treisman (1969) กล่าวถึงการลดจำนวนข้อมูลที่เข้ามาเป็นจำนวนมากเป็นการที่ข้อมูลถูกลดลงจากความไม่ชัดเจน เช่น ลักษณะทางกายภาพ เสียงสูงหรือต่ำ การเคลื่อนไหวเร็วหรือช้า เป็นต้น นอกจากการลดลงของข้อมูล ดังกล่าวแล้ว ยังเป็นการลดลงของข้อมูลจากการจัดลำดับกลุ่มข้อมูล เป็นการเก็บรักษา และดึงออกมา ใช้เมื่อต้องการ หากข้อมูลที่ขาดความใส่ใจ จะถูกละเลยไป ความใส่ใจจะเกิดขึ้นเป็นลำดับ (Hierarchical Process) และเป็นความต่อเนื่องของหน้าที่ทางปัญญาที่เชื่อมโยงกับการรับรู้ (Perception Process) ดังนั้นการเพิ่มความใส่ใจ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตา แบบสมูทเพอร์สวูดร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ (Smooth Pursuit Eye Movements with Auditory Rhythmic Cueing Program) จะเน้นการมีเป้าหมายการมองตาม อย่างชัดเจนเพื่อการกระตุ้นความ ใส่ใจ ที่เฉพาะเจาะจงได้แก่การรับข้อมูลจากสิ่งเร้า กระบวนการรับรู้ (Sensory Process) จะเน้น



ข้อมูลด้านการมองเห็น (Visual) และข้อมูลด้านการได้ยิน (Auditory) ซึ่งมีความเฉพาะกับพื้นที่สมองที่ทำหน้าที่ด้านการรับรู้การมองเห็น (Visual Perception) และสมองส่วนการรับรู้การได้ยิน (Auditory Perception) ทั้ง 2 ส่วนเป็นบริเวณที่ต้องการพัฒนาการรับรู้ต่อสิ่งเร้า (Stimulus) นอกจากนั้น จะต้องมีการเลือกให้ความสนใจ (Selective Attention) กับข้อมูลจำนวนมากที่ระบบประสาทรับสัมผัสเข้ามา เพราะโดยทั่วไปแล้ว การนำข้อมูลจำนวนมากเข้ามาจะเกิดเป็นคอขวด (Bottle Neck) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความใส่ใจ ข้อมูลที่เข้ามาจำนวนมากจึงต้องมีการจัดลำดับความสำคัญและเป็นข้อมูลที่บุคคลเลือกแล้วว่าจะนำไปใช้ในหน้าที่ทางปัญญ่อื่นที่จำเป็นเพื่อการแสดงออกทางพฤติกรรม และสามารถประเมินได้

การประเมินความใส่ใจ สามารถประเมินได้จากคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ ซึ่งเป็นหน้าที่ทางปัญญา หากงานใดที่ง่าย ผิดก็มีทักษะที่ชำนาญแล้วจะใช้ภาระงานของหน้าที่ทางปัญญาน้อยกว่า ตรงกันข้ามกับงานที่ยาก หรืองานใหม่ที่ไม่เคยทำมาก่อนจะใช้ภาระงานของหน้าที่ทางปัญญามากกว่า การประเมินความใส่ใจของบุคคล สามารถประเมินได้ทางพฤติกรรมด้วยแบบทดสอบทางประสาทจิตวิทยา (Neuropsychological Test) เช่น ความสามารถในการค้นหาภาพ (Visual Search Abilities) ความผิดปกติด้านมิติปริภูมิ (Visuospatial Dysfunction) หรือ แบบทดสอบที่ให้ผู้รับการทดสอบให้ความสนใจมุ่งเน้นเฉพาะสิ่งเร้าบางอย่าง และเพิกเฉยต่อสิ่งเร้าอื่นๆ (Eriksen & Eriksen, 1974) ปัจจุบันมีวิธีการประเมินความถูกต้องและความเร็วของปฏิกิริยาต่อการตอบสนอง เช่นการศึกษาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองต่อการเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏภายหลังการรับรู้ต่อสิ่งเร้าและแสดงออก ด้วยการตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นๆ ซึ่งแสดงถึงการประมวลผลต่อกระบวนการตอบสนอง ที่สอดคล้องกับลำดับและระดับของความใส่ใจการศึกษาค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองจึงเป็นการวัดทางด้านชีวภาพที่มีความสำคัญและมีคุณค่าอย่างยิ่งสำหรับการทดสอบทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้และความใส่ใจ (Woodman, 2010) ตลอดจนสามารถนำมาใช้ในการวัดความใส่ใจ โดยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง เป็นการประเมินทางชีวภาพทางสมองที่มีความละเอียด เพราะเป็นการสะท้อนการทำงานของสมองที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจริง สามารถใช้ศึกษาในภาวะบกพร่องการทำงานของสมอง และการพัฒนาความสามารถด้านความใส่ใจได้อีกด้วย (วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์, 2556)

นอกจากพารามิเตอร์ที่ใช้วัดผลลัพธ์กระบวนการของกิจกรรมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์สพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ซึ่งมีการประเมินทั้งด้านพฤติกรรม (Behavioral) ได้แก่ ความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) และเวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ และความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะขณะทำแบบทดสอบการเรียกคืนความจำ (Cue recall task) ยังมีการประเมิน

ทางด้าน คลื่นสมอง (Electroencephalogram: EEG) โดยศึกษาค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการปรากฏของสิ่งเร้า ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดทฤษฎี ได้แก่ แบบจำลอง Selection Model แบบจำลอง Broadbent's Filter Model ทฤษฎี Attenuation Feature-Integration Theory of Attention แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ Model of Human Information Processing มาพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ เพื่อกระตุ้นการบริหารสมองทั้งสองซีกของกลุ่มวัยรุ่นผู้บาดเจ็บสมองซึ่งเป็นกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการฟื้นฟูโดยตรงด้านความสามารถทางปัญญาซึ่งปรากฏการณ์ที่ผ่านมาผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง ภายหลังจำหน่ายจากโรงพยาบาลจะได้รับการติดตามนัดตรวจประเมินอาการเปลี่ยนแปลงทางสมองและทางร่างกาย ส่วนการฟื้นฟูความสามารถทางปัญญาจะได้รับการฟื้นฟูตามธรรมชาติ ดังนั้นโปรแกรมฯ ดังกล่าวเพื่อใช้ในการเพิ่มความสามารถทางปัญญาด้านความใส่ใจ และความจำ รวมทั้งศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่สามารถนำไปใช้ในการฝึกได้ด้วยตนเองและปรับใช้ได้ตามความเหมาะสมกับสถานการณ์ เพื่อเพิ่มความใส่ใจและสามารถถ่ายโยง(Far transfer) เป็นการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cue recall memory) ของผู้บาดเจ็บสมองต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะที่พัฒนาขึ้น ดังนี้
 - 2.1 เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ
 - 2.2 เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ
 - 2.3 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ
 - 2.4 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึก

การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

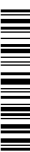
การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เป็นการเคลื่อนไหวที่มีความสัมพันธ์โดยอัตโนมัติอย่างมีแบบแผนด้วยสัญญาณสิ่งเร้าจากภาพร่วมกับเสียงที่เชื่อมต่อการรับสัญญาณในระบบเครือข่ายของพื้นที่เปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) การทำงานของสมองมีการสั่งการและการควบคุมบริเวณเปลือกสมอง (Cerebral Cortex) ประกอบด้วย ส่วนก่อนเปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) และส่วนของระบบที่ทำงานร่วมกันในการรับรู้เกี่ยวกับอารมณ์และพฤติกรรม (Limbic System) เบซัลแกงเกลีย (Basal Ganglia) สมองน้อย (Cerebellum) และบริเวณเปลือกสมองส่วนสั่งการการเคลื่อนไหว (Motor Area) (Khanna, 2019) เมื่อบุคคลรับสิ่งเร้าจากการมองเห็น บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) จะเชื่อมโยงกระบวนการส่งสัญญาณประสานการทำงานของระบบเครือข่ายประสาท ทั้งวงจรสัญญาณส่วนของ ดอร์ซัลสตรีม (Dorsal Stream) และวงจรสัญญาณส่วนของเวนทรัล สตรีม (Ventral Stream) โดยส่วนดอร์ซัลสตรีม (Dorsal Stream) จะทำงานผ่านสมองด้านข้าง (Parietal Lobe) ส่วนเวนทรัล สตรีม (Ventral Stream) จะทำงานผ่านสมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) ทั้งสองส่วน รับสัญญาณสิ่งเร้าที่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน ลักษณะที่เป็น ตำแหน่ง การเคลื่อนไหว จะเกี่ยวข้องกับพื้นที่สมองและเครือข่ายการทำงานของ ดอร์ซัลสตรีม (Dorsal Stream) ในสมองด้านข้าง (Parietal Lobe) สิ่งเร้าที่มีลักษณะ เกี่ยวกับรูปร่าง ขนาด และประเภวัตถุจะเกี่ยวข้องกับพื้นที่สมองและเครือข่ายการทำงานของ สมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) โดยมีสมองส่วนหลังเป็นส่วนหนึ่งของทั้งสองวงจร (Kumar, Dagar, Sharma, Shankar, & Yadav, 2019)

ความใส่ใจมีกระบวนการที่เป็นกลไกกระตุ้นจากสิ่งเร้าแบ่งออกเป็น กลไกภายนอก (Exogenous) หมายถึง การแปลสัญญาณสิ่งเร้าเป็นความใส่ใจที่มีลักษณะเป็นไปโดยอัตโนมัติตามลักษณะเด่นของสิ่งเร้า เช่น สิ่งเร้าที่มีการเคลื่อนไหวหรือมีลักษณะที่แตกต่างอย่างชัดเจน และ กลไกภายใน (Endogenous) เป็นการใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิม เพื่อการตัดสินใจในการควบคุมความใส่ใจไปยังสิ่งเร้า เพื่อให้เห็นแสดงพฤติกรรมไปในทิศทางที่มุ่งหวัง ซึ่งกลไกภายนอกและกลไกภายในจะมีความทำงานร่วมกัน ดังนั้น ความสมดุลของการกระตุ้นความใส่ใจจากภายนอกและ ภายในจึงมีความสำคัญต่อบุคคลในการรับรู้ แปรผลและการแสดงออก เพราะหากขาดความสมดุลอาจนำไปสู่

พยาธิสภาพทางจิตได้ (Psychopathology) เช่น โรคสมาธิสั้น (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) (Neokleous & Schizas, 2011)

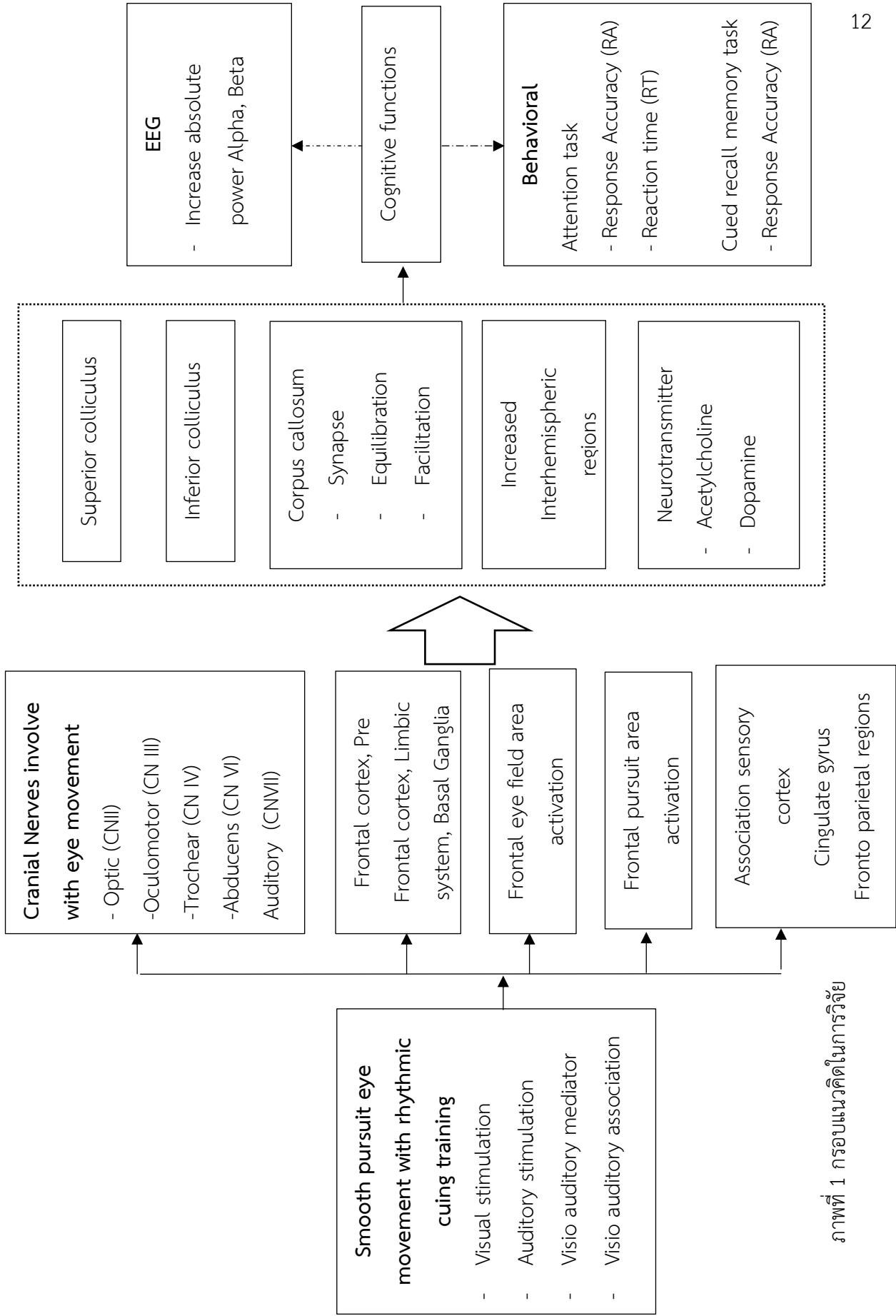
การประสานการเคลื่อนไหวของตาทั้งสองข้าง เมื่อรับสัญญาณสิ่งเร้าที่บริเวณการควบคุมความใส่ใจทางตา และการเคลื่อนไหวของตา (Frontal Eye Field: FEF) รวมถึงการรับสัญญาณจากการได้ยิน จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพโดยจัดวางตำแหน่งวัตถุนั้นจากการมองเห็น ให้อยู่ในบริเวณพื้นที่การกระตุ้นของสมอง (Yang et al., 2018) สมองสองส่วนที่ทำงานสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของตาเมื่อสัญญาณสิ่งเร้าเข้ามาได้แก่ เปลือกสมองก่อนส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) กับ ส่วนควบคุมความใส่ใจทางตา และการเคลื่อนไหวของตา (Frontal Eye Fields) ทั้งสองส่วนนี้จะส่งผลต่อความใส่ใจ (Kay, 2018, pp. 101-109) การฝึกการเคลื่อนไหวตา ด้วยการมองตามการเคลื่อนที่วัตถุ โดยตรงไปหน้าให้คงที่ตรง ร่วมกับการฟังเสียงที่เป็นจังหวะเพื่อกำกับอย่างช้า จะสามารถช่วยกระตุ้นการเชื่อมโยงของระบบเครือข่ายการทำงานของสมองที่กล่าวมาได้และสามารถ เพิ่มความใส่ใจ ช่วยลดความเครียดและภาวะซึมเศร้า (Anxiety and Depression) ของกลุ่มทดลองได้ (Armstrong & Olatunji, 2012) การเคลื่อนไหวตาช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงขนาดที่เพิ่มขึ้นของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟา (Alpha Amplitude) และคลื่นไฟฟ้าสมองเบต้า (Beta Wave Amplitude) อีกทั้งการเคลื่อนไหวตาที่นานพอจะสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองได้มากกว่า (Choi, Min, Park, Lee, & Chae, 2011; Samara, Elzinga, Slagter, & Nieuwenhuis, 2011) การเคลื่อนไหวเฉพาะดวงตาแบบช้าแนวนอนโดยการวางใบหน้าให้ตรงและคงที่ลักษณะที่เรียกว่า การเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สวูด (Smooth pursuit eye movement) จำเป็นต้องกำหนดตัวกลางที่เป็นสิ่งเร้า ที่ทำให้เกิดจุดศูนย์กลางความใส่ใจ (Focus Attention) เกิดการมองเห็นได้อย่างเกาะติดและต่อเนื่อง โดยมีเวลาที่เหมาะสมเพื่อการ เชื่อมโยงและติดตามการเคลื่อนไหวของตา ดังนั้นจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายที่สร้างความใส่ใจอย่างต่อเนื่อง (Sustained Attention) ในขณะที่สิ่งเร้าซึ่งอยู่ในลานสายตา (Visual Field) จะส่งผลต่อความใส่ใจและการตอบสนองด้วยการมองเห็น (Visual Attention) และการได้ยิน (Auditory Attention) ซึ่งการรับรู้ทั้งสองช่องทางดังกล่าวขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าที่มากระตุ้น (Torralla, Oliva, Castelhana, & Henderson, 2006)

การรับสัญญาณสิ่งเร้าจากการได้ยินเสียงเพื่อการผ่อนคลายร่วมกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีการวางแผนอย่างมีรูปแบบที่เหมาะสมกับการติดตามการเคลื่อนไหวตา เกิดผลต่อการผ่อนคลายจะ ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic Nervous System) ที่ส่งไปยัง สมองที่ระบบลิมบิก (Limbic System) และเปลือกสมอง (Cortex) ภาวะผ่อนคลาย การเต้นของหัวใจจะช้าลง ลดระดับของคอติซอล (Jerath, Edry, Barnes, & Jerath, 2006) เกิดการเบี่ยงเบนความใส่ใจ จากความตึงเครียดหรือ ปัญหาต่าง ๆ เพิ่มแรงจูงใจและความสามารถในการตัดสินใจ ลดฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับความเครียดลดความดันโลหิต ลดการทำงานของ



กล้ามเนื้อและอวัยวะ เพิ่มความสามารถในการรวบรวมความใส่ใจ กระตุ้นการทำงานของสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา (เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์, 2556; Holmes & Mathews, 2005; Hasselmo, 2006; Jerath et al., 2006) รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟา (Gualberto, 2002, pp. 261-271) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ โดยใช้คุณลักษณะของรูปร่างกลม สี มีเสียงจังหวะ ช่วยกำกับการเคลื่อนไหวโดยเชื่อว่าการรับรู้สิ่งเร้า ผ่านสองช่องทางจะสามารถรับรู้ได้ดีและแม่นยำมากกว่าการรับรู้ผ่านช่องทางเดียวเพราะธรรมชาติมีสิ่งเร้าจากสภาพแวดล้อมต่างๆ มากมายซึ่งบุคคลสามารถแยกแยะและเลือกรับรู้โดยที่ร่างกายสามารถรับรู้สิ่งเร้าได้ทั้งการมองเห็นและการได้ยินจากการศึกษา Audio-Visual Spatiotemporal Perception Training ปรากฏว่า สามารถถ่ายโยง สู่การฟื้นฟูความสามารถทางปัญญาเกี่ยวข้องกับความจำ และความใส่ใจ ของผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีพยาธิสภาพของสมองที่เกิดร่องรอยของการบาดเจ็บได้ดี (Yang et al., 2018)

คลื่นไฟฟ้าสมอง (Brainwave) คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดมาจากการทำงานของสมอง เนื่องจากการทำงานของสมองเป็นการทำงานเชิงไฟฟ้า โดยแหล่งกำเนิดหลักของสัญญาณ คลื่นสมองมาจากการทำงานของเซลล์ประสาททรง Pyramidal Cell ที่อยู่บน Cortex หรือเปลือกสมองพร้อม ๆ กัน นับหมื่นตัว การทำงานของเครือข่ายเซลล์ประสาทเหล่านี้ก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถวัดได้โดยตรงจากภายนอก การวัดคลื่นความต่างศักย์ไฟฟ้าจากสมอง Electroencephalography หรือ EEG เพื่อทดสอบว่าสมองตอบสนองต่อโปรแกรมการฝึก ในย่านความถี่ต่าง ๆ อย่างไร จากแนวคิดทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงนำกรอบแนวคิดสำหรับการวิจัยในครั้งนี้เพื่อเพิ่มความใส่ใจและสามารถถ่ายโยงสู่การเรียกคืนความจำของผู้บาดเจ็บสมอง ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ การแสดงออกทางพฤติกรรม และนำไปใช้กับประชากรกลุ่มเฉพาะที่บาดเจ็บสมองระยะฟื้นฟูโดยมีกรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่าและเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่า ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

2. กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่าและเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่า กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

3. กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจสูงกว่า ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

4. กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจสูงกว่า กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

5. กลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะหลังการทดลอง เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม

ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการเพิ่มความใส่ใจ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ของผู้ได้รับบาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง เขตพื้นที่สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติที่ 6 ผลการวิจัยที่ได้จะก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

1. ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเพิ่มความใส่ใจ ให้ผู้ได้รับบาดเจ็บสมอง เป็นทางเลือกที่เหมาะสมกับบริบทของประชาชนไทย

2. ได้วิธีการเพิ่มความใส่ใจ ด้วยวิธีกระตุ้นการทำงานของสมองด้วยการเคลื่อนไหวตา โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะและทราบผลของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจของผู้ได้รับบาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง

3. สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะเป็นแนวทางในการฟื้นฟูผู้ได้รับบาดเจ็บสมอง โดยสามารถพัฒนาเกี่ยวกับความสามารถทางปัญญาด้านอื่น ๆ เช่น ความจำ การแก้ปัญหา การตัดสินใจสำหรับประชาชนที่ได้รับบาดเจ็บสมองในระยะฟื้นฟู เพื่อให้เกิดการฟื้นฟูสู่การทำหน้าที่ของการจัดการสมองด้านปัญญาต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบ Pretest and Posttest Control Group Design (Edmonds & Kennedy, 2013, pp. 24-27) เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ กับผู้ได้รับบาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง โดยเป็นการศึกษาทั้งด้านพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง ญาณความถี่ Alpha และ Beta มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรเป็นผู้ได้รับบาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง (Moderate traumatic brain injury) โดยอยู่ในระยะฟื้นฟู นับเวลาภายหลังการบาดเจ็บระยะเวลา 4 - 6 เดือน อายุระหว่าง 15-25 ปี จากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติเขต 6 ปี 2563 จำนวน 250 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการเพิ่มความใส่ใจของผู้ได้รับบาดเจ็บสมอง 2 แบบ ได้แก่

2.1.1 แบบใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

2.1.2 แบบไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

2.2 ตัวแปรตาม

ด้านพฤติกรรม (Behavioral) ได้แก่

2.2.1 ความใส่ใจของผู้ได้รับบาดเจ็บสมอง พิจารณาได้จาก

1) ความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหน่วยวัดเป็นร้อยละของคะแนนความถูกต้อง (%)

2) เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หน่วยวัดเป็นเวลาเป็นมิลลิวินาที (MS)

2.2.2 ความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ หลังการทดลองของผู้บาดเจ็บสมองที่ใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทและเสี่ยงกำกับจังหวะหน่วยวัดเป็นคะแนนความถูกต้อง (คะแนน)

ด้านสรีรวิทยาค้นสมอง (Physiological Neuroscan) โดยศึกษาด้วยไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram: EEG) ได้แก่

2.2.3 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหน่วยวัดเป็นไมโครโวลต์ (μV^2)

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความสามารถทางปัญญา (Cognitive functions) หมายถึง ความสามารถในการทำหน้าที่ของสมองของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง โดยกระบวนการที่สมองใช้ในการประมวลผลผ่านการรับรู้สิ่งเร้าทางสายตาโดยการมองเห็นและการรับรู้ผ่านการได้ยินรับข้อมูลและตัดสินใจสิ่งต่างๆ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นหน้าที่ทางปัญญาสองด้านคือ ความใส่ใจ (Attention) และการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued recall memory)

ความใส่ใจ (Attention) หมายถึง ความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า โดยวัดจากความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) และค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ

แบบทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test) หมายถึง สิ่งเร้าที่ใช้กระตุ้นให้เกิดการทำงานของสมอง เพื่อแสดงถึงความสามารถในการให้ความใส่ใจกับข้อมูล ซึ่งสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายมีลักษณะเป็นลูกศรแสดงทิศทาง จะแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยให้กดคำตอบหลังจากภาพสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายปรากฏ มีทั้งหมด 3 ชุด แต่ละชุดมี 96 ข้อ รวมทั้งหมด 288 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบความใส่ใจ 15 นาที

การเรียกคืนความจำ (Memory Retrieval) หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงและเรียกใช้ข้อมูลคำศัพท์ที่เคยได้เห็น และเก็บไว้จากระบบความจำระยะยาว (Long-term Memory) โดยสามารถระลึกได้ เมื่อทำกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำ

การเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำ โดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall) หมายถึง ความสามารถในการระลึก และบอกคู่ของคำที่ได้เคยเห็นในแบบชุดรายการคำศัพท์ โดยมีคู่คำที่เป็นตัวชี้แนะ (Cued) ในกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่กำหนดขึ้น หลังจากเวลาผ่านไปนาน 30 นาที โดยวัดจากจำนวนคำที่ระลึกและบอกได้ถูกต้อง

กิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำ โดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) หมายถึง สิ่งเร้าที่ใช้ทดสอบการทำงานของสมองในการเก็บและเรียกคืนข้อมูลความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) มีลักษณะเป็นคำศัพท์ภาษาไทย ที่มีความหมายกลาง (Neutral Word) จำนวน 20 คู่ คำศัพท์ที่เกี่ยวกับอารมณ์ (Emotion Word) ด้านบวกจำนวน 20 คู่ ด้านลบจำนวน 20 คู่ รวมเป็น 60 คู่ กำหนดให้แต่ละคู่เป็นคำศัพท์ที่เป็นตัวชี้แนะ (Cued) และคำศัพท์ที่เป็นตัวจับคู่ (Target) มี 2 กิจกรรม กิจกรรมที่ 1 เป็นกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) กิจกรรมที่ 2 เป็นกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) ระยะการทดสอบการเรียกคืนความจำ

ชุดกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำ โดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) ระยะการจำ หมายถึง กิจกรรมสำหรับกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างจำคู่คำศัพท์ที่เป็นตัวชี้แนะ (Cued) และคำศัพท์ที่เป็นเป้าหมาย (Target) ที่ละคู่ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ก่อนการทดสอบ โดยใช้โปรแกรม Ulead Video Studio กำหนดให้ตัวอักษรเป็นสีดำ ขนาด 48 point TH SarabunPSK Font อยู่บนพื้นสีขาว ปรากฏตรงกลางหน้าจอคอมพิวเตอร์ แต่ละคู่ของคำปรากฏทางหน้าจอ อย่าง สุ่มคู่คำละ 3 วินาที ระหว่างเปลี่ยนคำแต่ละคู่ หน้าจอคอมพิวเตอร์จะปรากฏเป็นพื้นสีขาวนาน 2 วินาที แล้วจึงปรากฏคู่คำใหม่นาน 3 วินาทีสลับกันไปต่อเนื่องจนครบ 60 คู่คำ ใช้เวลาทั้งหมดนาน 5 นาที

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซิวท์ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ (Smooth Pursuit Eye Movements with Auditory Rhythmic Cueing Program) หมายถึง วิธีการฝึกการเคลื่อนไหวตาทั้งสองข้างไปในทิศทางเดียวกันในแนวนอน ที่เป็นการกระทำอย่างจดจ่อ (Concentrate) ด้วยความตั้งใจและมีเป้าหมาย (Goal Directed Voluntary Movement) โดยมีการกำหนดขนาดทิศทางและเวลา จดจ่อที่สิ่งเร้า คือ รูปร่างกลม (Executive Ball Clicker) เคลื่อนที่เป็นลักษณะทรงกลมที่มีสีแตกต่างกัน จำนวน 10 ลูกเป็นตัวนำทางเคลื่อนที่แบบแนวนอนลักษณะโค้งแบบลูกตุ้มนาฬิกา (Pendulum motion) บนจอคอมพิวเตอร์ ขนาด 18.5 นิ้ว กำหนดให้การเคลื่อนไหวตาเป็นจังหวะเท่ากันในแต่ละชุดของการฝึก สลับกับการพักสายตา ตามโปรแกรมที่สร้างขึ้นใช้เวลาในการเคลื่อนไหวตาในแต่ละชุดฝึก 14 นาที ต่อครั้ง สัปดาห์ละ 4 ครั้ง ติดต่อกัน 4 สัปดาห์ สี (Color) หมายถึง วงกลมที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์ของการแยกแยะสีจากสีหลัก คือ สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน (Red Green Blue: R G B) จากโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) จำนวน 10 สี โดยแต่ละสีไล่ระดับความเข้มที่เกิดจากการผสมสี 2 สี คือ แดง และ น้ำเงิน ให้ค่าระดับการผสมที่เพิ่มขึ้นจาก 0 – 255 โดยเพิ่มระดับจาก 0 , 5 , 15 , 95 , 175, 255

คลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram: EEG) หมายถึง พลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองซึ่งเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกได้จากร่างกายมนุษย์ มีรูปแบบ

สัญญาณอยู่ในลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าที่วิเคราะห์แอมพลิจูด (Frequency Domain Analysis) ของ 3 ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ได้แก่ ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Theta, Beta และ Alpha ซึ่งบันทึกด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง EMOTIV รุ่น EPOC+ จำนวน 14 ช่องสัญญาณ

คลื่นสมอง (Brainwave) หมายถึง การรับส่งข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า และการเคลื่อนไหวของพลังงานเหล่านี้ ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือ คลื่นสมอง Brain wave คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กำเนิดมาจากการทำงานของสมองเป็นการทำงานของเครือข่ายเซลล์ประสาทที่ก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถวัดได้โดยตรงจากภายนอก การวัดคลื่นความต่างศักย์ไฟฟ้าจากสมอง เรียกว่า Electroencephalography หรือ EEG

คลื่นแอลฟา (Alpha) หมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กำเนิดมาจากการทำงานของสมองที่มีความถี่ตั้งแต่ 8 ถึง 12 เฮิรตซ์ จะพบในขณะพักผ่อน และมีความสงบ (relaxation) แต่อยู่ในภาวะที่รู้สึกตัวสมองสามารถเปิดรับข้อมูลได้อย่างเต็มที่และเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว สภาวะนี้จะทำให้รับข้อมูลได้ดี สามารถเรียนรู้ได้ดี (super learning) เข้าถึงและเรียกความจำได้ง่ายและรวดเร็ว พบบ่อยในผู้ใหญ่ที่มีจิตสมดุล หรือผู้ที่นั่งสมาธิเป็นประจำเป็นสภาวะที่จิตมีประสิทธิภาพสูง ตำแหน่งของอิเล็กโทรดใน EEG จากการวัดโดยใช้เครื่อง Emotiv EPOC + Neuroheadset AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8 และ AF4

คลื่นเบต้า (Beta) หมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กำเนิดมาจากการทำงานของสมองที่มีความถี่ของคลื่นตั้งแต่ 12 ถึง 30 เฮิรตซ์ เป็นคลื่นที่สัมพันธ์เชื่อมโยงใกล้ชิดกับกิจกรรมการเคลื่อนไหวหลาย ๆ อย่างที่เกิดขึ้นในขณะที่รู้สึกตัว บังคับหลายอย่าง เช่น ยุ่ง (Busy) หรือกังวลใจ (Anxious) ตำแหน่งของอิเล็กโทรดใน EEG จากการวัดโดยใช้เครื่อง Emotiv EPOC + Neuroheadset AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8 และ AF4

การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง หมายถึง การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองโดยใช้เครื่อง Emotiv EPOC + Neuroheadset ในตำแหน่ง AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8 และ AF4 ก่อนและหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตามแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ

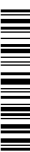
ความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) หมายถึง การกดปุ่มที่กำหนดบนแป้นกดตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย จากแบบทดสอบความใส่ใจที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด แล้วนำมาคำนวณโดยนำจำนวนเป้าหมายที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกต้องมาเปรียบเทียบกับจำนวนเป้าหมายทั้งหมด มีหน่วยวัดเป็น คะแนนความถูกต้อง (%)

เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) หมายถึง เวลาตั้งแต่สิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมายปรากฏจนกระทั่งกลุ่มตัวอย่างกดปุ่มตอบสนอง โดยนำเฉพาะเวลาที่ได้จากการตอบถูกเท่านั้นมารวมกันแล้ว

หารด้วยจำนวนข้อที่ตอบถูกต้อง ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยรายบุคคลมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที สิ่งเราที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ แบบทดสอบความใส่ใจ มีหน่วยวัดเป็นเวลาเป็นมิลลิวินาที (MS)

บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง(Moderate post-traumatic brain injury) หมายถึง การบาดเจ็บต่อหนังศีรษะ กะโหลกศีรษะ และเนื้อเยื่อที่เป็นส่วนประกอบภายในกะโหลกศีรษะ ซึ่งทำให้มีการเปลี่ยนแปลงระดับความรู้สึกตัว ระดับปานกลาง อาการที่แสดงคือระดับความรู้สึกตัวลดลง ประเมินโดยเครื่องมือ Glasgow coma scale ได้ระดับคะแนน 9 – 12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน พิจารณาจาก พฤติกรรม 3 ด้าน 1) การลืมตาสามารถลืมตาหลับตาได้เองลักษณะง่วงซึม 2) การเคลื่อนไหวสามารถเคลื่อนไหวได้เอง เช่นยกแขนขาได้ตามสั่ง 3) การพูด สามารถพูดได้เป็นประโยค สอดคล้องกับเหตุการณ์ อาการดังกล่าวถูกประเมินจากแพทย์หรือพยาบาลที่หอผู้ป่วย ศัลยกรรมอุบัติเหตุ

อาการภายหลังบาดเจ็บสมอง (Post Traumatic Brain Injury) หมายถึง อาการภายหลังจากการได้รับบาดเจ็บสมองและได้รับการจำหน่ายจากโรงพยาบาล 4 – 6 เดือน ระดับความรู้สึกตัวดี รู้วัน เวลา สถานที่ บาดแผลจากอุบัติเหตุหายเรียบร้อยแล้ว ประเมินความสามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันโดย ดัชนีจุฬา เอดีแอล ได้ระดับคะแนน 12 คะแนนขึ้นไป สามารถตัดสินใจกระทำการหรือ ปฏิบัติกิจกรรมประจำวันได้ด้วยตนเอง



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูท เพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสำหรับผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยการสังเคราะห์กิจกรรมการเคลื่อนไหวตาแบบซ้ำและมีทิศทางที่ถูกกำหนดแบบเฉพาะ โดยมี องค์ประกอบของวัตถุซึ่งเคลื่อนไหวเป็นลูกวงกลม ที่มีลักษณะทางกายภาพ ขนาด และสี มีวิธีการ เคลื่อนไหว ตามแนวโค้งด้านล่างลักษณะการเคลื่อนที่แนวนอนวิธีการเคลื่อนไหวแบบเพนดูลัม (Pendulum motion) หรือลักษณะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา ลักษณะการเคลื่อนไหวที่อัตรา สม่ำเสมอร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีผลต่อความใส่ใจต่อเนื่อง (Sustained Attention) และนำไปใช้ สำหรับผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง เป็นการศึกษาทั้งด้านพฤติกรรม (Behavioral) โดยการทํา กิจกรรมทดสอบความใส่ใจด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ถูกต้องและ เวลาปฏิกริยาต่อกิจกรรมทดสอบ ส่วนด้านการทำงานของสมอง (Neurophysiological) การศึกษา ค่าพลังงานสัมพันธ์ของคลื่นสมองในย่านความถี่แอลฟาและย่านความถี่เบต้า (Absolute alpha and Beta power) ที่เปลี่ยนแปลงขณะทำกิจกรรมซึ่งเกิดขึ้นภายหลังจากการปรากฏของสิ่งเร้า (Sensory Stimuli) และการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยจำแนกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาทักษะด้านความใส่ใจ

1. ความใส่ใจ (Attention)
2. กระบวนการทำงานของสมองกับความใส่ใจ
3. แบบจำลองและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ

ตอนที่ 2 การรับรู้ทางสายตาและทางการได้ยินเสียง คุณลักษณะของสิ่งเร้า และงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง

1. การรับรู้ของกลุ่มเกสตัลต์
2. แนวคิดเกี่ยวกับการกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกทางสายตาและการได้ยินเสียง
3. ลักษณะของสิ่งเร้าและการเพิ่มความใส่ใจ
4. แบบทดสอบความใส่ใจ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ

ตอนที่ 3 ความจำ การเรียกคืนความจำ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของความจำ (Memory)

2. ความจำเหตุการณ์ (Episodic memory)
3. กระบวนการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำเหตุการณ์
4. การเรียกคืนความจำ (Memory retrieval)
5. ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียกคืนความจำแบบระลึกได้ (Recall)

ตอนที่ 4 การศึกษาค้นคว้าไฟฟ้าสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ประวัติความเป็นมาของการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง
2. แหล่งที่มาของคลื่นไฟฟ้าสมอง
3. ประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมอง
4. การศึกษาค้นคว้าไฟฟ้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 5 การบำบัดเจ็บสมอง

1. ความหมายการบำบัดเจ็บสมอง
2. พยาธิสรีรวิทยาของการบำบัดเจ็บสมอง
3. แบบทดสอบและเครื่องวัดการบำบัดเจ็บสมอง
4. แนวทางการฟื้นฟูสภาพผู้บำบัดเจ็บสมอง
5. ภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาทที่พบภายหลังการบำบัดเจ็บสมอง

ตอนที่ 1 แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาทักษะด้านความใส่ใจ

1. ความใส่ใจ (Attention)

ราชบัณฑิตยสถาน (2556) ได้ให้ความหมาย ความใส่ใจ ว่า ภาวะจิตใจที่จดจ่ออยู่ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ความพยายามที่มุ่งหมายให้เกิดความรู้ความกระจ่าง

ความใส่ใจ เป็นการทำงานที่สำคัญของสมองด้าน วิทยาการปัญญา (Cognitive Science) เนื่องจากส่งผลกระทบต่อกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มหรือลดการทำงานของสมองที่เชื่อมโยงระหว่างสมองกับพฤติกรรมของมนุษย์ ความใส่ใจต่อสิ่งเร้า (Stimulus) เป็นกระบวนการที่สำคัญต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของมนุษย์ ซึ่งเป็นหน้าที่ขั้นสูงของ สมองในกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processing) (ดุสิต โพธิ์พันธุ์ และเสรี ชัดแจ้ง, 2560)

ความใส่ใจ (Attention) เป็นกระบวนการทำหน้าที่ของสมองเกี่ยวกับการคิดที่ให้ความใส่ใจต่อการเลือกรับรู้สิ่งเร้า เลือกความใส่ใจ (Selected Attention) โดยที่บุคคลสามารถแบ่งความใส่ใจ (Divided Attention) เป็นกระบวนการเกี่ยวกับความคิดจากการทำหน้าที่ของสมองเพื่อให้บุคคลให้ความใส่ใจต่อสิ่งเร้าที่เลือกรับรู้และใส่ใจ (Selected) โดยที่บุคคลสามารถแบ่งความใส่ใจ (Divided) และแสดงออก (Represented) ทางพฤติกรรมต่อกิจกรรมได้มากกว่าอย่างใด

อย่างหนึ่งในเวลาเดียวกันได้ ซึ่งการแสดงออกถึงความใส่ใจสามารถคงอยู่ (Sustained) ณ ห้วงเวลาใดเวลาหนึ่งตราบเท่าที่บุคคลยังให้ความใส่ใจต่อสิ่งเร้านั้น ๆ (Vitevitch, Chan, & Goldstein, 2014)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปความหมายของความใส่ใจ (Attention) ในงานวิจัยนี้ได้ว่า ความใส่ใจหมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึกและการแสดงออกทางพฤติกรรมที่คงอยู่กับสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างต่อเนื่อง เป็นการเลือกรับรู้และให้ความใส่ใจต่อสิ่งที่สนใจ โดยความใส่ใจจะเกิดจากสิ่งเร้าที่มีผลต่อการเพิ่มหรือลดการทำหน้าที่สมองที่เชื่อมโยงระหว่างการทำหน้าที่สมองกับพฤติกรรมของบุคคล

ประเภทของความใส่ใจ

ความใส่ใจแบ่งประเภทตามลักษณะของสิ่งเร้ามี 3 ลักษณะดังนี้ (Dennis & Solomon, 2010)

ความใส่ใจคัดสรร (Selective Attention) เป็นพฤติกรรมการเลือกคัด ให้ความใส่ใจต่อสิ่งเร้าที่บุคคลสามารถรับและคงไว้ซึ่งพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นๆ ในห้วงเวลาหนึ่งและลดหรือละทิ้งพฤติกรรมนั้นๆ เพื่อให้ความใส่ใจต่อสิ่งเร้าอื่นๆ ในห้วงเวลาต่อมา

ความใส่ใจมุ่งเน้น (Focused Attention) เป็นการมุ่งให้ความใส่ใจแบบเน้นที่สิ่งเร้าใดสิ่งเร้าหนึ่งที่ได้คัดสรรและให้ความใส่ใจที่แคบและเฉพาะเจาะจงโดยมีคุณลักษณะบางประการ โดยเฉพาะคุณลักษณะทางกายภาพ ที่สามารถดึงความใส่ใจต่อสิ่งเร้าที่ให้ความใส่ใจให้เข้าสู่กระบวนการต่อเนื่องในห้วงเวลานั้นได้

ความใส่ใจต่อเนื่อง (Sustained Attention) เป็นการให้ความใส่ใจที่มีห้วงเวลาต่อเนื่อง โดยลักษณะที่เป็นการกระทำต่อสิ่งที่มุ่งเน้นนั้นๆ เป็นห้วงเวลาที่สามารถแสดงออกเป็นการกระทำหรือพฤติกรรมแบบซ้ำเดิม ต่อเนื่องและจดจ่อในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

กระบวนการทางปัญญาและทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ โครงสร้างของสมอง การทำหน้าที่ทางปัญญาและกระบวนการความใส่ใจเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของสมองส่วนหน้า (Frontal Component) ซึ่งอยู่ส่วนหน้า (Anterior) ของสมอง และองค์ประกอบของสมองส่วนบน (Parietal Component) และสมองส่วนหลัง (Posterior) (Driver & Frackowiak, 2001) มีรายละเอียดดังนี้

สมองส่วนหน้า (Frontal Area) เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ของกระบวนการทางปัญญาด้านความใส่ใจ โดยกระบวนการดังกล่าวเริ่มจากการรับรู้ต่อสิ่งเร้าที่มากกระตุ้น เป็นระบบการทำงานแรกหรือเป็นการทำงานล่วงหน้าของความใส่ใจ (Anterior Attention System) จะเกิดสัญญาณประสาทที่เชื่อมโยงหน้าที่เป็นกระบวนการผ่านระบบเครือข่ายสมอง จากส่วนหน้าถึงส่วนท้าย (Occipital Area) โดยมีสารสื่อประสาท (Neuro Transmitter) กลุ่มอซิติลโคลีน (Acetylcholine: ACh) ทำ

หน้าที่เหนี่ยวนำสัญญาณประสาทโดยสมองส่วนพรีฟรอนทัล (Prefrontal Area) จะทำหน้าที่รับสัญญาณประสาทและส่งผ่านไปยังระบบการทำงานที่ต่อเนื่องของความใส่ใจ (Posterior Attention System) ที่บริเวณสมองส่วนพาลีทัล (Parietal Area) และส่งผลต่อระบบรับรู้ความรู้สึกที่หลังสารสื่อประสาทกลุ่มนอร์อดรีนาลีน (Noradrenaline) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ การนำสัญญาณประสาทที่ได้รับจากสิ่งเร้าถูกส่งมาที่สมองส่วนอมิกดาลา (Amygdala) เป็นส่วนของสมองที่ทำหน้าที่ในกระบวนการตัดสินใจต่อสิ่งเร้า (Decision process) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่เชื่อมโยงกับกระบวนการทางปัญญาที่ซับซ้อนในระดับสูงเช่น การเรียนรู้ การใช้ภาษา การสื่อสาร การคิดและตัดสินใจของบุคคล โดยกระบวนการความใส่ใจมีองค์ประกอบย่อย (ปรัชญา แก้วแก่น, 2555) ดังต่อไปนี้

1. ความตื่นตัว (Alert) หมายถึง การเตรียมสภาพความพร้อมรับเหตุการณ์ที่จะเกิด (Task Related Event) ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่เป็นเหตุการณ์สัมพันธ์กับกิจกรรม (Task Related Event) เป็นขั้นเริ่มต้นที่สำคัญเพราะจะพัฒนาสู่กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) อื่นได้อย่างสมดุล การเตรียมพร้อมจะต้องคงสภาพภายใน (Internal State) ให้ปกติ นอกจากนั้นต้องรักษาสภาพและระดับของการกระตุ้นให้คงอยู่ เพราะความใส่ใจเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนประกอบด้วยระดับต่าง ๆ ที่มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กันเป็นเครือข่าย (Attention Network) มีการศึกษาทางด้านโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาท (Anatomy and Physiology) รวมถึงเทคนิคการศึกษาด้วยการถ่ายภาพสมอง (Brain Imaging Technique) พบว่า การเตรียมพร้อมเป็นความตื่นตัว (Alert) มีความเชื่อมโยงการทำหน้าที่และเกี่ยวข้องกับสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) สมองส่วนบน (Parietal lobe) และสมองส่วนทาลามัส (Thalamus) และนอกจากนั้น กิจกรรมที่เกิดขึ้นในระดับเซลล์สมอง (Neural Activity) จะมีความเกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความคิด การตัดสินใจและความตื่นตัว ต้องใช้สารสื่อประสาทกลุ่ม นอร์อดรีนาลีน (Norepinephrine) ทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาทเหนี่ยวนำและปรับสัญญาณให้เหมาะสมอีกด้วย

2. การจัดเรียง (Orient) เป็นการคัดสรรข้อมูลที่เกิดจากสิ่งเร้าภายนอก เป็นการคัดสรรที่จะออกแบบการจัดเรียงข้อมูลที่ได้รับจากสิ่งเร้า จากการนำเข้าสู่สัญญาณ (Input) ที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่เกิดความใส่ใจ การนำเข้าดังกล่าวเกิดในช่องทางผ่านเส้นใยประสาทรับสาร (Afferent Nerve Fiber) นำสัญญาณประสาทเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nerve System) ซึ่งในกระบวนการทางปัญญา ขั้นตอนการรับรู้และเชื่อมโยงสู่กระบวนการอื่นจะเกิดได้โดยกระบวนการทำงานของสมองในช่วงนี้ พื้นที่ของสมองที่ทำงานสัมพันธ์กันนั้น มีส่วนที่เกี่ยวข้องได้แก่ สมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) สมองส่วนขมับ (Temporal Lobe) โดยมีสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) เป็นตัวเหนี่ยวนำ และนอกจากนั้น กระบวนการที่สำคัญที่เกี่ยวข้องได้แก่ กระบวนการจากบนสู่ล่าง (Top-Down and Controlled Process) เป็นกระบวนการที่เป็นการใช้

ความตั้งใจร่วมกับการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมเพื่อให้เห็นแสดงพฤติกรรมตามทิศทางที่มุ่งหวังและกระบวนการจากล่างสู่บน (Involuntary Bottom-Up and Automatic process) เป็นกระบวนการและกลไกการรับรู้สิ่งเร้าที่มีลักษณะเด่นทางกายภาพ มีความแตกต่างกันของสิ่งเร้าอย่างชัดเจน เกิดการรับรู้สู่การเปลี่ยนความใส่ใจโดยอัตโนมัติ

3. ความใส่ใจขั้นสูง (Executive Attention) เป็นความสามารถในการตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ซับซ้อน เป็นกระบวนการขั้นสูงที่สามารถเลือกตัดสินใจเพื่อให้ความใส่ใจที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นจาก สิ่งเร้าที่บุคคลรับรู้และนำสัญญาณเข้าผ่านระบบประสาท ขั้นตอนนี้จึงมีความเกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ทางปัญญาขั้นสูงของสมองระดับที่มีความซับซ้อน (Higher Cognitive Function) ได้แก่ ความคิด ความจำ การตัดสินใจ การแสดงออกทางพฤติกรรม เป็นต้น บุคคลจำเป็นต้องใช้ความรู้เดิม สถานการณ์เดิม เพื่อการตัดสินใจ การวางแผน การแสดงออกทางพฤติกรรมที่เหมาะสม วิธีการทดลองเป็นกรณีศึกษาเหล่านี้ สามารถใช้เครื่องมือทางจิตวิทยาทดสอบ (Psychological Testing) ได้แก่ แบบทดสอบการอ่านคำ (Stroop Test) อ่านลักษณะสีหมีกตัวอักษรที่พิมพ์ลงบนกระดาษ ร่วมกับการจับเวลา เป็นปรากฏการณ์ที่ถูกค้นพบโดยจอห์น ไรลีย์ สทรูป (John Ridley Stroop) โดยการพิมพ์ชื่อคำของสีด้วยสีที่ตรงข้ามกัน จึงเป็นการยากที่จะบังคับให้บอกเฉพาะชื่อสีโดยไม่อ่านตัวหนังสือ คำของสีที่เห็นถือเป็นตัวกระตุ้นภายนอกเพื่อให้เกิดคำ (เส้นทางแรก) ในขณะที่สีหมีกทำให้เกิดการบอกชื่อ (เส้นทางหลัง) ซึ่งเส้นทางแรกไปรบกวนเส้นทางหลัง จึงทำให้เกิดการใช้เวลามากขึ้นในการรวบรวม การกระตุ้นเพื่อให้เกิดการตอบสนองที่ถูกต้อง การอ่านคำจะยังคงเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติถึงแม้ว่าการอ่านนั้นจะเป็นการอ่านคำที่ผิด รวมถึงเป็นสาเหตุของการตอบสนองที่ขัดแย้งกัน การที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการอ่านคำต่าง ๆ ได้ เหตุจากการเกิดกระบวนการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติขึ้นอย่างไม่ตั้งใจ ปัจจุบัน ผลกระทบของสทรูป ได้ถูกพัฒนาให้สามารถใช้งานได้ในรูปแบบระบบประยุกต์บนอุปกรณ์จอสัมผัส เป็นการแสดงคำถามบนหน้าจอของอุปกรณ์ และสามารถสัมผัสที่หน้าจอเพื่อตอบคำถามได้บนหน้าจอเดียวกัน พบปัญหาที่ว่า ระบบประยุกต์เป็นภาษาต่างประเทศ ส่งผลให้กลุ่มประชากรไทยที่มีข้อจำกัดทางด้านภาษาไม่สามารถใช้งานได้เหมาะสม และถูกต้อง รวมถึง ระดับขั้นของการทดสอบยังไม่มาก และหลากหลายเพียงพอ ที่จะสามารถจำแนกให้เห็นถึงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน สำหรับการทดสอบกระบวนการทำงานในความยืดหยุ่นการเรียนรู้ของสมองขั้นที่ต้องใช้การตัดสินใจได้ การศึกษาทางประสาทกายวิภาคศาสตร์ และภาพถ่ายรังสี พบว่าพื้นที่สมองที่มีความเกี่ยวข้อง คือ Anterior Cingulate Cortex และสมองส่วนหน้าด้านข้าง Lateral Prefrontal Cortex (Tang et al., 2007)

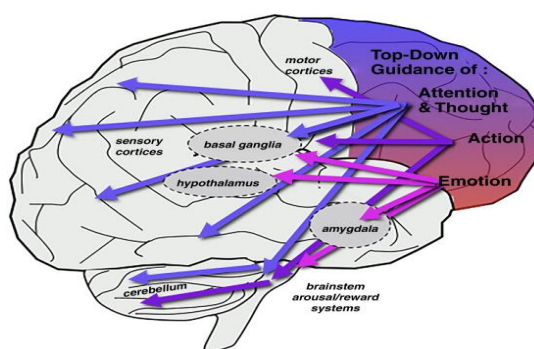
2. กระบวนการทำงานของสมองกับความใส่ใจ

โครงสร้างและหน้าที่ของสมองมีความซับซ้อน การเหนี่ยวนำของสัญญาณประสาทที่ทำให้สมองมีการเชื่อมโยงการทำงานที่อย่างสมคูลนั้น สารสื่อประสาท (Neurotransmitter) มีส่วนสำคัญ

นอกจากจะทำหน้าที่เหนี่ยวนำสัญญาณประสาทยังทำให้เกิดการขยายและควบคุมสัญญาณไฟฟ้าที่เป็นข้อมูลที่ใช้สื่อสารจากเซลล์ประสาทต่าง ๆ ส่งต่อไปยังเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์แต่ละพื้นที่ของสมอง เพื่อกระตุ้นหรือยับยั้ง ตามลักษณะและคุณสมบัติของสารสื่อประสาทนั้น ๆ โดยการส่งข้อมูลจากตัวส่ง (Presynaptic Neuron) และตัวรับข้อมูล (Postsynaptic Neuron) ในกระบวนการเหนี่ยวนำนั้นจะต้องมีสารสื่อประสาทที่จำนวนและคุณภาพที่เพียงพอจึงจะเกิดการทำหน้าที่ได้อย่างสมดุล เช่น สารสื่อประสาทชนิดโดปามีน บทบาทของโดปามีน (Dopamine) จะทำหน้าที่ในการควบคุมอารมณ์ การเรียบเรียงความนึกคิด การทำหน้าที่ของสมองในการควบคุมการเคลื่อนไหว ซึ่งถ้ามีการเสียสมดุลระหว่างสารสื่อประสาทชนิดแอซิติลโคลีน (Acetylcholine) กับ โดปามีน (Dopamine) จะทำให้เป็นโรคพาร์กินสัน (Parkinson's Disease) ที่พบได้บ่อยในผู้สูงอายุทั้งเพศชายและหญิง เนื่องจากการขาดสารสื่อประสาทโดปามีน (Dopamine) ในสมองเพราะมีการเสื่อมและตายของเซลล์สมองในตำแหน่งที่สร้างสารโดปามีน เป็นต้น

ในขณะที่เกิดกระบวนการความใส่ใจ จะมีสารสื่อประสาทหลายประเภทที่หลั่งออกมาเพื่อทำหน้าที่ กระตุ้นและยับยั้ง สารสื่อประสาทเป็นสารเคมีที่คอยส่งสัญญาณจากเซลล์ประสาทตัวหนึ่งไปยังอีกตัวหนึ่ง ส่วนใหญ่อยู่ในสมองและไขสันหลัง มีบทบาทในการควบคุมการทำงานของร่างกาย หากสูญเสียสมดุลไป จะทำให้เกิดผลกระทบในทางลบต่อสุขภาพอย่างใดอย่างหนึ่งได้ รวมถึงภาวะความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์อย่างภาวะความใส่ใจต่ำ (Hypo Attention) ขาดการรับรู้หรือการรับรู้ต่อสิ่งเร้าลดลง (Hypo Arousal) หรือ วิตกกังวล เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับการนอน เกิดภาวะนอนไม่หลับ เป็นต้น การทำงานของสารสื่อประสาท จะเกิดขึ้นบริเวณช่องว่างที่เรียกว่า ซิแนปส์ (Synapse) ช่องว่างนี้อยู่ที่ส่วนปลายของแอกซอน (Axon) ซึ่งเป็นเส้นใยประสาทนำสัญญาณออกจากเซลล์ประสาทตัวหนึ่งกับเดนไดรต์ (Dendrite) ซึ่งเป็นเส้นใยประสาทนำสัญญาณเข้าสู่เซลล์ประสาทตัวถัดไป ที่ส่วนปลายของแอกซอนจะมีถุงเก็บสารสื่อประสาท เมื่อมีการกระตุ้นโดยสัญญาณประสาท ถุงเก็บสารสื่อประสาทนี้จะหลั่งสารสื่อประสาทออกมา สารสื่อประสาทจะถูกส่งออกไปจากแอกซอนแคระยะสั้น ๆ ผ่านการแพร่ไปเกาะเข้ากับตัวรับที่เดนไดรต์ จึงเกิดการส่งผ่านข้อมูลได้ สารสื่อประสาทที่นำส่งสัญญาณประสาทแล้วจะยังคงอยู่บริเวณรอยเชื่อมต่อระหว่างแอกซอนของเซลล์ประสาทตัวก่อนหน้ากับเดนไดรต์ของเซลล์ประสาทตัวถัดไปเป็นเวลานาน ๆ จากนั้นจะถูกส่งกลับไปยังที่เดิมโดยผ่านกระบวนการนำกลับไปที่ไซโทพลาซึมหรือผ่านกระบวนการเมทาบอลิซึมโดยเอนไซม์ หรืออาจติดอยู่กับตัวรับเลยก็ได้ ทั้งนี้สารสื่อประสาทในร่างกายมีหลายชนิด โดยสารสื่อประสาทที่สำคัญ ได้แก่ อะซิติลโคลีน (Acetylcholine: ACH) นอร์อิพิเนพรินหรือนอร์อะดรีนาลีน (Norepinephrine or Noradrenaline) อีพิเนพรินหรืออะดรีนาลีน (Epinephrine or Adrenaline) โดปามีน (Dopamine) เป็นต้น (ขวัญชนก ยิ้มแต่, พรเทพ เกษมศิริ, พนิดา ธนาวิรัตนานิจ, และพิภพสิริ เพาประดิษฐ์, 2554, หน้า 45)

โครงสร้างพื้นที่สมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึก มีความเกี่ยวข้องกับพื้นที่เปลือกสมองส่วนที่รับรู้ความรู้สึกปฐมภูมิ (Primary Sensory Cortex) และเปลือกสมองส่วนที่รับรู้ความรู้สึกทางกายสัมพันธ์ (Association Sensory Cortex) โดยเมื่อมีการรับรู้และความใส่ใจกับสิ่งเร้าในทิศทาง (Parthway) ของสมองส่วนใดจะมีการไหลเวียนโลหิตไปเลี้ยงบริเวณนั้นมากกว่าปกติ (นันทพล โรจนโกศล, 2552)



ภาพที่ 1 เส้นทางการควบคุมความรู้สึกจากบนลงล่าง (Top-Down Regulation)

ส่วนของสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกจะเกี่ยวข้องกับหน้าที่ของกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) จึงเชื่อมโยงพื้นที่ของสมองหลายส่วนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง พื้นที่สมองส่วนของระบบลิมบิก (Limbic System) อยู่บริเวณส่วนกลางของสมอง มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 20 ของสมอง ทำหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการรับรู้ อารมณ์ ความใส่ใจ ประกอบด้วย ทาลามัส (Thalamus) เป็นศูนย์กลางของอารมณ์และการรับส่งข้อมูลจากประสาทและไขสันหลังไปสู่สมอง และรับคำสั่งจากสมองมายังไขสันหลังและระบบประสาทรวม ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) เป็นศูนย์ควบคุมการทำงานที่สำคัญของร่างกาย เช่น การเต้นของหัวใจ อุณหภูมิ สมดุลน้ำและเกลือแร่ การนอนหลับ อารมณ์ ความรู้สึกต่างๆ นอกจากนั้นมีการผลิตฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ควบคุมการหลั่งฮอร์โมนของต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior Pituitary Gland) โดยมีสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) เป็นศูนย์กลางควบคุมหน้าที่ทางปัญญา (Cognitive Function) หลายอย่างเช่น การเรียนรู้ ความจำ ความใส่ใจ โดยเฉพาะหน้าที่เกี่ยวข้องกับความสามารถ เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย การทำหน้าที่จัดเก็บ การจัดระบบข้อมูลต่างๆ การเปลี่ยนข้อมูลที่จัดเก็บที่สามารถดึงออกมาใช้งานได้ทั้งในรูปแบบความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว ซึ่งสมองที่มีความสำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ อมิกดาลา (Amygdala) ซึ่งอยู่บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับมีรูปร่างเหมือนเมล็ดอัลมอนด์ ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ความรู้สึก โดยเฉพาะความรู้สึกที่แสดงออกพื้นฐาน เช่น ความกลัว การตอบสนองด้วยความรุนแรงก้าวร้าว รวมทั้งทำหน้าที่ในการจัดระบบข้อมูลด้านความรู้สึก วัฏธุน

มักใช้สมองส่วนนี้มากที่สุดจึงมักแสดงออกทางอารมณ์ในลักษณะหุนหันพลันแล่นและรุนแรง

สมองส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกจะพบว่า เกี่ยวข้องกับเปลือกสมองส่วนพรีฟรอนทัล (Prefrontal Cortex) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่มากกว่าปกติ ข้อมูลที่มาจากสิ่งเร้ามากมาย ถูกคัดสรร (Selected) ถูกกรอง (Attenuated) และให้ความใส่ใจอย่างเจาะจง (Focus Attention) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการทำหน้าที่ของสมองที่ประสานระบบและเชื่อมโยงเครือข่ายอย่างสมดุล

3. แบบจำลองและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ

3.1 แบบจำลอง Deutsch and Deutsch's Late Selection Model (Deutsch, Deutsch, Lindsay, & Treisman, 1967) บุคคลที่อยู่ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ จะมีสิ่งเร้ามากมายเข้าสู่ระบบการรับรู้ และถูกดำเนินการโดยการทำหน้าที่ทางปัญญาของสมอง ตามขั้นตอนและกระบวนการที่ต่อเนื่องได้แก่ การรับรู้ ความจำ ความใส่ใจ การสื่อสาร และการแสดงออกทางพฤติกรรม แต่อย่างไรก็ตาม ปรากฏการณ์ที่บุคคลอยู่ท่ามกลางสิ่งเร้าจำนวนมากมาย จะได้รับสิ่งเร้าทั้ง ภาพ เสียง กลิ่น รส สัมผัส แบบจำลองนี้ได้อธิบายถึงลักษณะสำคัญของสิ่งเร้า ว่ามีความเกี่ยวข้องกับการกระตุ้น เช่นเมื่อได้รับสิ่งเร้าจากการได้ยินเสียงเรียกชื่อหรือ ได้รับสิ่งเร้าจากสิ่งที่มองเห็น เหล่านั้นเป็นสิ่งที่บุคคลให้ความใส่ใจหรือมีผลกระทบโดยตรงต่อกิจกรรมที่กำลังทำอยู่ เช่น ระหว่างที่มีการจราจรติดขัด ขณะขับรถ อาจได้ยินเสียงแตรรถ ได้มองเห็นสัญญาณจราจร ได้กลิ่นควันรถ ได้สัมผัสอากาศร้อน การแสดงออกทางพฤติกรรม ความรู้สึก ที่มีต่อสิ่งกระตุ้นต่าง ๆ จะส่งผลต่อพฤติกรรม โดย แนวคิดของแบบจำลองนี้ มีความเกี่ยวข้องกับความหมายเชิงพฤติกรรมและกระบวนการทางจิต ซึ่งช่วยอธิบายปรากฏการณ์การรับรู้สิ่งเร้าที่บุคคลสามารถรับรู้ได้เพียงสิ่งเร้าเดียวที่ต้องการภายใต้ความหลากหลายในเวลาเดียวกันโดยที่บุคคลสามารถเลือกรับรู้ได้ ที่เรียกว่า Cocktail Party Effect ของ Colin Cherry และแบบจำลอง Broadbent's Filter Model ของ บรอดเบนท์ ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

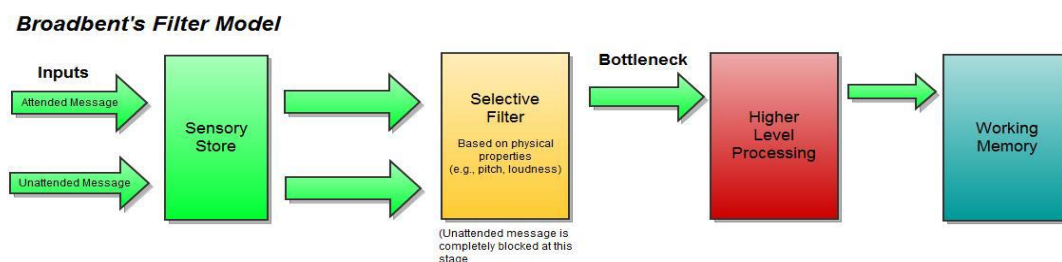
ความใส่ใจ เป็นส่วนสำคัญของกระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) ที่มีความต่อเนื่องและเกี่ยวข้องกับการรับรู้ ความจำสัมผัส (Sensory Memory) ความจำระยะสั้น (Short term Memory) ความจำระยะยาว (Long Term Memory) และพัฒนาสู่การบริหารหน้าที่ทางปัญญา (Executive Function) การรับรู้ข้อมูลจากสิ่งเร้าจำนวนมากจำเป็นต้องมีกระบวนการและขั้นตอน กลั่นกรอง มิเช่นนั้น ข้อมูลจากการรับรู้จะถ่ายทอดเข้าสู่กระบวนการที่ต่อเนื่องดังกล่าว แต่อาจเป็นผลเสียให้เกิดความไม่สมดุลของหน้าที่การบริหารจัดการทางปัญญา จนเกิดพยาธิสภาพได้ เช่น ผู้ป่วยที่มีปัญหาทางจิตเวช ปัญหาการรับรู้ การสื่อสาร บกพร่อง เป็นต้น

3.2 แบบจำลอง Broadbent's Filter Model (Broadbent, 1958, pp. 219 -223) แบบจำลองนี้แสดงถึงการรับข้อมูล สิ่งกระตุ้นหรือสิ่งเร้าที่เข้าสู่การรับรู้ของบุคคลในหลากหลายช่องทางนั้น จะมีทั้งข้อมูลที่ให้ความใส่ใจและวางเฉยหรือไม่แสดงการรับรู้ต่อข้อมูลสิ่งเร้านั้น ๆ เพราะหากข้อมูลจากสิ่งเร้าทั้งหมดเข้าสู่การรับรู้อย่างมากเกินที่บุคคลจะรับทั้งหมดจะเกิดผลเสียต่อ

กระบวนการทางปัญญา จึงต้องมีการยับยั้งหรือละเลยความใส่ใจ ซึ่งลักษณะของแบบจำลองมีดังนี้

3.2.1 แหล่งกักข้อมูล จากสิ่งเร้าต่าง ๆ จากสัมผัสซึ่งมีทั้งข้อมูลที่ได้รับมาจากสิ่งเร้าที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจ ข้อมูลที่เข้ามาได้รับการจัดเก็บไว้ในพื้นที่สมองบริเวณที่ทำหน้าที่ รับสิ่งเร้าในช่วงระยะเวลาสั้นๆ

3.2.2 แหล่งกรองข้อมูล จากสิ่งเร้าต่าง ๆ จากสัมผัสซึ่งเป็นข้อมูลที่ให้ความใส่ใจ จะเป็นข้อมูลที่มีคุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพ เช่นเสียงที่มีความถี่ที่บุคคลรับรู้ได้ดีและเลือกรับรู้ เสียงที่ไม่คุ้นเคยหรือเสียงที่ดัง ซึ่งขึ้นกับบุคคลนั้น ๆ ส่วนข้อมูลที่เหลือจะถูกกรองออก โดยข้อมูลที่กรองเข้ามาแล้วจะได้รับการประมวลผลต่อเป็นกระบวนการทางปัญญาขั้นสูง (Higher Level Processing) เกิดความจำขณะทำงาน (Working Memory) ในขณะที่ข้อมูลที่ถูกกรองออกจะหายไปเป็นที่สุด ดังภาพที่ 3

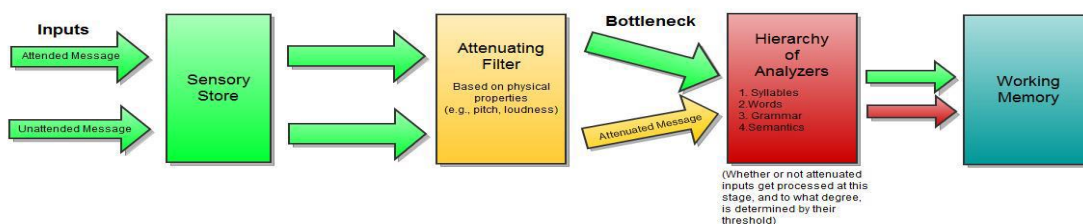


ภาพที่ 2 แบบจำลอง Broadbent's Filter Model

ที่มา: McCrea et al. (2008)

3.3. ทฤษฎี Attenuation (Attenuation Theory) (Treisman & Gelade, 1980) เป็นรูปแบบที่ใกล้เคียงกับ Broadbent's Filter Model of Selective Attention โดยการกรองข้อมูลจากสิ่งเร้าที่ให้ความใส่ใจจะเป็นคุณลักษณะทางกายภาพที่เด่นชัด อาจเป็นเสียง หรือความดังระดับที่ไม่คุ้นเคย คุณลักษณะที่บุคคลรับรู้ได้ดี จะถูกกักตักให้เข้าสู่กระบวนการต่อไป เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและมีความแตกต่างกันคือ การกักตัก (Attenuates) ของ Treisman จะไม่กำจัดสิ่งที่ไม่ให้ความใส่ใจออกไปแต่เป็นการลดสิ่งเร้าที่จะเข้าสู่กระบวนการทางปัญญาเป็นลำดับขั้น เป็นการวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นตอน และเกิดความจำขณะทำงานในลักษณะเดียวกับแบบจำลองของ Broadbent ลักษณะหลักของแบบจำลองมีรายละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 4

Treisman's Attenuation Model

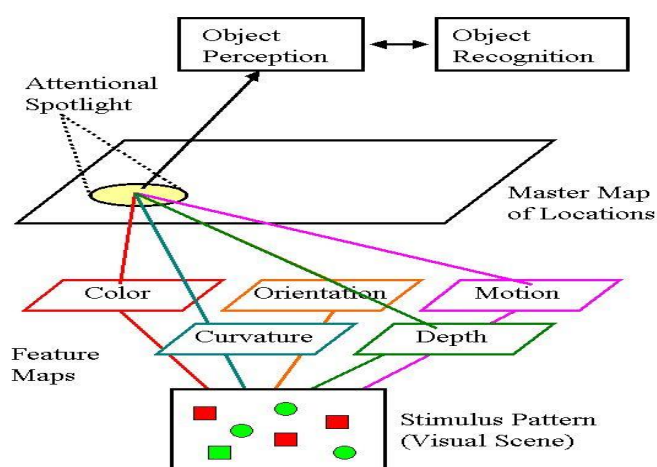


ภาพที่ 3 แบบจำลอง Treisman's Attenuation Model

ที่มา: Fulcher (2009)

3.4 ทฤษฎี Feature-Integration Theory of Attention ของ Anne Treisman and Garry Gelade (Treisman & Gelade, 1980, pp. 97-136) แสดงถึง สิ่งเร้าที่มีมากกว่าหนึ่งอย่างที่บุคคลสามารถรับรู้โดยระบบประสาทสัมผัส คุณลักษณะที่แตกต่างทางกายภาพ เช่น รูปทรง สี แสงสว่าง สามารถทำให้บุคคลแยกสิ่งเร้าเพื่อสร้างความใส่ใจได้มากกว่าหนึ่งอย่าง ความแตกต่างของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติเป็นวัตถุ รูปทรงทางกายภาพ จะถูกวิเคราะห์ จัดเก็บเป็นความจำ ชั่ววูบ ระยะสั้น หรืออาจเกิดเป็นความทรงจำระยะยาว เป็นกระบวนการที่เกิดคู่ขนาน และสามารถดึงข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประมวลผล เพื่อการทำหน้าที่ทางปัญญาขั้นสูง เมื่อบุคคลต้องการทำกิจกรรม ทฤษฎีนี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อสถานการณ์ที่ต้องการทำกิจกรรมและแสดงพฤติกรรมเกิดจากการร่วมกันหลายๆสิ่งเร้าจะสามารถแยกให้ความใส่ใจได้ บุคคลจำเป็นต้องมีประสบการณ์ มีทักษะในการค้นหาคุณสมบัติดังกล่าวที่สามารถอธิบายความแตกต่างของสิ่งเร้านั้นได้อย่างอัตโนมัติ เช่น รูปร่าง สี หรือบางส่วนขององค์ประกอบ เช่น สี ตำแหน่ง การเคลื่อนที่ ความลึก โครงร่างหรือเส้นโค้งเป็นต้นแสดงได้ดังภาพที่ 5

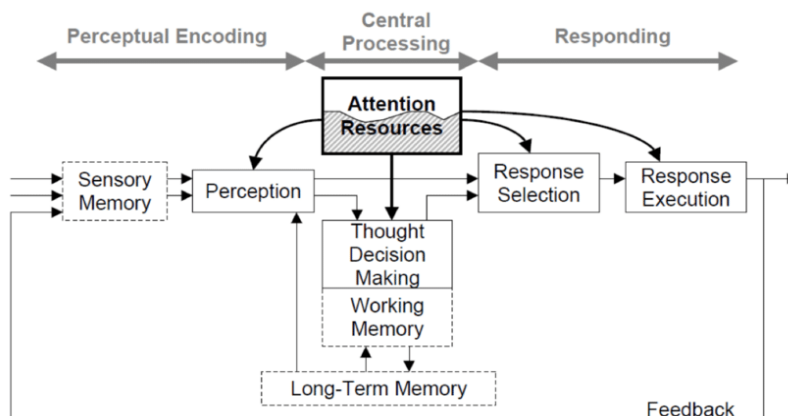
Feature Integration Theory (Treisman)



ภาพที่ 4 ทฤษฎี Feature-Integration Theory of Attention

ที่มา: Fulcher (2009, p. 21)

3.5 แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ (Model of Human Information Processing)



ภาพที่ 5 แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์

ที่มา: Wickens and Carswell (2006, p. 519)

แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ ประกอบด้วยขั้นตอนของกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดเป็นลำดับ โดยบุคคลมีการประมวลผลข้อมูลจากสิ่งเร้าที่รับมาจากสิ่งแวดล้อม จากระบบประสาทสัมผัสทั้งหมด ได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การดมกลิ่น การรับสัมผัส สิ่งเร้าที่มีจำนวนมากจะถูกประมวลผลเพื่อใช้ในกระบวนการทางปัญญาขั้นต่อไป ขั้นตอนกระบวนการต่าง ๆ มีดังนี้

ขั้นตอนกระบวนการนำเข้า (Input Process) เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลของสิ่งเร้าที่บุคคลรับเข้ามา

ขั้นตอนกระบวนการเก็บสะสม (Storage Process) เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บเป็นข้อมูลที่สามารถดึงมาใช้ในกระบวนการทางปัญญาขั้นสูง โดยได้จากการจัดเก็บเป็นความจำขณะทำงาน (Working Memory) ความจำระยะยาว (Longterm Memory) และถูกดึงมาใช้ในการคิด การตัดสินใจ การสื่อสาร เป็นต้น

ขั้นตอนกระบวนการผลลัพธ์ (Output Process) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการนำข้อมูลสิ่งเร้าที่ให้ความใส่ใจ ความรู้เดิมและประสบการณ์ ที่เก็บสะสมไว้เป็นความจำ นำมาใช้ผ่านกระบวนการ ประกอบด้วย 2 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการจากบนลงล่าง (Top-down process) เป็นกระบวนการที่ เริ่มจากการนำเข้าข้อมูลของสิ่งเร้า กระตุ้น ผ่านเข้าทางอวัยวะรับรู้ความรู้สึก เช่น ภาพ เสียง กลิ่น รสและสัมผัส แล้วดำเนินการตอบสนองโดยกระบวนการบนลงล่าง ซึ่งบุคคลจะต้องมีประสบการณ์ความรู้เดิม ประสบการณ์การรับรู้ใหม่ สิ่งเร้าใหม่ที่รับเข้าไปกระตุ้นกระบวนการหน้าที่ทางปัญญา พบมากในกระบวนการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Motor Process) และการประมวลผลกลาง (Chin et al., 1998) และนอกจากนั้น กระบวนการล่างขึ้นบน (Bottom-Up Processing) เป็น

การประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากสิ่งเร้าภายนอกได้แก่ สิ่งเร้าทางกายภาพ แสง สี เสียง ที่สมองรับสิ่งเร้าเหล่านี้เข้ามาจะถูกจัดเก็บเป็นระยะเวลาสั้นๆ แต่หากสมองได้รับการกระตุ้นให้มุ่งเน้นความใส่ใจต่อสิ่งเร้านั้นๆ ก็จะถูกส่งไปสู่กระบวนการรับรู้ (Perceptual Process) เพื่อทำการกระบวนการต่อเนื่อง ทำการบันทึก (Encode) ข้อมูลที่รับมาจากสัญญาณสิ่งเร้า ผ่านการประมวลผลกลาง (Central Process) แสดงออกเป็นหน้าที่ทางปัญญาในแต่ละระดับขั้นต่อไป เช่น อารมณ์ ความคิด การตัดสินใจและการแก้ปัญหา ตลอดจนความจำขณะทำงาน มีการนำข้อมูลประสบการณ์จากความจำระยะยาวซึ่งเก็บข้อมูลความรู้ (Knowledge) ที่สะสมไว้มามีใช้ในการพัฒนาการรับรู้และกำหนดการตอบสนอง (Responding) และการแสดงออกเป็นพฤติกรรม (Representation) ทั้งสองกระบวนการมีความใส่ใจเป็นศูนย์กลางทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการคือ เป็นตัวเลือกจำกัดข้อมูลที่จะรับรู้ และตัวจัดการกิจกรรมว่าต้องทำอะไร นอกจากนี้ แบบจำลองได้แสดงการป้อนกลับข้อมูลที่ได้จากการตอบสนองที่ล้มเหลว หรือประสบความสำเร็จ ตลอดจนการปรับเปลี่ยนการตอบสนองไปยังระบบประสาทสัมผัส (Wickens & Carswell, 2006, pp. 111-149) ดังภาพที่ 6

จากโครงสร้างของแบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ สามารถอธิบายความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยง การทำหน้าที่ของกระบวนการทางปัญญา ได้แก่ การรับรู้ ความจำ การตัดสินใจแก้ปัญหา

1. การรับรู้ (Perception)
2. ความจำ (Memory)
3. การแก้ไขปัญหา (Solving Problem)

ความใส่ใจเป็นขั้นแรกในกระบวนการทางปัญญา และมีการพัฒนาในขั้นสูง (Higher function) ต่อไป โดย

การรับรู้ (Perception) จะสัมพันธ์กับความใส่ใจโดยความใส่ใจ มีหลายระดับ ดังที่กล่าวมา ได้แก่ ความใส่ใจคัดสรร (Selective Attention) ความใส่ใจมุ่งเน้น (Focus Attention) และความใส่ใจยั่งยืน (Sustained Attention) ซึ่งการรับรู้ ต่อสิ่งเร้าที่มีลักษณะทางกายภาพจะทำให้การรับรู้ดีขึ้นได้ จึงมีความสำคัญสำหรับการกำหนดคุณลักษณะของวัตถุเช่น สี รูปร่าง ตำแหน่งและการกำหนดทิศทางการเคลื่อนไหว ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการรับรู้ (Flom & Bahrick, 2010)

ความจำ (Memory) จะสัมพันธ์กับความใส่ใจโดย ความจำจะช่วยเพิ่มความสามารถในการเก็บข้อมูลให้คงอยู่เป็นระยะเวลานานขึ้น (Hart et al., 2005)

การแก้ไขปัญหา (Solving Problem) จะสัมพันธ์กับความใส่ใจโดย ความสำเร็จในการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับความใส่ใจที่มีต่อปัญหานั้น (Vitevitch et al., 2014)

วิธีการประมวลผลข้อมูลและการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับความเกี่ยวข้องของแบบจำลองหรือทฤษฎีที่กล่าวมาเหล่านี้ ควรพิจารณาประเด็นดังนี้

1. กระบวนการจัดลำดับสิ่งเร้าที่นำเข้าสู่การรับรู้ของบุคคลที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจากแบบจำลองการประมวลผลและทฤษฎีที่กล่าวถึงจะเห็นว่า การรับรู้ของบุคคล จะถูกกักตัก โดยการกรอง การจัดระบบการคัดสรรการรับรู้ สิ่งเร้าที่บุคคลรับ อาจเกิดทั้งโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ เช่น สิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะทางกายภาพ ที่โดดเด่น การเคลื่อนไหวของสิ่งเร้าที่สอดคล้องและเหมาะสมกับ การจ้องจับ ในกรณีที่เป็นกรรับรู้โดยการมองเห็น กระบวนการจัดลำดับที่มีประสิทธิภาพจึงหมายถึง การดำเนินการของกระบวนการหนึ่งเสร็จก่อนที่จะเริ่มกระบวนการต่อไป ส่วนกระบวนการคู่ขนาน เป็นกระบวนการทั้งหมด หรือบางส่วนที่เกี่ยวกับการทำกิจกรรมกระบวนการคิด ซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกัน (ดุสิต โพธิ์พันธุ์ และเสรี ชัดแจ้ง, 2560) สิ่งที่มีผลต่อกระบวนการดังกล่าวน่าจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ที่ต้องการแก้ปัญหาและ กระบวนการฝึก ซึ่งกระบวนการคู่ขนาน เป็นลักษณะที่ สิ่งเร้าสามารถจัดเรียงการนำเข้าตามเส้นทางของแบบจำลองที่บุคคลจะต้องมีทักษะและประสบการณ์ การเรียนรู้ มักเกิดได้ในบุคคลที่สามารถแยกให้ความสนใจต่อสิ่งเร้ามากกว่าหนึ่งอย่าง (Divided Attention)

2. การประมวลผลข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันระหว่าง การทำหน้าที่ทางปัญญาของสมองมนุษย์กับการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งมนุษย์เป็นผู้จัดระบบให้สมองของมนุษย์มีศักยภาพครอบคลุมกระบวนการคู่ขนาน หากได้รับประสบการณ์การฝึกทักษะจะสามารถพัฒนาได้ ส่วนการประมวลผลของคอมพิวเตอร์มนุษย์สามารถจัดระบบการปฏิบัติงานให้ได้ คอมพิวเตอร์จึงทำงานตามโปรแกรมที่มนุษย์กำหนดขึ้น จึงขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดลำดับที่มนุษย์ควบคุม กระบวนการคิดซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ที่ซับซ้อนเป็นการทำหน้าที่บริหารจัดการขั้นสูง (Executive Function)

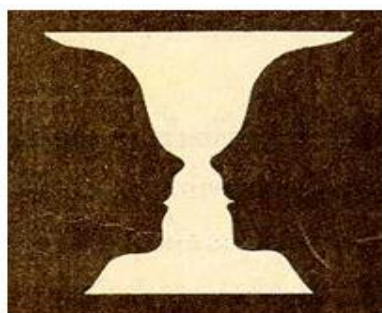
3. ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กับความใส่ใจ ตามแนวคิดทฤษฎี หรือแบบจำลองที่กล่าวนั้น ส่วนใหญ่มาจากการควบคุมสถานการณ์ สิ่งแวดล้อม ที่เป็นสถานการณ์การศึกษา จึงเป็นการควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ในหลักการที่ศึกษา เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงสู่เป้าหมายของการศึกษาจึงสามารถแยกปัจจัยต่าง ๆ ด้านที่เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ทางปัญญา แต่อย่างไรก็ตามในความเป็นจริง ความซับซ้อนของกิจกรรมต่าง ๆ ที่อยู่แวดล้อมบุคคลมีมากมาย ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาผลของ สิ่งแวดล้อมซึ่งมีอยู่จำนวนมากทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอกและสิ่งแวดล้อมภายในของบุคคล เช่น กระบวนการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย ทั้งในภาวะปกติและภาวะที่เกิดพยาธิสภาพที่มีผลต่อกระบวนการคิดของมนุษย์

ตอนที่ 2 การรับรู้ทางสายตาและทางการได้ยินเสียง คุณลักษณะของสิ่งเร้า และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การรับรู้ของกลุ่มเกสตัลต์ โดยหลักการเรียนรู้ของกลุ่มเกสตัลต์ กลุ่มเกสตัลต์กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เห็นส่วนรวมมากกว่าส่วนย่อยนั้นจะต้องเกิด จากประสบการณ์เดิม และการเรียนรู้ย่อมเกิดขึ้นจากการรับรู้ (Perception) และความใส่ใจ

การรับรู้หมายถึง การแสดงออกทางพฤติกรรมของบุคคลโดยผ่านการคิด การใช้ประสบการณ์ความรู้เดิมของบุคคลเพื่อให้ความหมายต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลรับรู้ผ่านระบบรับสิ่งเร้าของร่างกายทั้งห้าส่วน ได้แก่ หูจากการได้ยิน ตาจากการมองเห็น จมูกจากการดมกลิ่น ลิ้นจากการรับรส และผิวหนังจากการสัมผัส โดยประสบการณ์เดิมจะช่วยตัดสินใจรับรู้ของบุคคลต่อสิ่งเร้านั้น ๆ ได้เร็วขึ้น เช่น เมื่อเห็นสีชมพูนึกถึง ความรัก เมื่อเห็นสีเขียวนึกถึง ป่าไม้ เมื่อเห็นสีดำนึกถึง ความตาย เป็นต้น การเรียนรู้ที่เน้น “การเรียนรู้เป็นส่วนรวมมากกว่าส่วนย่อย” นั้น เป็นการเรียนรู้ที่เรียกว่า กฎการจัดระเบียบเข้าด้วยกัน (The Laws of Organization) (Chang, Dooley, & Tuovinen, 2002) ดังนี้

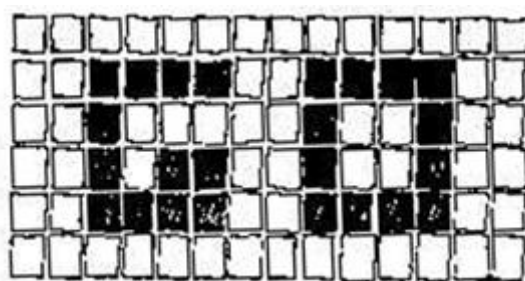
1. กฎแห่งความแน่นอนหรือชัดเจน (Law of Proximity) ซึ่งกล่าวว่าเมื่อต้องการให้มนุษย์เกิดการรับรู้ ในสิ่งเดียวกัน ต้องกำหนดองค์ประกอบขึ้น 2 ส่วน คือ ภาพหรือข้อมูลที่ต้องการให้สนใจ เพื่อเกิดการเรียนรู้ในขณะนั้น ส่วนประกอบหรือพื้นฐานของการรับรู้ (Background or Ground) เป็นสิ่งแวดล้อมที่ประกอบอยู่ในการเรียนรู้ นั้น ๆ แต่ผู้สอนยังต้องการให้ผู้เรียนสนใจในขณะนั้น ปรากฏว่า วิธีการแก้ปัญหา โดยกำหนด Figure และ Background ของเกสตัลต์ที่ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ เพราะสามารถทำให้มนุษย์เกิดการเรียนรู้ด้วยการรับรู้ได้อย่างเดียวกันได้ บางครั้ง Figure อาจเปลี่ยนเป็น Ground และ Ground อาจเปลี่ยนเป็น Figure ก็ได้ ถ้าบุคคลมีการรับรู้ เปลี่ยน สิ่งที่ต้องการและให้ความใส่ใจ หรือกลุ่มเป้าหมายเบนความใส่ใจไปตามที่บุคคลต้องการ



ภาพที่ 6 กฎแห่งความแน่นอนและชัดเจน จากทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลต์
ที่มา: บ้านจอมยุทธ์ (2543)

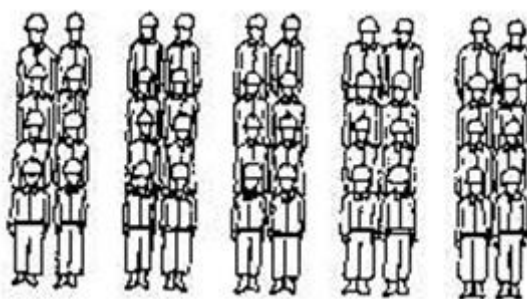
จะเห็นได้ว่า ภาพเดียวกัน คนบางคนยังเห็นไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของแต่ละคน อิทธิพลของประสบการณ์ที่มีต่อการรับรู้ภาพและพื้น การมองเห็นรูป เป็นภาพ (Figure) และพื้น (Ground) สลับกันนั้นตามทฤษฎี ของกลุ่ม เกสตัลท์ เชื่อว่า การรับรู้ในลักษณะเช่นนี้ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์การรับรู้ของแต่ละบุคคล ซึ่งจะมีผลต่อการรับรู้ความหมายของสิ่งเร้าที่ได้รับจากการมองเห็นเช่นองค์ประกอบของภาพและพื้นที่มีความหมายได้มากกว่า 1 อย่าง

2. กฎแห่งความคล้ายคลึง (Law of Similarity) เป็นหลักการที่วางภาพ หรือสิ่งเร้าจากการมองเห็น โดยการรับรู้ที่ปรากฏให้เป็นกลุ่มและสามารถให้ความหมายจากการรับรู้ด้วยการมองเห็น สิ่งเร้าที่บุคคลสามารถ จัดกลุ่มของ สี หรือรูปทรงเลขาคณิตที่มีความคล้ายกัน ให้ความหมายและสามารถจัดเป็นพวกเดียวกันได้



ภาพที่ 7 กฎแห่งความคล้ายคลึง จากทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลท์
ที่มา: บ้านจอมยุทธ์ (2543)

3. กฎแห่งความใกล้ชิด (Law of Proximity) เป็นการกล่าวถึงว่า ถ้าหากสิ่งใดหรือสถานการณ์ใด ที่มีความใกล้ชิดกัน บุคคลมีแนวโน้มที่จะรับรู้สิ่งนั้นไว้แบบเดียวกัน จากภาพ บุคคลจะรับรู้ว่ามีทหารยืนแถวอยู่ 5 แถวตอน



ภาพที่ 8 กฎแห่งความใกล้ชิด จากทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลท์
ที่มา: บ้านจอมยุทธ์ (2543)

4. กฎแห่งการสิ้นสุด (Law of Closure) สิ่งเร้าที่ขาดหายไป บุคคลจะสามารถรับรู้ให้เป็นภาพ สมบูรณ์ได้โดยอาศัยประสบการณ์เดิม จากภาพ แม้จะไม่ใช้ภาพที่เขียนขึ้นอย่างสมบูรณ์ แต่คนที่มีความประสบการณ์เดิม ก็พอจะรู้ว่า เป็นภาพอะไร เช่นภาพ สุนัข



ภาพที่ 9 กฎแห่งการสิ้นสุด จากทฤษฎีการเรียนรู้ของเกสตัลท์
ที่มา: บ้านจอมยุทธ์ (2543)

5. กฎแห่งความต่อเนื่อง (Law of Continuity) สิ่งเร้าที่มีทิศทางในแนวเดียวกัน ซึ่งบุคคลจะรับรู้ว่าเป็นพวกเดียวกัน

6. กฎแห่งความสมบูรณ์ (Law of Closure) สิ่งเร้าที่ขาดหายไปบุคคล สามารถรับรู้ให้เป็นภาพสมบูรณ์ได้โดยอาศัยประสบการณ์เดิม

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ คือกฎเกณฑ์ที่ใช้พิจารณากระบวนการรับรู้ ดังที่กล่าวถึงการรับรู้และความใส่ใจจะเกิดโดยอัตโนมัติเป็นการทำงานของระบบประสาท ดังนั้นการรับรู้ได้ถูกกำหนด เกณฑ์หลักกว่า บุคคลมีแนวโน้มที่จะจัดการสิ่งเร้าที่เป็นภาพที่รับรู้ด้วยการมองเห็น ด้วยการจัดกลุ่ม ตามกฎเกณฑ์ 4 แบบดังนี้

1. กฎแห่งความคล้ายคลึงกัน (The Law of Similarity) เป็นลักษณะสิ่งเร้าที่มีลักษณะทางกายภาพ โครงสร้างรูปทรงและสี ที่มีลักษณะใกล้เคียงมีส่วนคล้ายกันจะถูกจัดกลุ่มจัดหมวดหมู่ของการรับรู้และการแปลผลการรับรู้ที่เป็นความหมายในกลุ่มเดียวกัน เช่น นักศึกษาที่แต่งกายด้วยเครื่องแบบเหมือนกัน จัดเป็นนักศึกษาจากสถาบันเดียวกัน หรือ นักกีฬาที่ใส่เสื้อสีเดียวกัน เป็นกลุ่มเดียวกัน เป็นต้น แต่กรณีการจัดวางการจัดเรียงตัวอักษร โดยทั่วไปภาษาที่ใช้ในการสื่อสารด้วยการเขียนแสดงเป็นตัวอักษร ส่วนใหญ่จะมีการจัดเรียงตามแนวนอนมากกว่าตามแนวตั้ง ด้วยความเคยชินในการกวาดตานสายตาตามแนวนอนที่เป็นลักษณะทางธรรมชาติมากกว่า แนวตั้ง ดังจะเห็นว่า

การรับรู้ ความใส่ใจ ใช้การพิจารณาความคล้ายคลึงเป็นหลัก

2. กฎแห่งความใกล้ชิดหรืออยู่ภายในขอบเขตที่ใกล้เคียงกัน (The Law of Proximity) เป็นการรับรู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับบริบทและความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความใส่ใจ หรือเป็นสถานการณ์ เหตุการณ์ที่เข้าได้กับเหตุการณ์อื่นที่เกี่ยวข้องกัน เช่น การได้ยินเสียงเรียกจากคนคนหนึ่งติดๆกัน 2-3 ครั้ง บุคคลจะเข้าใจว่าเป็นเสียงที่มาจากคนคนเดียวกันที่เรียก เพราะบุคคลโดยทั่วไปรับรู้ว่าเป็นเสียงเรียก ที่ต้องมีการเรียกซ้ำ ลักษณะสิ่งเร้าที่มาจากที่ใกล้ๆกันบุคคลจะรับรู้ว่าเป็นสิ่งเร้าที่เกี่ยวข้องกันมากกว่า สิ่งเร้าที่เหมือนกัน

3. กฎแห่งความต่อเนื่อง (The Law of Good Continuation) สิ่งเร้าที่ถูกกระตุ้นให้เกิดความใส่ใจ ถ้าไม่มีสิ่งใดมาขัดขวาง แล้วบุคคล จะรับรู้ในลักษณะเดียวกันต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นจนจบ เช่น การเคลื่อนไหวที่มีความต่อเนื่องมีทิศทางแน่นอน ถ้าไม่มีสิ่งเร้าที่ทำให้บุคคลเกิดการรับรู้และความใส่ใจที่หักมุม ก็จะรับรู้ความต่อเนื่องของทิศทาง ที่เกิดขึ้นในห้วงเวลาตั้งแต่ต้นก็จะสรุปว่าเป็นสิ่งเร้านั้น ตลอดต่อเนื่อง (Continuity) และเกิดมาจากสิ่งเร้าที่มีทิศทางไปในทางเดียวกัน

4. กฎแห่งความสมบูรณ์หรือกฎแห่งความสิ้นสุด (The Law of Closure) เป็นการรับรู้และแปรผลการรับรู้โดยรวมมากกว่าการแยกแปรผลโดยย่อย เพราะบุคคลจะมีการรับรู้ และให้ความสำคัญกับความใส่ใจ ข้อมูลที่สามารถ ให้ความหมายโดยรวมให้เกิดความรู้ (Knowledge) เพื่อการแสดงออกมากกว่า จึงต้องอาศัยความรู้เดิม (Prior knowledge) แม้ว่าเป็นการรับรู้เดิมขาดความสมบูรณ์ แต่บุคคลมีแนวโน้มที่จะต่อเติมส่วนที่ขาดหายไปของการรับรู้ให้เกิดความสมบูรณ์ เนื่องจากการรับรู้ซึ่งมีแนวโน้มให้เกิดการประสานสนิท (Closure) บุคคลจะรู้สึกผิดปกติเมื่อมองเห็นสิ่งหนึ่งสิ่งใดขาดไปจากสิ่งที่คิดและความคิดก็จะหลอกให้รับรู้ว่ามีเต็มสมบูรณ์โดยไม่ได้ตั้งใจ แม้ว่าเป็นภาพขาดความสมบูรณ์

2. แนวคิดเกี่ยวกับการกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกทางสายตาและการได้ยินเสียง

กระบวนการและกลไกของการกระตุ้นประสาทรับความรู้สึก กระบวนการกระตุ้นประสาทรับความรู้สึก ประกอบด้วย การรับความรู้สึกและการรับรู้ ซึ่งการรับความรู้สึกเป็นกระบวนการที่เกิดจากการกระตุ้น หรือการได้รับข้อมูลทั้งจากภายในและภายนอกร่างกาย สิ่งกระตุ้นภายนอก ได้แก่ การกระตุ้นการได้ยิน การมองเห็น การสัมผัส การรับกลิ่น และการรับรส และสิ่งกระตุ้น ภายใน ได้แก่ การกระตุ้นการเคลื่อนไหว หรือการกระตุ้นอวัยวะภายในร่างกาย ส่วนการรับรู้มีความหมายรวมทั้งระดับความรู้สึกตัว คือ ความตื่นตัวและการตอบสนองต่อสิ่งเร้า การแปลผล และการให้ความหมายของสิ่งที่ได้รับการกระตุ้น (Craven, Hinle, & Jensen, 2013) เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นจะเกิดกระบวนการเปลี่ยนสิ่งกระตุ้น ซึ่งอยู่ในรูปพลังงานต่างๆ ให้เป็นศักย์ไฟฟ้าของตัวรับ (Receptor Potential) ถ้ามีการกระตุ้นมากพอศักย์ไฟฟ้าของตัวรับ (Receptor Potential) จะเปลี่ยนไปเป็นศักย์ทำงาน (Action Potential) แล้วส่งต่อไปยังขั้นตอนที่สอง คือ ถ่ายทอดข้อมูลไปสู่ระบบประสาท

ที่เกี่ยวข้องในการรับและแปลข้อมูล โดยไปทางวิธีประสาทจำเพาะ ข้อมูลจากสิ่งกระตุ้นที่ถูกนำเข้าไปทางกระแสประสาทไปยังระบบประสาทส่วนกลาง และอาจถูกปรับเปลี่ยนก่อนที่จะนำไปสู่บริเวณที่รับและแปลความหมาย เนื่องจากการส่งผ่าน Relay Center เพื่อปรับข้อมูลกระตุ้นให้มีความเหมาะสมหรือมีความคมชัดมากขึ้น หลังจากนั้นจะเป็นการแปลข้อมูลที่ได้รับเพื่อให้เกิดการรับรู้ โดยอาศัยประสบการณ์การรับรู้ที่มีอยู่เดิม ดังนั้นเมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นตัวรับความรู้สึกเซลล์ประสาทรับความรู้สึกจะส่งกระแสประสาทไปตามทางของวิธีประสาททางไขสันหลัง หรือทางสมองโดยตรง แล้วส่งต่อไปยังบริเวณที่รับความรู้สึกเฉพาะต่อการกระตุ้นแต่ละชนิดในสมองใหญ่ส่วนเปลือกสมอง และไปยังระบบ Reticular Activating และ Thalamus ซึ่งการกระตุ้นระบบ Reticular Activating จะกระตุ้นให้เซลล์ประสาทในสมองส่วน Cortical ตื่นตัว บุคคลจึงเกิดการรับรู้ และสามารถแปลความหมายของสิ่งเร้าที่มากระตุ้นได้ โดยการกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกที่มีประสิทธิภาพต้องมีความถี่ ระยะเวลา และความแรงเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสมอง และสิ่งที่ใช้กระตุ้นต้องสอดคล้องกับประสบการณ์ในอดีต ความรู้และความสนใจของแต่ละบุคคล (Mandeep, Naveen, Sandeep, & Sudhir 2013; Pornnipa, 2004)

ระบบ Reticular Activating อยู่ระหว่างศูนย์กลางเซลล์ประสาทของ Medulla Oblongata มีหน้าที่ควบคุมระดับความรู้สึกตัว การเคลื่อนไหว และระบบประสาทอัตโนมัติ ประกอบด้วย Reticular Excitatory Area และ Reticular Inhibitory Area โดยส่วนที่ทำให้บุคคลมีการตอบสนองต่อการกระตุ้นและทำให้เกิดการตื่นตัว คือ Reticular Excitatory Area ซึ่งการตอบสนองเกิดจากการส่งสัญญาณประสาทมาจากสมองใหญ่ส่วนเปลือกสมอง และบางส่วนของสมองที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะรับความรู้สึก มาช่วยกระตุ้นให้สมองส่วนที่ได้รับบาดเจ็บเกิดการปรับโครงสร้างใหม่จนสามารถกลับมาทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้ (Carol, Carol, Priscilla, & Pamela, 2011) ส่วนความรู้สึกการมองเห็นจะส่งต่อไปยัง Tegmentum ของสมองส่วนกลาง หลังจากนั้น Reticular formation จะส่งกระแสประสาทออกไปกระตุ้นให้ สมองใหญ่เกิดความตื่นตัวและตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มากระตุ้น

1. การกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกในผู้ป่วยบาดเจ็บที่สมอง

1.1 การกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกด้านการมองเห็น การกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกด้านการมองเห็น สิ่งเร้าจะกระตุ้นการทำหน้าที่ของสมองโดยผ่าน การทำงานของระบบ Reticular Activating, Superior Colliculi, Thalamus และ Occipital Lobe เมื่อแสง สะท้อนจากวัตถุเข้าตา มาตกกระทบที่จอตา เซลล์รับแสงจะถูกกระตุ้นจนเกิดศักย์ไฟฟ้าของตัวรับ (Receptor Potential) และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเซลล์แล้วส่งสัญญาณประสาทไปตามเซลล์ประสาท หลังจากนั้นแอกซอนของเซลล์ประสาทจะรวมกันเป็นเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 แล้วส่งต่อไปยัง Lateral Geniculate Nucleus ของสมองส่วน Thalamus ไปสิ้นสุดที่ Primary Visual Cortex ที่อยู่บริเวณ Occipital Lobe เพื่อทำให้เกิดการรับรู้ว่ามีภาพเข้ามา จากนั้นจะส่งต่อไปยังอาณาเขตที่

สัมพันธ์การมองเห็น เพื่อแปลผล เกี่ยวกับลักษณะของภาพที่มองเห็น รวมถึงสีและรายละเอียดอื่นๆ ของภาพ และส่งไปยัง Superior Colliculus เพื่อทำให้เกิดรีเฟล็กซ์ของการรับภาพโดยรูม่านตาขยาย การกลอกตาและหันศีรษะไปยังตำแหน่งของสิ่งเร้า (Barker, 2008; Ratree, & Weerachai, 2007)

1.2 การกระตุ้นประสาทรับรู้ด้านการได้ยิน การกระตุ้นประสาทรับรู้ด้านการได้ยิน สิ่งเร้าจะกระตุ้นการทำหน้าที่ของสมองผ่านการ ทำงานของ Reticular Activating, Superior Olivary Complex, Inferior Colliculus, Thalamus และ Temporal Lobe เมื่อมีเสียง มากระตุ้นคลื่นเสียงจะผ่านเข้ามาในช่องคอเคลีย แล้วเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นสัญญาณ ประสาทส่งผ่านไป ตามแอกซอนของปมประสาท Spiral จากนั้นจะรวมเป็นเส้นประสาทคอเคลีย และรวมกับ เส้นประสาท Vestibular เป็นเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 แล้วส่งต่อไปยัง Reticular Foramen เข้าสู่ Cochlear Nucleus ในก้านสมองบริเวณส่วนต้นของ Medulla แล้วทอดข้ามไปที่ Superior Olivary Complex เพื่อบอก ตำแหน่งและทิศทางของเสียง และไปที่ Inferior Colliculus ใน Midbrain เพื่อปรับแต่งและถ่ายทอดสัญญาณ ประสาท รวมทั้งประมวลผลเกี่ยวกับการได้ยิน และ ส่งผ่านไปยัง Thalamus จากนั้นสัญญาณประสาทจะถูกส่ง ต่อไปที่Primary Auditory Cortex ใน Temporal Lobe ทำให้เกิดการรับรู้ทิศทางของเสียง ความดังของเสียง และระดับของเสียงที่ได้ยิน หลังจากนั้นจะส่งไปยังอาณาเขตที่สัมพันธ์การได้ยิน เพื่อแปลความหมายของเสียงที่ ได้ยินเป็น สัญลักษณ์ภาษา โดยการเปรียบเทียบกับประสบการณ์เดิมที่เคยเรียนรู้ และแสดงปฏิกิริยาตอบสนอง ต่อ เสียงที่ได้ยินโดยการหันศีรษะ และกลอกตาไปยังแหล่งที่มาของเสียง (Bermejo, 2004; Patcharee, 2012)

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าช่องทางการรับรู้ต่อสิ่งเร้าทั้งสองช่องทางคือการรับสิ่งเร้าจากการมองเห็นและการได้ยิน (Visual and auditory) บุคคลสามารถบูรณาการการรับรู้ทั้งสองช่องทางได้อย่างสอดคล้องกันและสามารถเพิ่มความสามารถทางปัญญาด้านความจำและความใส่ใจได้โดยไม่ทำให้เกิดการถูกปฏิเสธหรือละเลยต่อสิ่งเร้าที่บุคคลรับเข้าสู่กระบวนการทำงานของสมองโดยเส้นทางการรับสิ่งเร้าทั้งสองช่องทางสามารถดำเนินการในเส้นทางการทำงานเดียวกัน

3. ลักษณะของสิ่งเร้าและการเพิ่มความใส่ใจ

สิ่งเร้าที่เข้าสู่กระบวนการรับรู้โดยระบบประสาทรับรู้ทั้งหมด เป็นข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมจำนวนมาก บุคคลมีกระบวนการทางปัญญาที่ซับซ้อนสามารถรับรู้ วิเคราะห์ แปรผลและแสดง ออกเป็นพฤติกรรมที่บุคคลต้องการได้ ดังนั้นสิ่งเร้าจะถูกเลือกให้ความสนใจมากน้อยเพียงใดหรือสิ่งเร้านั้นถูกปฏิเสธหรือละเลย (Neglects) เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองและลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพของสิ่งเร้า เช่น รูปทรง แสง สี เสียง ที่มีความแตกต่างกัน จะทำให้ การรับรู้ของบุคคล เสาะหาสิ่งเร้า (Searching Perception) ที่ง่ายขึ้น เพราะลักษณะทางกายภาพที่ถูกแยกแยะ (Discriminated) จากการรับรู้ของบุคคลนั้นจะถูกวิเคราะห์โดยอัตโนมัติจากกระบวนการ

จากบนสู่ล่าง (Top-down Process) โดยใช้ประสบการณ์เดิม ความรู้เดิม แปรผลการรับรู้ (Interpretation) ความใส่ใจในการเลือกจะง่ายขึ้น ดังนั้นความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพจะสามารถถูกรับรู้มากกว่าการให้ความหมายหรือรายละเอียด (Broadbent, 2013; Treisman & Gelade, 1980) ในขณะที่สิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้นที่มีผลต่อการเพิ่มความใส่ใจขึ้นอยู่กับความคุ้นเคยและประสบการณ์ของแต่ละบุคคลด้วย

2. ลักษณะการเคลื่อนที่ของสิ่งเร้า สามารถเพิ่มความใส่ใจ ในการประมวลผลช่วงเริ่มต้นของกระบวนการรับรู้จากการมองเห็นของบุคคล ด้วยวิธีการใช้สายตาติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุ (Eye Tracking) ที่เป็นสิ่งเร้าด้วยทิศทางหรือการเคลื่อนที่นี้ เรียกว่า NeuroTracker Technique (Romeas, Guldner, & Faubert, 2016) การตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่บริเวณของเขตการเคลื่อนไหวตา หรือเรียกว่าลานสายตา (Visual Field) จะเกิดการรับรู้จากการมองเห็นและกระตุ้นการทำงานในระดับของเซลล์ประสาทบริเวณลานสายตา (Visual Eye Field) และจะเกิดขึ้นโดยผ่านการเชื่อมโยงเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพและนอกจากนั้น ความสมดุลของกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลจากการเริ่มต้นของกระบวนการทางปัญญา ที่เกิดจากการกระตุ้นที่มีประสิทธิภาพของการรับรู้และความใส่ใจจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการขั้นสูงของหน้าที่ทางปัญญาและการทำงานของสมองที่มีความเชื่อมโยงกัน โดยเฉพาะเปลือกสมองส่วนพรีฟรอนทัล (Prefrontal Cortex) (Miyake & Friedman, 2012) ซึ่งจากการศึกษาการฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบไบโอฟีดแบค (Visual biofeedback: VBF) ปรากฏว่าสามารถเพิ่มความสมดุลของกระบวนการฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้สูงอายุได้ (Nie, Wang, & Huang, 2014) และความสามารถในการติดตามวัตถุจากการเล่นเกม นอกจากการติดตามวัตถุที่เป็นอุปกรณ์การกีฬาซึ่งเคลื่อนที่ หรือนักกีฬาที่มีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา เกี่ยวข้องกับการรับรู้จากการมองเห็น (Visual perception) ที่สามารถฝึกการรับรู้และการพัฒนาทักษะการใช้สายตาได้ (Visual training) (Appelbaum & Erickson, 2018) สมูทเพอร์สัทเป็นการใช้สายตาเคลื่อนไหวตามวัตถุที่เคลื่อนที่อย่างมีทิศทางและเป็นการวางแผนการเคลื่อนไหวตาอย่างตั้งใจมีความเกี่ยวข้องกับสมองบริเวณสมูทเพอร์สัท (Hunfalvay et al., 2020. pp. 24 -30) ที่อยู่ในส่วนของการรับรู้ การรับสัญญาณจากการมองเห็นบริเวณสมองส่วนฟรอนทัลอายฟิวด์ (Frontal eye field) การทำงานของระบบการรับและสั่งการของสมอง เชื่อมการส่งผ่านการทำงานของสมองทั้งสองซีกคือ คอปัสคัลโลซัม (Corpus Callosum) เป็นการกระตุ้นเครือข่ายการเชื่อมต่อการทำงานของสมองในแต่ละพื้นที่ ที่เกี่ยวข้องกับ ความใส่ใจ สมาธิและความจำของสมอง เป็นการช่วยลดความไม่สมดุลการทำงานบริเวณสมองทั้งสองซีกรวมถึงเครือข่ายการทำหน้าที่ของบริเวณสมองที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการช่วยเพิ่มการตอบสนองระหว่างสมองทั้งสองซีกด้วย (Interhemispheric) และการทำงานเชื่อมโยงการสั่งการในแต่ละพื้นที่ สมองระดับเซลล์ (Tretyak, Ko fan, Znanetska, Boyechko, & Severynovska, 2021, pp. 181-191) กระบวนการเรียนรู้ ความจำและความใส่ใจ เป็นการทำงานของสมองที่ได้รับการกระตุ้นให้

เกิดกิจกรรมของเซลล์สมอง (Neuron activity) อย่างต่อเนื่องและเป็นเวลานานเพียงพอ จะมี ความสัมพันธ์กับการทำงานที่เชื่อมโยงของระบบเครือข่ายสมอง (Hallett et al., 2020, pp. 1621-1651) และยังทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับความจำ (Memory) และมีส่วนช่วยเกี่ยวกับความใส่ใจ (Chen, & Hutchinson, 2018, pp. pp. 185-212)

3. ลักษณะและจำนวนของสิ่งรบกวน (Distractors) หลายงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า กระบวนการรับรู้สิ่งเร้าจากการมองเห็น (Visual Perception) จะเพิ่มขึ้นหากลักษณะของสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย มีสิ่งรบกวนหรือการทำให้เกิดสิ่งรบกวน จะเกี่ยวข้องกับการเกิดความตั้งใจที่มุ่งเน้น (Focus attention) จากกระบวนการรับรู้ที่พยายามเสาะหาและเลือกรับรู้ (Searching and Selecting Perception) ชัดจำกัดที่ส่งผลต่อการรับรู้โดยลักษณะสิ่งรบกวนจากการติดตามวัตถุ (Tracking) ที่เป็นเป้าหมาย จากการศึกษาเป็นการติดตามที่ 4 เป้าหมาย (Intriligator & Cavanagh, 2001; Pylyshyn & Storm, 1988; Yantis, 1992) การมองติดตามสิ่งเร้าที่เป็นวัตถุผ่านกระบวนการรับรู้จากการมองเห็นและเกิดความใส่ใจที่ยั่งยืน (Sustained Attention) ในห้วงเวลาหนึ่ง สามารถทำให้เกิดความจำระยะสั้นได้ แต่อย่างไรก็ตามจากการฝึก (Multiple Object Training) การติดตามวัตถุจากการมองเป้าหมาย เกี่ยวข้องกับเวลาโดยการรับรู้จากการติดตามเป้าหมายที่มีหลายเป้าหมายจะ ลดลงเมื่อใช้เวลาติดตามวัตถุมากขึ้น (Oksama & Hyönä, 2004) การสร้างความใส่ใจต่อสิ่งเร้าที่ถูกเลือกรับรู้ (Selected attention) เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจหรือการรับรู้ความใส่ใจจากสิ่งเร้าอื่น เช่น จากความวิตกกังวลเกี่ยวกับสภาพความบกพร่องของร่างกายจากการบาดเจ็บ การพักหรือหยุดการทำงาน บทบาทเช่น การเรียน การทำงาน การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนวัยเดียวกัน รวมถึงอาการเจ็บปวดหรือ ปัญหาต่าง ๆ ช่วยลดฮอริโมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ เพิ่มความสามารถของการตัดสินใจ (Ng, Abbott, & Hunt, 2010, pp. 620-633)

4. ลักษณะการทำงานของกระบวนการรับรู้และความใส่ใจ

การรับรู้ เป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องและเกี่ยวข้องกัน การรับรู้เป็นกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) ที่ประกอบด้วย สิ่งเร้า (Stimuli) ซึ่งอยู่ในสิ่งแวดล้อมของการดำเนินชีวิต ซึ่งกระบวนการรับรู้ (Perception Process) ประกอบด้วย การสังเกตหรือการเสาะหา การเลือก การแปลความหมาย และการตอบสนอง โดยมีส่วนของทัศนคติ ความรู้สึก แรงจูงใจ พฤติกรรม เป็นต้น

การสังเกตหรือการเสาะหา (Searching Perception) เป็นการกวาดสายตาหรือระบบประสาทรับความรู้สึกทั้งหมด รับสิ่งเร้าเพียงผ่าน ๆ เกิดเป็นการจดจำเพียงชั่ววูบ (Sensory Memory) แล้วจางหายหากสิ่งเร้านั้น ๆ โดยสิ่งเร้านั้น ๆ ไม่ถูกเลือกรับรู้

การเลือกรับรู้ (Selecting Perception) เป็นการเปิดรับต่อสิ่งเร้าและตั้งใจรับต่อสิ่งเร้าที่เข้ามาสู่ระบบประสาทรับความรู้สึก บุคคลจะเลือกสรร เฉพาะสิ่งเร้าที่ตรงกับความต้องการ และ ทัศนคติของตนเท่านั้น ซึ่งจะเลือกเปิดรับต่อสิ่งเร้าโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยาของตนเองเป็นหลัก

การจัดองค์ประกอบการรับรู้ (Perceptual Organization) การจัดองค์ประกอบการรับรู้เป็นการที่บุคคลจัดข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้เป็นระเบียบเพื่อให้มีความหมายที่เข้าใจได้มากขึ้นและเพื่อให้สามารถแสดงพฤติกรรมตอบสนอง ได้ถูกต้อง

การแปลความหมายการรับรู้ (Perceptual Interpretation) สำหรับหลักที่สำคัญที่สุดขององค์ประกอบรอบข้างคือ “ภาพหลักกับภาพพื้น” (Figure and Ground Principle) นักจิตวิทยาเกสตัลท์ กล่าวว่า ในการจัดสิ่งเร้าให้เป็นภาพรวมบุคคลจะแยกความแตกต่าง ของส่วนที่เด่นมากกว่าเป็นภาพหลักซึ่งเป็นภาพปรากฏอยู่ส่วนหน้า (Foreground) ส่วนสิ่งเร้าที่มีส่วนเด่นน้อยกว่าเป็นภาพพื้นซึ่งปรากฏอยู่ส่วนหลัง (Background)

การรับรู้จะมีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกระบวนการความใส่ใจโดยปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องและมีส่วนกระตุ้นให้เกิดความใส่ใจประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ กระบวนการที่เป็นกลไกภายนอก หรือ กลไกที่มีเส้นทางจากล่างขึ้นบน (Bottom-Up หรือ Exogenous) เป็นกระบวนการที่เกิดการรับรู้ตามขั้นตอน สู่การแปลความหมายการรับรู้และความใส่ใจที่มีลักษณะเป็นอัตโนมัติ ซึ่งสิ่งกระตุ้นการรับรู้ เป็นสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะทางกายภาพที่เด่นชัด เกิดความตั้งใจรับรู้และความใส่ใจ เช่น สิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นที่มีรูปทรง ภาพสี หรือ แสงที่มีการเคลื่อนไหวร่วมด้วย และหากเป็นการกำหนดด้วยจังหวะการเคลื่อนไหวที่จำเพาะ จะทำให้เกิดกระบวนการดังกล่าวได้ง่ายเป็นลักษณะอัตโนมัติ เช่น ดวงอาทิตย์สีแดง ตัดกับท้องฟ้ายามเย็น ความชัดเจนของภาพทรงกลมสีแดงของดวงอาทิตย์ จะชัดเจนเกิดการรับรู้และแปลความหมาย และ เกิดความใส่ใจได้โดยอัตโนมัติ ว่าเป็นดวงอาทิตย์กำลังลับขอบฟ้า เป็นต้น กระบวนการที่เป็นกลไกภายใน หรือกลไกที่มีเส้นทางจากบนลงล่าง (Top-down หรือ Endogeneous) เป็นกระบวนการที่เกิดการรับรู้ตามขั้นตอน สู่การแปลความหมายการรับรู้และความใส่ใจที่มีลักษณะเป็นอัตโนมัติ โดย ผ่านกระบวนการที่ซับซ้อนกว่าบุคคลต้องอาศัยประสบการณ์ความรู้เดิม ประสบการณ์ที่เคยรับรู้และแปลความให้ความหมายเก็บเป็นความจำ และสามารถดึงมาใช้ร่วมกับการรับรู้สิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นใหม่ เป็นการให้ความสนใจในการควบคุมความใส่ใจไปยังสิ่งเร้า เพื่อให้แสดงพฤติกรรมออกมาในทิศทางที่ มุ่งหวัง ซึ่งกลไกของล่างขึ้นบนและบนลงล่างมีการทำงานร่วมกัน ดังนั้น ความสมดุลของการกระตุ้นความใส่ใจจากภายนอกและภายในจึงมีความสำคัญต่อชีวิต หากเกิดความไม่สมดุลขึ้นอาจนำไปสู่การเกิดพยาธิสภาพ เกิดโรคทางกาย หรือโรคทางจิตใจได้ เช่น โรคสมาธิสั้น (Neokleous & Schizas, 2011)

ความใส่ใจแต่ละประเภทถูกแบ่งด้วยเวลา เช่น ความใส่ใจมุ่งเน้น (Focused Attention) เป็นการมุ่งให้ความสนใจแบบเน้นที่สิ่งเร้าใดสิ่งเร้าหนึ่ง ดังนั้นจึงมีช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณ 8 วินาที ส่วนความใส่ใจแบบยั่งยืน (Sustained Attention) เป็นการให้ความสนใจที่มีห้วงเวลาต่อเนื่องโดยลักษณะที่เป็นการกระทำต่อสิ่งที่มุ่งเน้นนั้น ๆ เป็นห้วงเวลาที่สามารถแสดงออกเป็นการกระทำหรือพฤติกรรมแบบซ้ำเดิม ต่อเนื่องและจดจ่อปกติระยะเวลาของความใส่ใจแบบยั่งยืน ต่อเนื่องสูงสุด

ประมาณ 20 นาที ในวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ (David & Dianne, 2009, pp. 25-40) ความใส่ใจทั้งสองแบบ บุคคลสามารถฝึกทักษะและพัฒนาให้เกิดขึ้นได้โดยเฉพาะ วัยรุ่นในยุคสังคมแห่งการสื่อสารด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ สามารถรับรู้สิ่งเร้าและสามารถแบ่งความใส่ใจ (Divided Attention) ได้สามารถทำกิจกรรมต่างๆได้ในเวลาเดียวกัน เช่น การทำการบ้าน พร้อมๆกับการฟังเพลง หรือดูทีวี ซึ่งหากความใส่ใจทั้งสองแบบทำงานไปพร้อม ๆ กันตลอดเวลาทำให้สามารถเลือกสิ่งที่สำคัญและให้ความใส่ใจต่อสิ่งนั้นได้นานขึ้น (ดุสิต โพธิ์พันธุ์ และเสรี ชัดเข้ม, 2560)

ความใส่ใจจึงเป็นกระบวนการทางปัญญาและเป็นส่วนหนึ่งของหน้าที่บริหารจัดการสมองที่มีความสำคัญต่อ การคิด ความจำ การสื่อสาร การตัดสินใจ การเรียนรู้และการปฏิบัติกิจกรรมประจำวันของชีวิตมนุษย์ สอดคล้องกับหลายงานวิจัย ที่ปรากฏว่า ทักษะการรับรู้มีความสัมพันธ์กับการปรับตัว ทางสังคมโดยความใส่ใจเป็นองค์ประกอบสำคัญของการรับรู้ เช่น การมองเห็นและการได้ยิน (Gong & Liu, 2020) จากการศึกษาของ (ดาวชมพู นาคะวิโร, 2560) การกระตุ้นความสามารถสมองด้านทักษะการจัดการ ความใส่ใจ ความจำและมิติสัมพันธ์ ในผู้ที่มีสมรรถภาพสมองบกพร่องระยะต้น การกระตุ้นความใส่ใจโดยมีเหตุการณ์เป็นเรื่องราวให้ฟังมีสิ่งเร้าที่รบกวนทั้งเสียงจากภายนอกและความรู้สึกก็นึกคิดจากสิ่งที่สะท้อนภายในของผู้ฟัง มีการฝึกการคิดเป็นภาพและความจำสิ่งเร้าเสียงที่ได้ยิน เก็บรายละเอียดภาพที่เห็นมาประมวลผลร่วมกับความจำเสียงที่ได้ยิน เพื่อกระตุ้นความจำ กระตุ้นความสามารถของสมอง เพื่อช่วยกระตุ้นผู้ที่มีความบกพร่องของสมองในระยะต้น พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงด้านการใช้ภาษาที่ดี นอกจากนั้น ในทางทฤษฎีการมีทักษะความใส่ใจที่บกพร่องอาจนำไปสู่ความบกพร่องที่เกี่ยวกับการรับรู้อีกด้วย เช่น มีผลต่อการแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งเร้า รวมทั้งการบกพร่องทาง การมองเห็นและการได้ยิน (Hakim, Adam, Gunseli, Awh, & Vogel, 2019)

5. ลักษณะของสิ่งเร้าและตัวกระตุ้นที่เป็นลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ รูปทรง แสง สี และเสียง ที่ให้ความโดดเด่นจะดึงดูดและเพิ่มความใส่ใจ จากการศึกษาส่วนใหญ่ วัตถุทรงกลม ที่มีการเคลื่อนไหว และถูกกระตุ้นด้วยแสง สี เสียงและแรงจูงใจที่มีการแข่งขัน เช่น ลักษณะการเคลื่อนไหวจากการเล่นกีฬาประเภทบอล (Romeas et al., 2016) และคุณลักษณะหรือสภาพศิลปะ (State-of-the-art) เป็นสิ่งเร้าที่สามารถเพิ่มความใส่ใจคุณลักษณะของสีจากการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง ปรากฏว่าสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินมีผลต่อการกระตุ้นการรับรู้และตอบสนองต่อช่วงคลื่น P300 ในกลุ่มตัวอย่างที่มีสุขภาพดี (Wilaprasitporn & Yagi, 2014) คุณลักษณะทางกายภาพที่เป็น รูปทรง แสง สี และเสียงโดยทั่วไป บุคคลมีโอกาสดพบเจอและเกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าและการรับรู้ประจำวันอยู่แล้ว จากการศึกษาการใช้เสียงเป็นสิ่งกระตุ้น ปรากฏว่า เสียงมีผลต่อการรับรู้และการเพิ่มความจำในผู้ป่วยภายหลังได้รับบาดเจ็บสมอง (Bahrick, 2010, pp. 125-143) ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมา การศึกษาด้วยวิธีใช้ศักยภาพไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERPs) ด้วยการใช้รูปร่างเรขาคณิตและสีเป็นสิ่งเร้า

เนื่องจากรูปร่างเรขาคณิตและสีถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการเรียนรู้และเป็นสิ่งสำคัญ ของชีวิตประจำวันของบุคคล

โดยสรุปลักษณะของสิ่งเร้ามีผลต่อความใส่ใจของบุคคล มีการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของสิ่งเร้าทั้ง รูปร่าง แสงสี และเสียง ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้อยู่ในสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปที่บุคคลรับรู้ในระบบประสาทรับสัมผัสอยู่แล้ว การเกิดกระบวนการทางปัญญาจากการรับรู้และเกิดความใส่ใจ มีการศึกษามากมายเกี่ยวกับสิ่งเร้าที่มีผลต่อความใส่ใจทั้งในกลุ่มบุคคลที่มีภาวะสุขภาพปกติและกลุ่มที่เกิดพยาธิสภาพทางสมอง เช่น ผู้ป่วยภายหลังเกิดการทำลายของเซลล์สมองจากการบาดเจ็บและจากพยาธิสภาพของเซลล์สมองตาย งานวิจัยนี้ใช้คุณลักษณะทางกายภาพทั้งลักษณะการเคลื่อนที่ของสิ่งเร้า ลักษณะของสี แสง และ ลักษณะของเสียง เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ เพื่อเพิ่มความใส่ใจของผู้ป่วยระยะฟื้นฟู ซึ่งเป็นผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง

4. แบบทดสอบความใส่ใจ

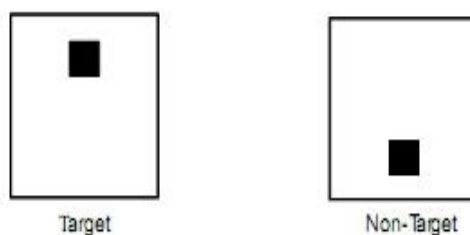
วิธีการประเมินความใส่ใจ ที่นำมาใช้ในการวิจัยมีหลากหลายประเภท ทั้งแบบทดสอบที่เป็นกระดาษและการทดสอบทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นมีการนำเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ซึ่งเป็นการวัดทางชีววิทยา กายวิภาคและสรีรวิทยาของสมอง ที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ แบบทดสอบทางจิตวิทยาไม่สามารถชี้ให้เห็นว่าสมองส่วนไหนที่มีการเปลี่ยนแปลง แบบทดสอบที่มีการนำมาใช้ ได้แก่

4.1 แบบทดสอบทางจิตวิทยาที่ใช้วัดความใส่ใจ ได้แก่ ดีทูเทสต์ (d2 Test) ใช้วัดความใส่ใจต่อสิ่งกระตุ้นและการมีสติในการยับยั้งสิ่งรบกวน แบบทดสอบมีตัวอักษรทั้งหมด 10 แถว ซึ่งตัวอักษรจำนวน 50 ตัวผสมกันด้วยวิธีการสุ่ม แต่ละแถวให้เวลา 20 วินาที ในการขีดเส้นคู่ใต้หรือเหนือตัวอักษร D เท่านั้น (Budde, Voelcker-Rehage, Pietrabyk-Kendziorra, Ribeiro, & Tidow, 2008) ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 10 แบบทดสอบ ดิทูเทสต์ (d2 Test)

4.2 แบบทดสอบความผันแปร (Test of Variables of Attention) (Greenberg & Waldmant, 1993) เป็นกิจกรรมที่ใช้วัดความใส่ใจกับผู้ป่วยที่เป็นสมาธิสั้น Attention Deficit Hyperactivity Disorder หรือ ADHD ที่เหมาะสมกับผู้ป่วยซึ่งมีอายุระหว่าง 5–12 ปี โดยกิจกรรมนี้จะให้นับจำนวนภาพและเสียงที่เข้ามา การทดสอบครั้งที่ 1 เป็นการวัดการตอบสนองกับเวลา ซึ่งเมื่อมีภาพหรือเสียงเข้ามาผู้ทดสอบจะต้องกดตอบ การทดสอบในครั้งที่ 2 จะทำการทดสอบเช่นเดียวกัน แต่ในการทดสอบจะใช้ภาพที่เป็นภาพเรขาคณิตและอยู่ด้านบนมุม ส่วนที่ไม่ใช่เป้าหมายจะเป็นภาพที่อยู่ด้านล่าง ส่วนการทดสอบที่เป็นเสียงจะเป็นเสียง Tone G (392 HZ) จะให้ผู้ทดสอบกดตอบ ถ้าไม่ใช่เป้าหมาย จะเป็นเสียง Tone Middle C ดังภาพที่ 12



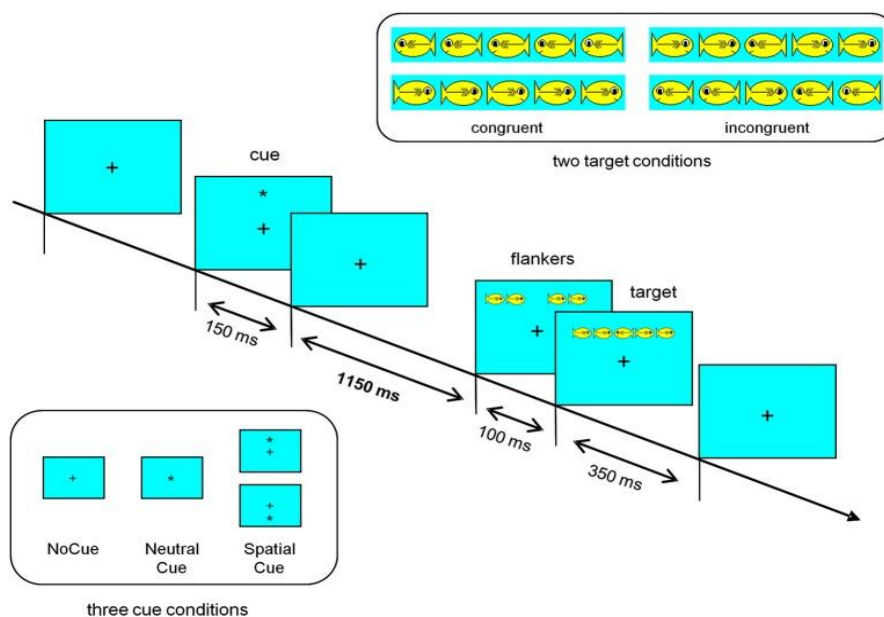
ภาพที่ 11 แบบทดสอบความผันแปร

ข้อดีของกิจกรรมนี้คือ เป็นแบบทดสอบที่ไม่ซับซ้อน ให้ความถูกต้องได้ ร้อยละ 87 แต่ไม่สามารถใช้เพียงข้อมูลผลจากการทดลองนี้ตัดสินใจได้ ต้องใช้ข้อมูลอย่างอื่นเข้าประกอบด้วย เช่น ประวัติส่วนตัว การสัมภาษณ์ต่าง ๆ

3.3 แบบทดสอบการแสดงออกอย่างต่อเนื่อง (Continuous Performance Test)
สำหรับกิจกรรม Continuous Performance Task หรือเรียกว่า CPT จะเป็นแบบทดสอบความใส่ใจ

โดยใช้ตัวอักษรที่ทำให้เรื่องแสง ตัวอักษรจะปรากฏด้วยภาพและเสียงเช่นเดียวกัน ถ้าผู้ทดลองเห็นหรือได้ยินตัวเลขที่ 1 ให้กดตอบ นอกจากนั้นยังนำเสนอด้วยภาพเรขาคณิต ถ้าเป็นภาพเรขาคณิตให้กดตอบ แต่ถ้าเป็นภาพ X จะไม่ต้องกดตอบ กิจกรรมนี้จะเพิ่มความถี่ในเรื่องเวลาให้เร็วขึ้นเรื่อย ๆ กิจกรรมนี้มักจะใช้กับผู้ป่วยที่เป็นโรคสมาธิสั้น (Greenberg & Waldmant, 1993) ข้อดีของ Test Attention นี้ เป็นกิจกรรมที่ไม่มีความซับซ้อน แต่ให้ความถูกต้องได้เพียงร้อยละ 85 และเหมาะกับเด็กที่มีอายุระหว่าง 5-12 ปีเท่านั้น

3.4 แบบทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test) Attention Network Test (ANT) เป็นการออกแบบการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงข่ายความใส่ใจ (Attention Network) (Fan & Posner, 2004) ประกอบด้วย การตื่นตัว (Alertion) การเลือกสิ่งกระตุ้น (Orienting) และการแก้ปัญหาความขัดแย้ง (Conflict Resolution) โดยให้ตอบสนองต่อลูกศรที่เป็นเป้าหมายซึ่งอยู่ตรงกลางแถวว่า ชี้ไปทางเดียวหรือตรงข้ามกันอย่างไรอย่างหนึ่ง มีจำนวนทั้งหมด 248 การทดสอบ (Tang et al., 2007) อินเตอร์เฟอเรนซ์พาราโดม (Interference Paradigm) เป็นการตอบสนองต่อการแยกแยะ (โดยการกดปุ่มซ้ายกับกดปุ่มขวา) ต่อสิ่งกระตุ้นหนึ่ง โดยไม่ใส่ใจสิ่งกระตุ้นอื่น ๆ สำหรับกิจกรรมความขัดแย้ง (Conflict Test) ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 12 แบบทดสอบ Attention Network Test (ANT)

ภาพประกอบแผนผัง The Attention Network Test (ANT) มีการตรึงไขว้ที่กึ่งกลางหน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงขึ้นระหว่างที่การทดสอบเสร็จสมบูรณ์ แถวของปลาปรากฏขึ้นเหนือหรือใต้ตรึง (ประมาณ 1°) ปลาเป้าหมายคือปลากลางมองเห็นได้ 350 มิลลิวินาที การนำเสนอของปลาขนาด

ข้างเริ่มต้น 100 มิลลิวินาทีก่อนที่ปลากลางจะปรากฏขึ้น สิ่งกระตุ้นควปรากฏให้เห็น 150 มิลลิวินาที เริ่มต้นที่ 1,400 มิลลิวินาทีก่อนการกระตุ้นเป้าหมาย (ปลา) สิ่งกระตุ้นควตามมาด้วยการกระตุ้นเป้าหมายเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบดั้งเดิมของ ANT (Rueda, Rothbart, McCandliss, Saccomanno, & Posner, 2005) จะใช้ช่วงเวลาที่ยาวขึ้นระหว่างการกระตุ้นด้วยควและการกระตุ้นเป้าหมาย (1400 มิลลิวินาทีแทน 600 มิลลิวินาที) เพื่อกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงเชิงลบที่อาจเกิดขึ้น ปลาแต่ละตัวที่ถูกปรับมุม 1.6 องศาของมุมมองภาพและรูปทรงของปลาที่อยู่ติดกันถูกแยกด้วย 0.21° ช่วงเวลาต่าง ๆ สุ่มเลือกระหว่าง 3.5 และ 5.0 วินาที

ข้อดีของแบบทดสอบ Attention Network Test เป็นการทดสอบที่สามารถใช้ได้กับบุคคลทั่วไป ไม่เฉพาะผู้ป่วยเท่านั้นและเป็นการทดสอบที่สามารถวัดความใส่ใจได้ทั้งสามแบบ ให้ค่าความถูกต้องได้ ร้อยละ 95-99 จากการวัดค่าเวลาตอบสนอง (Reaction Time) ผู้วิจัยจึงได้ใช้แบบทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test) เพื่อการประเมินความใส่ใจในงานวิจัย และศึกษาเทคนิคการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณผิวนอกของสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ (Fan & Posner, 2004) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัยระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังใช้โปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุท

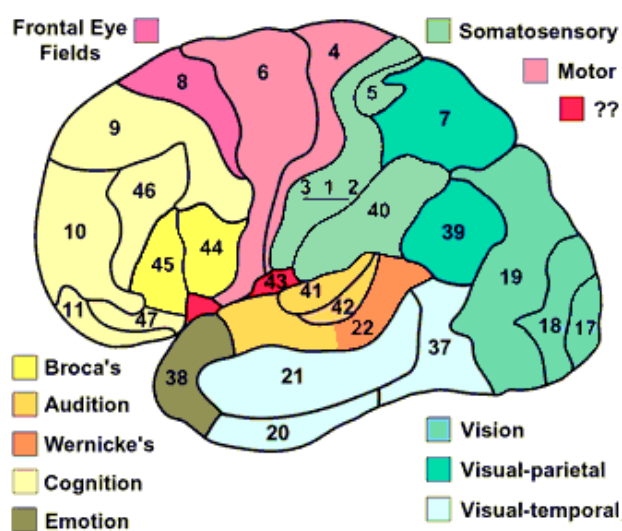
สรุปการประเมินความใส่ใจ สามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการใช้แบบทดสอบ การวิเคราะห์ด้วยการสร้างภาพสมองและการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณผิวนอกของสมอง ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ได้น่าเชื่อถือและถูกต้องมากยิ่งขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้พัฒนาแบบทดสอบขึ้น ผ่านการทดสอบทางหน้าจคอมพิวเตอร์ คือ Attention Network Test ของ (Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner, 2002) ร่วมกับการวัดคลื่นไฟฟ้าบริเวณเปลือกสมองขณะทำกิจกรรม โดยให้ความใส่ใจและตอบสนองเมื่อมีสิ่งเร้า ที่เป็นเป้าหมายปรากฏที่จอคอมพิวเตอร์และกดปุ่มตอบสนองภายในระยะเวลาที่กำหนดอย่างรวดเร็วและถูกต้องซึ่งเป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงใน 2 ประเด็น คือ การเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรม (Behavior) ได้แก่ ระยะเวลาการตอบสนองและเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการตอบสนอง และการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง

การวัดทางชีววิทยา ซึ่งเป็นการวัดทางกายวิภาคและสรีรวิทยาของสมองที่เกี่ยวข้องกับการเลือกใส่ใจ ซึ่งแบบทดสอบทางจิตวิทยาไม่สามารถชี้ให้เห็นว่า สมองส่วนไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงได้แก่ การใช้เทคนิควิเคราะห์ด้วยการสร้างภาพสมองซึ่งมีหลายวิธี เช่น โพซิตรอนอีมิสชันโทโมกราฟี (Positron Emission Tomography: PET) การถ่ายภาพด้วยคลื่นสนามแม่เหล็ก (Magnetic Resonance Imaging: MRI) (Ahveninen et al., 2011) เป็นต้น ข้อดีของวิธีการเหล่านี้ คือ สามารถให้รายละเอียดทางพื้นที่ (Spatial Resolution) ได้ดี เหมาะสำหรับการวิเคราะห์บริเวณที่เปลี่ยนแปลงภายในสมอง แต่วิธีการเหล่านี้มีข้อจำกัดทางด้านการตอบสนองทางเวลาที่ช้า การติดตั้งเครื่องมือใช้เวลานาน จำกัดพื้นที่สำหรับกิจกรรมในการทดลอง ส่วนการใช้เทคนิคการวัดคลื่นไฟฟ้า

บริเวณเปลือกสมอง จะได้คลื่นไฟฟ้าสมองซึ่งสามารถวัดการตอบสนองทางเวลาของคลื่นไฟฟ้าสมองได้เร็ว (ระดับมิลลิวินาที) และกำหนดกิจกรรมในการทดลองได้หลากหลาย

สำหรับวิธีการพื้นฐาน 2 วิธีที่ใช้ อธิบายพฤติกรรมความใส่ใจของมนุษย์ คือ วิธีการอธิบายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Approach) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวัดความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งกระตุ้นกับพฤติกรรม เช่น ตรวจสอบจากความเร็ว ความถูกต้องในการตอบสนองและวิธีอธิบายเชิงสรีรวิทยา (Physiological Approach) เกี่ยวข้องกับการวัดความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาของสมองและพฤติกรรมตอบสนอง เช่น พลังงานสัมบูรณ์ของย่านความถี่คลื่นสมองที่ศึกษา ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Goldstein & Volkow, 2011)

โดยสรุป การกระตุ้นให้สมองเกิดความใส่ใจจากกิจกรรมที่ผ่อนคลายทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณของสมองส่วนหน้า (Morris et al., 2012) ซึ่งทำให้เกิดการลดลงของความวิตกกังวล ภาวะซึมเศร้า การมีสมาธิที่ดีขึ้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ยิ่งขึ้น (Kato, Watanabe, Muraoka, & Kanosue, 2015)



ภาพที่ 13 สมองที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ภาพ

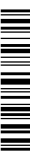
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ

การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งเร้าที่เป็นใบหน้าที่มีสื่ออารมณ์ (College, 2008) โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่มีความวิตกกังวลสูงและต่ำ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 28 คน ที่มีอายุระหว่าง 19-34 ปี ทำการแบ่งกลุ่มโดยใช้แบบวัดความวิตกกังวล (STAI) หลังจากนั้นได้ทำการทดลอง โดยใช้ภาพที่มีสื่ออารมณ์เปลี่ยนไปจากภาพใบหน้าที่มีความสุข เป็นภาพใบหน้าที่ไม่แสดงอารมณ์ ใบหน้ากลัวและ

ใบหน้าเศร้า ผลการศึกษาปรากฏว่า คลื่นไฟฟ้าสมองที่ความถี่ อัลฟาและเบต้า มีการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณสมองส่วนหน้า (FC3 FC4) สมองส่วนกลาง (C3 C4) และสมองส่วนท้าย (P7 P8) แต่ปรากฏว่า บริเวณสมองด้านขวา ของ กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นที่ P300 ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันในสมองด้านขวา บริเวณ P800 จากงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า ภาพที่เป็นใบหน้ากลัวและไม่แสดงอารมณ์ จะส่งผลกับความใส่ใจประเภท Orienting และ Executive ซึ่งเห็นว่าภาพที่สื่ออารมณ์สามารถใช้เป็นสิ่งที่นำไปสู่การพัฒนาความใส่ใจของมนุษย์ได้ แต่มีข้อเสนอแนะจากงานวิจัยนี้ว่าการใช้ภาพหนึ่งในการเร้าอารมณ์อาจได้ไม่มากเท่าภาพที่เคลื่อนไหวและมีเรื่องราว เนื่องจากจะเร้าความใส่ใจในมนุษย์ได้มากกว่า

การศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่ส่งเสริมความใส่ใจในเด็กนักเรียน (Exercise in Schools Can Help Children Pay Attention in The Classroom) (Wang, Nie, & Lu, 2014) โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1000 คน ที่มีอายุระหว่าง 17-19 ปี ออกกำลังกายหลังจากรับประทานอาหารกลางวันของทุกวันโดยใช้เวลาในการออกกำลังกายประมาณ 30 นาที โดยใช้ท่าทางที่สลับกัน เช่น แตะมือสลับไปที่หัวไหล่สลับไปมากับเพื่อนเป็นจำนวน 8 ครั้ง หรือ มีการใช้มือเท้าเอวและขยับเท้าซ้ายไปขวา ร่วมกับการกลอกตาไปมา เป็นจำนวน 8 ครั้ง หลังจากที่ทำสองสัปดาห์ ปรากฏว่า เด็กนักเรียนมีผลการทดสอบในชั้นเรียนที่ดีขึ้น แต่กลุ่มตัวอย่างบางส่วนมีอาการหลับในระหว่างการเรียน หลังจากออกกำลังกาย

การศึกษาเกี่ยวกับเกมส์และการพัฒนาความใส่ใจของวัยรุ่น Television and Video Game Exposure and The Development of Attention Problems (Swing, Gentile, Anderson, & Walsh, 2010) โดยศึกษาวัยรุ่นตอนปลายและผู้ใหญ่ตอนต้น จำนวน 1,323 คน เป็นเวลา 13 เดือน ปรากฏว่า การดูโทรทัศน์และเล่นวิดีโอเกมส์ มีความเกี่ยวข้องกับความใส่ใจที่เพิ่มขึ้น โดยใช้แบบรายงานของครูผู้สอนและการรายงานตนเอง ซึ่งการศึกษาของ (Gentile, Swing, Lim, & Khoo, 2012) ปรากฏว่า เนื้อหาของเกมส์ที่มีความรุนแรงยิ่งจะมีผลกระทบเป็นพิเศษเกี่ยวกับปัญหาความใส่ใจและความหุนหันพลันแล่น แต่สิ่งที่สำคัญคือเวลาที่อยู่กับวิดีโอเกมส์นั้น จะเป็นตัวทำนายที่สอดคล้องกันมากยิ่งขึ้นและผลสำรวจพฤติกรรมกลุ่มผู้ใช้ดิจิทัลชาวไทย ระบุว่า โทรศัพท์มือถือเป็นช่องทางสำคัญที่สุดในการเข้าถึงโลกอินเทอร์เน็ตของประชากรไทย โดยผลสำรวจนี้ยังพบว่า ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ใช้เวลากว่า 3.1 ชั่วโมงต่อวันกับโทรศัพท์มือถือในการรับข้อมูลข่าวสารและการใช้อุปกรณ์เพื่อเล่นเกม นอกจากนี้ การใช้เครื่องมือสื่อสารในสังคมครอบครัว โดยเฉพาะในกลุ่มวัยรุ่นมีอัตราการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมากกว่ากลุ่มวัยอื่นๆ ดดยมีอัตราส่วนการใช้อินเทอร์เน็ตสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ จากร้อยละ 32 ในปี พ. ศ. 2554 เป็นร้อยละ 73.3 ในปี พ. ศ. 2558 โดยการเล่นเกมส์จากสื่อสมาร์ทโฟนมีจำนวนสูงที่สุดในเอเชีย



การศึกษาเกี่ยวกับสภาวะอารมณ์จากการชมภาพยนตร์สั้นไทยโดยมีการศึกษาข้อมูลทางชีวภาพโดย การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง ในระหว่างการชมภาพยนตร์ (Wang, Shi, & Lu, 2011) จากการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นวัยรุ่น อายุระหว่าง 19 – 22 ปี ให้ชมภาพยนตร์ที่มีความยาวประมาณ 6 นาที เป็นภาพยนตร์สั้นในแนวสนุกสนาน จำนวน 6 เรื่อง ทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วย EEG ผลปรากฏว่า มีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณส่วนหน้า (Frontal Lobe)

การศึกษาเกี่ยวกับการฝึกสมาธิ (Boscher & Nabi, 2012) ศึกษาเรื่อง The Evil Dead and The Brain Meditation and Its Effects on Aroused Brains ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน กลุ่มปฏิบัติสมาธิ 7 คน และ กลุ่มควบคุม 8 คน โดยการใช้ภาพยนตร์ในแนวรุนแรงที่ส่งผลต่อระดับความเครียดของกลุ่มตัวอย่างที่ทำสมาธิเป็นประจำและกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยทำสมาธิมาก่อนโดยการวัดคลื่นสมอง EEG ในการวัดความแตกต่างกันของคลื่นไฟฟ้าสมอง หลังชมภาพยนตร์ โดยที่กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ทำสมาธิ มาจาก Zen Centrum และกลุ่มควบคุมมาจาก นักศึกษาจากระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย หลังจากที่ทำวัดคลื่นสมอง EEG เมื่อถูกกระตุ้นด้วยภาพยนตร์สั้นที่มีความยาวประมาณ 8 นาที ผล ปรากฏว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ทำสมาธิและกลุ่มควบคุมที่ ค่า $p < 0.01$ (p -value) จากการทดสอบ เกิดความแตกต่างที่สำคัญของบริเวณสมองที่ FC5 F3 T7 และ F7 ผลปรากฏว่าภาพยนตร์สั้นในแนวรุนแรงจะส่งผลกับคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟ่าที่เพิ่มมากขึ้น

การศึกษาในกลุ่มโรคสมาธิสั้น (Steiner, Frenette, Rene, Brennan, & Perrin, 2014) ได้ศึกษาความใส่ใจในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 14-17 ปี ที่เป็นโรคสมาธิสั้น จำนวนทั้งหมด 70 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 36 คน โดยให้ทำการทดสอบความใส่ใจจากแบบทดสอบ Attention Network Test และทดสอบคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบ 10 ABCA Barrers Subresrs (Lucangeli, Tressoldi, & Cendron, 1998) ซึ่งเป็นการคิดคำนวณในรูปแบบต่าง ๆ หลังจากนั้นให้กลุ่มทดลองออกกำลังกายโดยการวิ่งวันละ 20 นาที และได้รับประทานยา Methylphenidate จำนวน 0.1 กรัมต่อวัน เป็นเวลา 2 อาทิตย์ผลการทดลอง ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนของวิชาคณิตศาสตร์และความใส่ใจที่เพิ่มขึ้นรวมทั้งมีการใช้ปริมาณยา Methylphenidate น้อยกว่ากลุ่มควบคุม

การศึกษาเกี่ยวกับสมาธิการเรียนรู้และความใส่ใจ (Morrison, Goolsarran, Rogers, & Jha, 2014) ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 18-20 ปี จำนวน 48 คนโดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 18 คน โดยให้กลุ่มทดลองทำการทดสอบวิชาภาษาอังกฤษและทำการทดสอบความใส่ใจ Attention Network Test หลังจากนั้นให้กลุ่มทดลองปฏิบัติสมาธิ เป็นเวลา 25 นาทีต่อวัน เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ หลังจากนั้นให้ทำการทดสอบวิชาภาษาอังกฤษและความใส่ใจอีกครั้ง

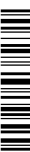
ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ปฏิบัติสมาธิมีอัตราการตอบถูกต้องและรวดเร็ว และมีคะแนนทดสอบวิชาภาษาอังกฤษที่มากกว่ากลุ่มควบคุม

การศึกษาเกี่ยวกับความใส่ใจและการชมภาพยนตร์ที่ส่งผลต่อการทำงานของสมอง (Attention Drawing of Movie Trailers Revealed by Electroencephography Using Sample Entropy) (Wang et al., 2014) ได้ทำการทดลองในกลุ่ม ตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 20-31 ปี จำนวน 27 คน เกี่ยวกับ โดยการใช้ภาพยนตร์สั้นโฆษณาในแนวสนุกสนานมีความยาว 8 นาทีต่อเรื่อง กับภาพยนตร์สั้นสารคดีที่ไม่สื่ออารมณ์ ทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่ตำแหน่ง Fp1 Fp2 Fz O1 O2 และ Oz ซึ่งผล ปรากฏว่า ในตำแหน่งของสมองบริเวณ FP1 FP2 และ FZ ระหว่างภาพยนตร์สั้นแนวสนุกสนานกับ ภาพยนตร์สั้นสารคดี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ $p < 0.05$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ภาพยนตร์ที่สื่ออารมณ์ที่แตกต่างกันส่งผลต่ออารมณ์และการทำงานของสมองส่วนหน้า Frontal Lobe ที่แตกต่างกัน

การศึกษาเกี่ยวกับอารมณ์และการทำงานของสมองในผู้ป่วยที่เป็นพาร์กินสัน (On the Analysis of EEG Power Frequency and Asymmetry in Parkinson's Disease During Emotion Processing) (Yuvaraj et al., 2014) ได้ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน เป็นกลุ่มทดลอง 20 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน โดยให้ชมภาพยนตร์สั้นที่เป็นแนวสนุกสนาน มีเนื้อหาเกี่ยวกับกิจกรรมที่ตลกของสัตว์ ซึ่งผลปรากฏว่า กลุ่มผู้ป่วยมีคลื่นอัลฟาที่ลดลง ในบริเวณสมอง AF3 F7 F3 FC5 T7 P7 O1 O2 P8 T8 FC6 F4 F8 และ AF4 โดย เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมอง บริเวณ Lateral View และ Medial View และส่งผลไปยังสมองส่วน Temporal Lobe และ Frontal Lobe

การศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนที่มีความบกพร่องของการทำหน้าที่สมองจากสมองได้รับบาดเจ็บ (Supporting students with invisible Disabilities: A scoping review of Post secondary Education for Students with Mental Illness or an Acquired Brain injury) (Venville et al., 2016) โดยมีการศึกษาทบทวนจำนวน 42 การศึกษาที่เกี่ยวข้องปรากฏว่า กิจกรรมการปฏิบัติต่อนักเรียนที่ได้รับบาดเจ็บสมองส่วนใหญ่มุ่งเน้นที่ การฝึกเพื่อการเพิ่มทักษะการเรียนรู้ การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการศึกษา เพราะนักเรียนกลุ่มดังกล่าวส่วนมากจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านอารมณ์ การเข้าสังคม รวมถึงความเชื่อมั่นต่อการเรียนลดลง เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางปัญญา เช่น ความใส่ใจ ความจำ การใช้เหตุผล ภาษาการสื่อสารและทักษะการแก้ปัญหา

การศึกษาความเป็นไปได้ของ Training Endogenous Task Shifting Using Music Therapy: A Feasibility Study (Lynch & LaGasse, 2016) โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่างภายหลังได้รับบาดเจ็บสมองซึ่งจะเป็นกลุ่มที่มีความไวสูงต่อการรบกวนการทำงานที่บริหารจัดการสมอง โดย



ใช้โปรแกรมดนตรีบำบัดที่เรียกว่า Musical Executive Function Training (MEFT) โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่างภายหลังการบาดเจ็บสมอง 14 คน แบ่งโดยการสุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม คือ Music therapy Intervention Group (MTG), Singing Group (SG), และ Control Group (CG) ทำกิจกรรม วันละ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน ประเมินผลการศึกษาก่อนและหลังทดลองโดยใช้ the Trail Making Test และ the Paced Auditory Serial Addition Task ผลการศึกษาปรากฏว่า มีแนวโน้มความเป็นไปได้ในการใช้ดนตรีเพื่อการบำบัดในกลุ่มผู้ได้รับบาดเจ็บสมองที่ใช้ Music therapy intervention(MTG) ดีกว่ากลุ่ม Singing Group (SG), และ Control Group (CG) เพราะองค์ประกอบของดนตรีจะมีผลต่อความยืดหยุ่นของเซลล์ประสาทสมอง (Neuroplasticity) และความสามารถของสมองต่อการเปลี่ยนของสิ่งแวดล้อม

การศึกษาเกี่ยวกับความจำขณะทำงาน N-back training and transfer effects revealed by behavioral responses and EEG (Pergher et al., 2018) โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ ฝึกกิจกรรมความจำขณะทำงาน (Working Memory Training Task) ประเมินสรีรวิทยาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERPs) ศึกษาคลื่นสมอง P300 ขณะทำแบบทดสอบ N-back training ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่ม Cognitive training (CTG) และกลุ่ม Passive control เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนอง (Reaction Time: RT) และ ระยะเวลาปฏิบัติ (Accuracy: AC) และเพื่อประเมินผลการถ่ายโยง (Transfer Effects) ปรากฏว่า แม้จะสังเกตเห็นความแตกต่างที่เกี่ยวข้องกับอายุในการศึกษาคลื่น P300 แต่อย่างไรก็ตามในกลุ่มผู้ใหญ่มีความแตกต่างของความถูกต้องของการตอบสนองและ ระยะเวลาปฏิบัติที่ดีกว่ากลุ่มวัยรุ่นและมีการถ่ายโยงถึงความใส่ใจ ความจำขณะทำงาน และความฉลาดทางอารมณ์เชิงคลื่นไหลในทั้งสองกลุ่ม

การศึกษา Cognitive Rehabilitation Following Traumatic Brain Injury: A Survey of Current Practice in Australia (Downing, Bragge, & Ponsford, 2019) และการศึกษา Audio-visual spatiotemporal perceptual training enhances P300 component in healthy older adults (Yang et al., 2018) ได้ทำการทดลองด้วยโปรแกรมการฝึก Audio-visual Perceptual Training ในกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มคือกลุ่มวัยรุ่นตอนต้น (Young adult) และกลุ่มวัยผู้ใหญ่ตอนปลาย (Older adult) และมีการประเมินทางด้านสรีรวิทยา ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง P300 ปรากฏว่า ภายหลังการฝึกการทดลอง ความกว้างของคลื่นสมองของกลุ่มวัยผู้ใหญ่ตอนปลายมีความแตกต่างกับวัยรุ่นตอนต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p = 0.001$ จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า Audio-visual perceptual training สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและเชื่อมโยงระยะไกล (Far transfer) เกิด ความใส่ใจและความสามารถทางปัญญาได้ดีในกลุ่มวัยผู้ใหญ่ตอนปลายที่มีสุขภาพดี

การศึกษา เกี่ยวกับการรับรู้ ความจำ และความใส่ใจจากการมองสิ่งเร้า (Visuospatial Attention) (Chen & Hutchinson, 2018, pp. 185-212) การรับรู้ข้อมูลสิ่งเร้าจากการมองเป็นการส่งสัญญาณที่สำคัญของระบบสมองที่เกี่ยวข้องบริเวณเปลือกสมองโดยเฉพาะเปลือกสมองส่วนหน้าจะทำหน้าที่เชื่อมโยงระบบเครือข่ายสมองส่วนอื่นๆ

การศึกษา การฝึกการเคลื่อนไหวตาทั้งแบบการเคลื่อนไหวตาแบบแซคคาติก (Saccadic eye movement) และการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัท (Bae, & Kim, 2018, pp. 121-127) เป็นการเพิ่มความสามารถการรับรู้ทางปัญญา (Cognitive function) ในผู้สูงอายุปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้สูงอายุที่ได้รับการฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัท สามารถเพิ่มความใส่ใจมากกว่ากลุ่มควบคุม

การศึกษา Human brain connectivity: Clinical applications for clinical neurophysiology (Hallett et al., 2020, pp. 1621-1651) เกี่ยวกับเครือข่ายการทำงานของสมองที่ได้รับการกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของเซลล์สมอง (Neuron activity) อย่างต่อเนื่องและเป็นเวลานานเพียงพอมีความสัมพันธ์กับการทำงานที่เชื่อมโยงของระบบเครือข่ายสมองสัมพันธ์กับสมาธิและความใส่ใจ

การศึกษา เกี่ยวกับการปฏิบัติสมาธิ Comparative Study Of Effect Of Mediation On Autonomic Nervous System In Healthy Meditators And Non Meditators (Solanki, & Saiyad, 2020, pp. 11 – 15) การปฏิบัติสมาธิส่งผลต่อความใส่ใจและความจำ เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเครือข่ายใยประสาท (Neural network) การเพิ่มกิจกรรมของเซลล์สมอง มีการกระตุ้นการสื่อสารกันระหว่างเซลล์สมองอย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษา The role of frontal pursuit area in interaction between smooth pursuit eye movements and attention: A TMS study (Jin, Gou, Zhang, & Li, 2021, p.11) เป็นการศึกษาการใช้พลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าปริมาณต่ำที่เหมาะสมกับการกระตุ้นสมองในบริเวณสมองส่วนฟรอนทัลเพอร์สัท(Frontal pursuit area) ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีอัตราการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้เร็วและตอบถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม

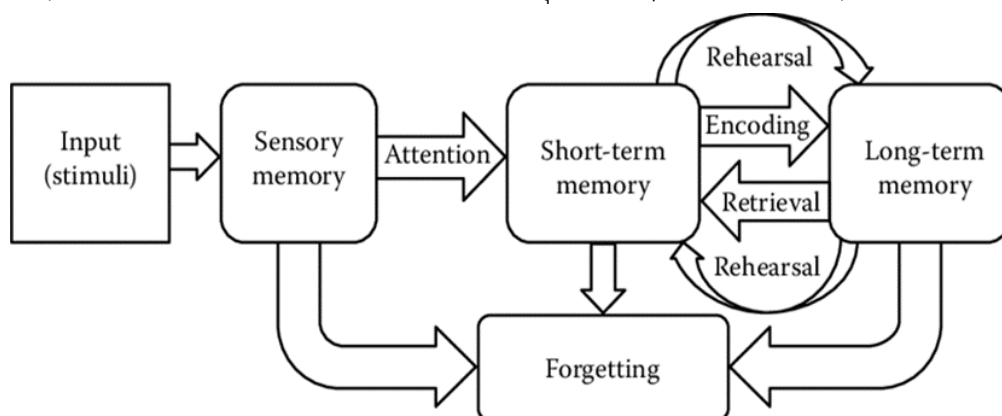
โดยสรุป การส่งเสริม การฟื้นฟู การกระตุ้น หรือการทำให้หน้าที่ทางปัญญา(Cognitive function) ของสมอง ให้มีการพัฒนาหรือได้รับการฟื้นฟู จะต้องบูรณาการกิจกรรมที่สามารถทำให้บุคคลเกิด การรับรู้ ความจำ และความใส่ใจ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้การสื่อสารเพื่อการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เหมาะสม ทั้งการเรียนรู้สิ่งใหม่และสามารถดึงความรู้เก่ากระตุ้นให้เกิดกระบวนการจากบนลงล่าง (Top-down Process) ให้ได้มากที่สุด จึงต้องมีการกระตุ้น สมองด้วยกิจกรรมที่เหมาะสมร่วมด้วย เพื่อส่งเสริมให้เกิดความใส่ใจอันเป็นส่วนหนึ่งของหน้าที่ทางปัญญาที่จะทำให้เกิดกระบวนการทางปัญญาอื่น ๆ ของสมองต่อไป

ตอนที่ 3 ความจำ การเรียกคืนความจำ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของความจำ (Memory)

ความจำ (Memory) หมายถึง การเชื่อมต่อข้อมูลที่คงไว้ด้วยกระบวนการจัดเก็บ ภายหลังการได้รับจากอดีตสู่ปัจจุบันของบุคคล (Goldstein & Volkow, 2011) เป็นการได้รับข้อมูลโดยระบบการรับรู้สิ่งเร้า โดยรอบตัวของบุคคล ได้แก่ เหตุการณ์ ภาพ เสียง หรือคุณลักษณะทางกายภาพต่างๆ ซึ่งเป็นกระบวนการย่อย การรับรู้ การจัดเก็บ การเรียกคืนข้อมูล และการแสดงออก ที่สอดคล้องกับการเชื่อมโยงจากอดีตสู่ปัจจุบัน

ความจำเป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยกระบวนการย่อยได้แก่ การจัดเก็บข้อมูล (Storage) การลงรหัสข้อมูล (Encoding) การดึงข้อมูล (Retrieval) ซึ่งข้อมูลมาจากสิ่งเร้าในสภาพแวดล้อมรอบตัวบุคคล ได้แก่ สิ่งเร้าทางกายภาพ (Physical Stimuli) สิ่งเร้าทางเคมี (Chemical Stimuli) รวมถึงอารมณ์ความรู้สึก (Emotional Sense) ต่าง ๆ การรับสิ่งเร้า จะถูกแปรเป็นรหัสต่าง ๆ เพื่อจัดเก็บในกระบวนการของความจำ โดยจะคงไว้ในหน่วยความจำและสามารถอยู่ได้เป็นเวลานานหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งด้านร่างกาย เช่น การทำหน้าที่ของสมองส่วนที่เกี่ยวข้อง รวมถึงกระบวนการทำหน้าที่ทางปัญญา (Cognitive Function) แต่อย่างไรก็ตามในท้ายสุดของกระบวนการความจำ เป็นการดึงข้อมูลที่ถูกรวบรวมไว้มาใช้ ในกระบวนการความจำที่แตกต่าง เช่น ความจำเชิงกระบวนการ (Procedural Memory) ความจำเชิงการให้ความหมาย (Semantic Memory) หรือเป็นความจำลักษณะที่เป็นความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory)



ภาพที่ 14 โมเดลระบบความจำของมนุษย์ Atkinson and Shiffrin memory model

ที่มา: Atkinson and Shiffrin (1968, pp. 89-195)

2. ความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) เป็นช่วงเวลาที่เป็นเหตุการณ์ (Events)

หรือเป็นตอน (Episodes) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เป็นอดีต ที่มักเป็นอดีตซึ่งเกิดความสัมพันธ์กับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใด ๆ ที่สามารถทำให้บุคคล เติบเคียงความจำเหตุการณ์นั้น ๆ ได้ เช่น เหตุการณ์

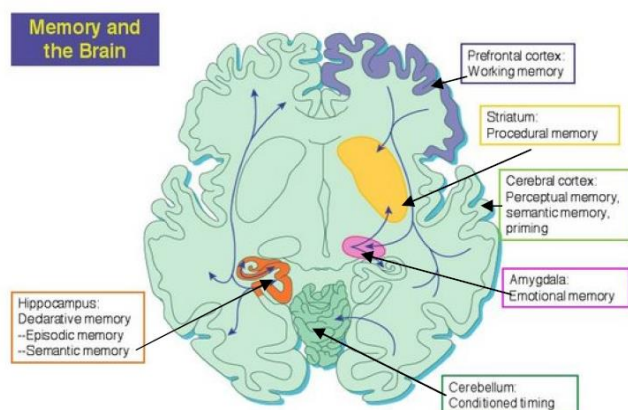
การสูญเสียสิ่งที่เป็น ที่รัก เป็นต้น เหตุการณ์ลักษณะนี้มักเป็นการรับรู้สภาพความรู้สึกภายในจิตใจ ที่ส่งผลกระทบ (Mental Time Impact) เหตุการณ์ที่ผ่านมาและบุคคลสามารถเรียกคืนความจำได้ ขึ้นกับเหตุการณ์นั้น ๆ ส่งผลต่อบุคคลที่มีความแตกต่างกัน บางเหตุการณ์เกี่ยวข้องโดยตรงกับบุคคล นั้น ๆ แต่บางเหตุการณ์ไม่เกี่ยวข้องโดยตรง แต่เป็นเหตุการณ์ที่เกิดในประเทศ หรือในยุคนั้น ๆ ที่มีผู้ กล่าวถึงมาก เป็นลักษณะของการจดจำเหตุการณ์ที่เป็นชีวประวัติ (Autobiographical Memory) ดังนั้น ความจำเหตุการณ์ จะมีลักษณะที่เป็น การรับและเก็บข้อมูลที่เป็นเหตุการณ์ที่มีความสัมพันธ์ กับห้วง เวลา และประสบการณ์ของบุคคล จะมีความแตกต่างกับความจำในรูปแบบอื่น ๆ เช่น ความจำเชิงกระบวนการ (Procedural Memory) ความจำเชิงความหมาย (Semantic Memory) เนื่องจากบุคคลสามารถรับรู้สิ่งเร้าที่เป็นข้อมูลความจำที่เป็นข้อมูลหรือเหตุการณ์ใหม่ๆ เข้ามา มาก ดังนั้น ความจำเหตุการณ์จึงอาจถูกแทนที่จากเหตุการณ์ใหม่ได้ง่าย เหตุการณ์เก่าจะถูกนำไป ส่วน ความจำเชิงความหมาย จะถูกกระตุ้นน้อยกว่า การรับและเก็บข้อมูลอยู่ในรูปความคิด (Thinking) จินตนาการ (Imagination) ความรู้ (Knowledge) หรือข้อเท็จจริง (Facts) ต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากความ เข้าใจของแต่ละคน และความจำเชิงกระบวนการเป็นการรับรู้และจัดเก็บข้อมูลแบบฝังลึก เกิด ความสามารถ การตอบสนอง การแสดงออกที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ เช่น การว่ายน้ำ การขับรถ บุคคลที่มีความจำเชิงกระบวนการที่เกิดทักษะชำนาญ จะสามารถแสดงออกเป็นความสามารถที่ เป็น อัตโนมัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเคลื่อนไหวของมนุษย์ และจะมีการดึงออกมาใช้โดยจิตใต้สำนึก (Unconscious)

3. กระบวนการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำเหตุการณ์ โครงสร้างของสมองที่ เกี่ยวข้องกับการควบคุมและการสั่งการ เพื่อให้ร่างกายรักษาสสมดุลชีวิตทั้งการแสดงออกที่ปรากฏเป็น พฤติกรรมต่าง ๆ และที่เป็นการรักษาสสมดุลภายในร่างกาย (Homeostasis) เช่นการสั่งการของสมองใน การควบคุม สัญญาณชีพ ได้แก่ การหายใจ การเต้นของหัวใจ การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้ปกติ เป็นต้น หน้าที่ของสมองที่เกี่ยวข้องกับการรู้คิด การทำหน้าที่ทางปัญญา (Cognitive function) ความใส่ ใจ ความจำ การเรียนรู้การเคลื่อนไหว (Motor Learning) การทำหน้าที่ทั้งด้านที่เป็นรูปธรรม และหน้าที่ ที่เป็นด้านนามธรรมนั้น เกี่ยวข้องกับสมอง ซึ่งสมองประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด คือ เซลล์สมอง (Neuron) และ เซลล์ค้ำจุล (Neuroglial) เซลล์ค้ำจุลมีหน้าที่ในการปกป้องเซลล์สมอง ส่วนเซลล์สมองทำหน้าที่ในการรับ และสั่งการผ่าน การทำงานของสารสื่อประสาท (Neuro Transmitter) การเคลื่อนที่ของสารสื่อประสาท เพื่อการส่งข้อมูลจะเป็นลักษณะที่เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าเพื่องาน (Action Potential) โดยการส่งต่อของสาร สื่อประสาทจะเชื่อมโยงผ่านช่องบริเวณจุดประสานประสาท (Synapse)

ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Two- Process Theory of Memory) โดย แอตคินสัน และชิฟฟริน (Atkinson & Shiffrin, 1968, pp. 13–113) กล่าวถึงความจำระยะสั้นหรือความจำ ทันทันทันใดและความจำระยะยาวว่า ความจำระยะสั้นเป็น ความจำชั่วคราว สิ่งใดก็ตามถ้าเป็น

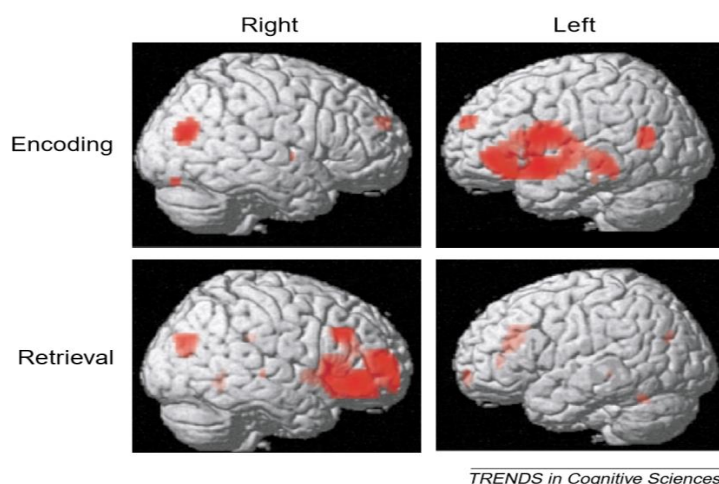
ความจำที่คงอยู่ในระยะเวลาสั้นๆ จะต้องได้รับการกระตุ้นซ้ำๆ ไม่เช่นนั้น ความจำสิ่งนั้นจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามในธรรมชาติและความเป็นจริงแล้วบุคคลจะไม่สามารถทบทวนโดยจัดให้สามารถรับสิ่งเร้านั้น ๆ ได้บ่อย ๆ หากไม่จัดการหรือวางแผนให้ได้รับตามที่ต้องการ ดังนั้นจำนวนที่เราจำได้ในความจำระยะสั้นจึงมีจำกัด การทบทวนป้องกัน ไม่ให้ความจำสลายตัวไปจากความจำระยะสั้น และถ้าสิ่งใด อยู่ในความจำ ระยะสั้น เป็นระยะเวลายาวนาน สิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวในความจำระยะยาว ถ้าเราจำสิ่งใดได้ในความจำระยะเวลายาวนาน สิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวในความจำระยะยาว ถ้าเราจำสิ่งใดไว้ในความจำระยะยาวสิ่งนั้นก็จะติดอยู่ในความจำตลอดไป ความจำรับสัมผัส (Sensory Memory) ความจำระยะสั้น (Short – Term Memory) และความจำระยะยาว (Long – Term Memory) เป็นกระบวนการทางปัญญาซึ่งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความจำอธิบายถึงบุคคลจะรับรู้สิ่งเร้ามากมายผ่านระบบความจำรับสัมผัส ซึ่งจะใช้เวลาสั้นมากโดยบุคคลจะเลือกรับรู้สิ่งเร้ารับสัมผัสเพียงบางสิ่งเท่านั้นโดยมีการส่งต่อการทำงานไปที่สมองส่วนทาลามัส (Thalamus) ซึ่งเป็นส่วนของสมองที่เป็นหน่วยจ่ายกลาง ที่ประสานการส่งต่อข้อมูลที่คัดสรรแล้วเพื่อส่งสัญญาณไปยังสมองส่วนต่าง ๆ โดยข้อมูลที่สนใจจะมีเส้นทางเดินสู่ ความจำระยะสั้น โดยมีสมองส่วนสำคัญคือ ฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ทำหน้าที่ เชื่อมโยงข้อมูลสู่สมองส่วนที่จะเกิดความจำระยะยาว สมองส่วนลิมบิก (Limbic system) ซึ่งเป็นที่อยู่ของอะมิกดาลา (Amygdala) จะเชื่อมโยงการทำงานที่เกี่ยวกับอารมณ์ ส่วนหน้าที่เกี่ยวกับการเก็บความจำภาพที่บุคคลรับเข้ามาจะเกี่ยวข้องกับสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) เก็บไว้ในความจำระยะสั้น เพื่อใช้งานในช่วงระยะสั้นก่อนที่จะทำหน้าที่บันทึกลงสู่ความจำระยะยาว หากสมองส่วนที่กล่าวมา มีการทำหน้าที่เชื่อมโยงกันอย่างมีประสิทธิภาพแล้วจำทำให้เกิดความจำซึ่ง จะถูกส่งต่อไปสู่เปลือกสมองส่วนนอก (Prefrontal Cortex) ซึ่งเก็บข้อมูลความจำและมีการทำงานเชื่อมโยงกันของบริเวณเปลือกสมองส่วนต่าง ๆ

เปลือกสมอง (Cerebral Cortex) มีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกันไป แต่จะทำงานเชื่อมโยงประสานกัน โดยสารสื่อประสาทเป็นตัวนำสัญญาณ หน้าที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ทางปัญญา (Cognitive Function) และหน้าที่บริหารจัดการขั้นสูง (High Executive Function) ได้แก่ ความจำ ความใส่ใจ การแสดงออกทางอารมณ์ ที่ซับซ้อนจึงเกี่ยวข้องกับการประสานการทำงานที่ร่วมกันของสมอง โดยสมองยังแบ่งออกเป็น สองซีกซ้ายขวา (Left Hemisphere and Right Hemisphere) มีใยประสาทพิเศษที่เรียกว่า คอปัส คอลโลซัม (Corpus Callosum) ทำหน้าที่เป็นสะพาน เชื่อมส่งข้อมูลระหว่างสมองทั้งสองซีก มีคุณสมบัติพิเศษเป็น เส้นใยประสาทชนิดคอมมิสซูรอลไฟเบอร์ (Commissural Fiber)



ภาพที่ 15 แสดงพื้นที่สำคัญของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ ภาพตัดขวางแนวนอนของสมอง (Horizontal Cerebral Section)

ที่มา: Eichenbaum (2017)



ภาพที่ 16 พื้นที่สมองที่ทำหน้าที่ การลงรหัส และการเรียกคืนความจำ แสดงจากภาพถ่ายสมอง ด้วย ริงส์โพสิตรอน (Positron Emission Tomography: PET)

ที่มา: Habib, Nyberg, and Tulving (2003)

แบบจำลองความจำเหตุการณ์ (Model of Episodic Memory) กล่าวถึงรูปแบบความไม่สมดุลของการลงรหัส การจัดเก็บและการเรียกคืนความจำของสมอง (Hemispheric Encoding Retrieval Asymmetry Model: HERA) (Christman & Propper, 2010) การทำหน้าที่ของสมองทั้งสองซีกจะมีการแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจนและมีการทำงานประสานความเชื่อมโยงกัน โดยผ่านเส้นใยพิเศษที่เรียกว่า คอปัสคอลโลซัม (Corpus Collosum) โดยจะทำงานตรงข้ามกันของร่างกายโดยสมองซีกซ้าย

จะควบคุมการทำงานของร่างกายซีกขวาและสมองซีกขวาจะควบคุมการทำงานของร่างกายซีกซ้าย (Theodore, 1997, pp. 323-324) และหน้าที่เกี่ยวข้องกับความจำเหตุการณ์โดยสมองซีกซ้าย (Left Cerebral Hemisphere) มีหน้าที่ในกระบวนการ การลงรหัสความจำ (Encoding) และสมองซีกขวา (Right Cerebral Hemisphere) มีหน้าที่ในกระบวนการ การเรียกคืนความจำ (Retrieval) การเรียกคืนความจำนั้นบุคคลต้องสามารถดึงข้อมูลจากการจัดเก็บของสมองเพื่อใช้ในการแปลความหมายข้อมูล และแสดงออกเพื่อการสื่อสารและพฤติกรรมต่าง ๆ แต่ความจำเชิงความหมาย (Semantic Memory) มีระบบการลงรหัส (Encoding) และการเรียกคืนความจำ (Retrieval) จะมีความแตกต่างกับความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) โดยความหมายจากภาพที่บุคคลรับเข้ามาลงรหัส จะถูกดึงข้อมูลไปใช้ในกระบวนการของความจำเชิงความหมาย ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะอยู่ที่สมองซีกซ้าย

จากการศึกษาการทำงานของสมองที่เกี่ยวกับความจำเหตุการณ์และความจำเชิงความหมาย โดยเทคนิคทางรังสีวิทยา โพสิตรอน (Positron Emission Tomography: PET) ปรากฏว่า สมองส่วนที่ทำงานในกระบวนการความจำเชิงความหมาย เป็นบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้าซีกซ้าย (Left Prefrontal Cortex) และสมองส่วนที่ทำงานในกระบวนการความจำเหตุการณ์เป็นเปลือกสมองส่วนหน้าซีกขวา (Right Prefrontal Cortex) และพบว่า การลงรหัสข้อมูลความจำเหตุการณ์ ปรากฏที่เปลือกสมองส่วนหน้าซีกซ้ายมากกว่าซีกขวา ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความจำเหตุการณ์และความจำเชิงความหมาย มีการทำหน้าที่ของสมองที่แตกต่างกันและแสดงถึงความไม่สมดุลของการทำหน้าที่ของสมองทั้งสองซีก ซึ่งมีความซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตามการทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการความจำทั้งสองแบบ ความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) และความจำความหมาย (Semantic Memory) เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองทั้งสองซีกในส่วนบริเวณที่แตกต่างกัน (ดังภาพที่ 17) คอปัสคอลลูซัม (Corpus Collosum) มีความสำคัญต่อการทำหน้าที่เชื่อมโยงประสานข้อมูลที่ได้รับเข้ามาในกระบวนการลงรหัสความจำ ซึ่งโมเดลความไม่สมดุลในการลงรหัสและการเรียกคืนความจำของสมอง (Hemispheric Encoding Retrieval Asymmetry Model: HERA) ให้ความสำคัญและมีการศึกษากระบวนการเกี่ยวกับความจำ ซึ่งการทำหน้าที่ สมองเชื่อมโยงกันทั้งสองซีก (Christman & Propper, 2010) โดยมีลักษณะเด่นที่พบว่า ความถนัดของบุคคลจะมีความแตกต่างกัน สมองซีกซ้าย จะทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการคิด การใช้ตรรกะ การหาเหตุผล รวมถึงการแสดงออกลักษณะเป็นนามธรรม เช่น การคิดคำนวณ การเรียบเรียงภาษาเพื่อการสื่อสารที่เหมาะสม การสรุปข้อมูล การวิเคราะห์ตัวเลขหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้ที่มีความถนัดการใช้มือซ้าย จะเป็นผู้ที่ชอบการใช้เหตุผล หรือการใช้ตรรกะ การคิดคำตอบ การสรุปข้อมูลหรือการสร้างข้อสรุปข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์ การคิดวิเคราะห์ในเชิงตรรกะ (ปัญญานาฏ วรวัฒน์ชัย, 2559) กระบวนการความจำนั้นมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างการทำหน้าที่ของสมองทั้งสองซีกโดยเฉพาะความจำเหตุการณ์ Christman and Propper ได้ศึกษา การทำงานของสมองปรากฏว่า บุคคลที่ถนัดการใช้มือข้างขวา

จะมีความสัมพันธ์ทางลบกับความสามารถของการเรียกคืนความจำเหตุการณ์โดยความสามารถในการเรียกคืนความจำเหตุการณ์ได้น้อย และที่สำคัญ ความสามารถในการจำเหตุการณ์ยังมีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวตาทั้งสองข้าง (Bilateral Eye Movements) โดยสามารถเพิ่มการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองทั้งสองซีกและเพิ่มความสามารถในการเรียกคืนความจำได้

4. การเรียกคืนความจำ (Memory Retrieval) เป็นกระบวนการหนึ่งของหน้าที่ทางปัญญา (Cognitive Function) เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของความจำ (Memory) โดยแบ่งออกเป็นกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การลงรหัสข้อมูลความจำ (Encoding) ข้อมูลที่บุคคลรับเข้าผ่านระบบประสาทรับรู้สีกและจากสิ่งแวดล้อมจะถูกเข้ารหัสข้อมูลความจำโดยผ่านการประมวลก่อนการจัดเก็บเป็นข้อมูลความจำ (Storage) จะเป็นการนำข้อมูลเข้าระบบการบันทึกเป็นความจำที่ยั่งยืนมากขึ้นเป็นความจำระยะสั้น (Short Term Memory) และหากข้อมูลผ่านกระบวนการอื่นของระบบการทำงานของสมอง เช่นข้อมูลที่ถูกจัดเก็บนั้นๆ มีความสำคัญ และสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่คุณจดจำหรือเป็นภาพความจำที่ให้ความหมาย และถูกใช้งานบ่อยๆ เช่นความจำรหัสข้อมูลจากสัญญาณไฟจราจร แดง เขียว เหลือง บุคคลจะสามารถจำได้ดี เพราะถูกนำมาใช้บ่อยๆ ก็จะทำให้เกิดเป็นความจำระยะยาว (Long Term Memory) แต่อย่างไรก็ตามการจัดเก็บข้อมูลความจำ จะต้องถูกดึงข้อมูลเพื่อเรียกคืนความจำ (Retrieval) นำออกมาใช้เพื่อการสื่อสาร การแสดงออกของพฤติกรรม ซึ่งขั้นตอนนี้จะมีความจำเป็นสำหรับบุคคลหากไม่สามารถเรียกคืนความจำได้จะเป็นความล้มเหลวของกระบวนการความจำ (Goldstein, 2011, p. 181) การเรียกคืนข้อมูลความจำ (Memory Retrieval) เป็นการที่บุคคลสามารถดึงข้อมูลความจำที่รับเข้ามาจัดเก็บเป็นความจำระยะยาว และสามารถดึงออกมาใช้เพื่อการสื่อสาร การแสดงออกของบุคคล เช่น การจำภาพความหมายเชิงสัญลักษณ์ การจำเหตุการณ์ที่ประทับใจ เช่นวันที่ปรากฏเหตุการณ์พิเศษ วัน เกิด วัน ครบรอบแต่งงาน ดังนั้นจะเห็นว่า ความจำที่ประสบความสำเร็จในการแสดงออกตามที่บุคคลต้องการ จะต้องมีการเรียกคืนข้อมูลความจำที่มีประสิทธิภาพ เพราะการแสดงออกที่เหมาะสมของบุคคล ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อนมากขึ้นจะต้องมีข้อมูลความจำที่ดี เช่น กระบวนการคิด การตัดสินใจ เป็นต้น (Goldstein, 2011, p. 173)

เหตุการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเวลาที่สำคัญ จะทำให้บุคคลสามารถจดจำได้ดี แสดงถึงการเรียกคืนข้อมูลความจำมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์สำคัญในชีวิตที่เกิดขึ้นเป็นข้อมูลความจำส่วนบุคคลและมีความจำเพาะแต่ละบุคคลที่ได้ลงรหัสข้อมูลความจำ แม้แต่คำพูดในห้วงเวลาสำคัญ เช่น การเสี่ยงก่อนตายของบุคคลสำคัญ ความรู้สึกที่เคยเกิดขึ้น สถานที่ที่เกี่ยวข้องกับห้วงเวลาที่เคยเกิดขึ้น (Schwartz, 2016, pp. 105-106) ปรากฏการณ์เหล่านี้ เป็นการทำหน้าที่ของสมองที่สำคัญ และเกี่ยวข้องกับกระบวนการที่เรียกว่า การเรียกคืนความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory Retrieval)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเรียกคืนความจำเหตุการณ์มีหลายอย่าง สิ่งสำคัญคือข้อมูล เหตุการณ์หรือภาพความจำลักษณะแบบใดที่สามารถกระตุ้นเตือนได้ว่า หากมีเหตุการณ์หรือภาพความจำอย่างไร แล้วจะเกิดการเรียกคืนข้อมูลความจำได้ เพราะข้อมูลความจำจะเป็นลักษณะจำเพาะบุคคลนั้น ๆ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องเป็นวิธีการที่ใช้ในการลงรหัสข้อมูลความจำเหตุการณ์ (Encoding) ตัวชี้แนะ (Cues) ขั้นตอนเริ่มต้นของกระบวนการ และขั้นตอนระหว่างการเรียกคืนความจำ (Rugg & Wilding, 2000)

การเรียกคืนข้อมูลความจำเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญซึ่งประกอบด้วย กระบวนการย่อย 2 กระบวนการ ได้แก่

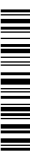
1. การจดจำได้ (Recognition) เป็นการจำข้อมูลที่ได้รับใหม่เทียบกับข้อมูลที่เคยมีประสบการณ์เดิมและเคยรับรู้มาแล้ว และถูกดึงมาใช้ โดยลักษณะของกระบวนการจดจำได้นั้นจะต้องมีสิ่งเร้าหรือข้อมูลใหม่ที่รับเข้ามาและความสัมพันธ์กับข้อมูลเดิมตามการรับรู้ของบุคคลนั้น ๆ เช่นการทำข้อสอบแบบปรนัย มีตัวเลือกให้ตอบ บุคคลสามารถจดจำได้และสามารถเลือกตอบได้ง่ายขึ้น เพราะมีข้อมูลที่ทำให้สามารถเรียกคืนข้อมูลความจำได้จากตัวเลือกที่ใกล้เคียงหรือมีความเกี่ยวข้อง และสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิมที่ถูกจัดเก็บไว้ และถูกดึงหรือเรียกคืนมา

2. การระลึกได้ (Recall) เป็นการจำข้อมูลที่ได้รับ โดยไม่มีเหตุการณ์หรือสิ่งเร้าใหม่ที่เชื่อมโยงและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมที่ถูกจัดเก็บ การรับรู้ข้อมูลนั้นๆ ต้องใช้ความพยายามและลักษณะกระบวนการระลึกได้นั้น บุคคลจะสามารถใช้การสร้างลักษณะความจำนั้นๆ ได้เอง เช่น การทำข้อสอบ อัตนัย ไม่มีตัวเลือกให้ตอบ บุคคลต้องสามารถบรรยายได้ เขียนได้ โดยการเรียกคืนความจำที่จัดเก็บไว้ นำมาแสดงออกเป็นพฤติกรรมและการสื่อสารโดยการเขียน การระลึกได้แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

- 2.1 การระลึกได้แบบอิสระ (Free Recall) เป็นการระลึกได้โดยไม่มีตัวกลางหรือสิ่งกระตุ้นให้เกิดการเรียกคืนข้อมูลความจำ บุคคลจะใช้การระลึกแบบอิสระไม่จำกัดเหตุการณ์ หรือข้อมูลก่อนหลัง

- 2.2 การระลึกได้แบบมีตัวชี้นำ (Cued Recall) เป็นการระลึกได้ที่มีตัวกลางกระตุ้นการเรียกคืนข้อมูลความจำ โดยข้อมูลชี้นำนั้นจะมีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน ตามการรับรู้ ประสบการณ์และบริบทของแต่ละบุคคล เช่น ปากกาคู่กับกระดาษ เมื่อมีตัวกลางที่เป็นข้อมูลการรับรู้มากระตุ้น เป็นคำว่า ปากกา บุคคลจะรับรู้และเกิดการเรียกคืนข้อมูลความจำจากการระลึกได้ว่า เป็นกระดาษ

- 2.3 การระลึกได้แบบเป็นชุดความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่อง (Serial Recall) เป็นการระลึกได้ที่บุคคลสามารถจัดลำดับเหตุการณ์หรือการให้ความหมายที่เสียงลำดับตามที่ บุคคลเคยมีประสบการณ์การรับรู้ หรือได้เรียนรู้มา



การเรียกคืนข้อมูลความจำแบบการจดจำได้ (Recognition) และการระลึกได้ (Recall) มักถูกใช้ในการทดสอบการทํากิจกรรมการเรียกคืนข้อมูลความจำ ความสามารถในการเรียกคืนความจำขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น การรับรู้และความใส่ใจต่อการรับข้อมูลนั้นๆ บางเวลาข้อมูลที่เข้ามาสู่ระบบการรับรู้ของบุคคลมีจำนวนมาก ในขณะที่ความใส่ใจต่อการรับรู้ลดลง เช่น ในบุคคลที่มีการบาดเจ็บหรือมีรอยโรคของสมอง จากพยาธิสภาพของเซลล์สมองได้รับบาดเจ็บและเซลล์ประสาทบางส่วนถูกทำลาย การทําน้ที่ทางปัญญาลดลง (Cognitive Decline) หรือบุคคลที่มีอายุมากขึ้น ความสามารถในการเรียกคืนข้อมูลความจำแบบระลึกได้ (Recall) จะลดลงและโดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการเรียกคืนข้อมูลความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) จะลดลง แต่ความสามารถในการเรียกคืนข้อมูลความจำแบบจดจำได้ (Recognition) มีการคงอยู่ไม่เปลี่ยนแปลง (Schwartz, 2016)

การระลึกได้ (Recall) มีวิธีการทดสอบที่แตกต่างจาก การจดจำได้ (Recognition) กิจกรรมหรือเหตุการณ์ที่ทดสอบนั้นหากเป็นการระลึกได้ จะไม่มีสิ่งเร้า ข้อมูลหรือเหตุการณ์ ที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียกคืนข้อมูลความจำ ผู้ถูกทดสอบจะต้องแสดงออก ตามที่กำหนดเช่น พูด เขียน หรือสื่อสารให้ทราบ ในขณะที่ทํากิจกรรมว่าสามารถระลึกได้หรือไม่ ส่วนกิจกรรมที่เป็นแบบทดสอบการจดจำได้ (Recognition) จะมีข้อมูลจากสิ่งเร้าที่เป็นตัวกลางชี้นำ (Cued Recall) ซึ่งสามารถสร้างความเข้าใจให้บุคคลสามารถเชื่อมโยงและให้ความหมายความสัมพันธ์ สามารถเรียกคืนข้อมูลความจำ และแสดงออกด้วยการสื่อสารตามที่กำหนดได้ ผู้ถูกทดสอบมักจะถูกกระตุ้นให้เกิดการระลึกได้ด้วยภาพ หรือเหตุการณ์ที่เป็นคู่ความสัมพันธ์ เช่นกิจกรรมที่ทดสอบการเรียกคืนข้อมูลความจำ การจับคู่ โดยมีการกำหนดตัวกระตุ้นที่เป็นตัวชี้นำ เช่น “แมว” กับ “หนู” ทั้งสองภาพบุคคลสามารถให้ความหมายความสัมพันธ์กันได้ตามการรับรู้เดิม (Prior knowledge) ที่เป็นเรื่องราวของหนูกับแมว จึงสามารถเรียกคืนข้อมูลความจำได้ง่ายขึ้น ตัวอย่าง ดังภาพที่ 18

STUDY	RECOGNITION	CUED RECALL	RECALL
BEAR CRUDE ANGEL SOLE ...	BEAR (Old/New) FISH (Old/New) LAMP (Old/New) SOLE (Old/New) ...	AN _____ SO _____ CR _____ BE _____	Please recall out-load to the examiner all the words you can remember
	 SAME or DIFFERENT?	 Please complete the remaining portion of the line drawing	Please draw the line drawing you just viewed.
	 SAME or DIFFERENT?	 Please indicate location of the third circle	 Please indicate where the 3 circles were presented

ภาพที่ 17 ตัวอย่างรูปแบบของสิ่งกระตุ้น และการทดสอบการเรียกคืนความจำ
ที่มา: Schwartz (2016)

การศึกษาการทำงานของสมองเกี่ยวกับกระบวนการเรียกคืนข้อมูลความจำ ได้แก่ การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography) การศึกษาศักยภาพไฟฟ้าสมองที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event Related Potential: ERPs) และยังมีเทคนิคเกี่ยวกับการประเมินทางสรีรวิทยาอื่นๆ ได้แก่ การศึกษาภาพถ่ายสมองด้วยรังสีโพสิตรอน PET (Positron Emission Tomography) ภาพถ่ายการทำงานของสมองด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Functional Magnetic Resonance Imaging: fMRI) (Rugg & Wilding, 2000) การศึกษาทางอ้อมเกี่ยวกับระบบไหลเวียนโลหิตที่เปลี่ยนแปลงบริเวณสมองที่มีการกระตุ้นให้เกิดการทำงานเมื่อทำกิจกรรม (Hemodynamic and Brain Plasticity) เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงการเชื่อมต่อกันของเซลล์สมองที่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งเป็นการศึกษาทางสรีรวิทยาสมองโดยทางอ้อม มีการศึกษาการทำงานของสมองด้วยเทคนิคการถ่ายภาพรังสีโพสิตรอน PET (Positron Emission Tomography) ในขณะที่สมองมีการทำงานเกี่ยวกับกระบวนการทางปัญญาด้าน ความจำ จะพบว่าการเปลี่ยนแปลงของโลหิตที่ไหลเวียนมากขึ้นในพื้นที่สมองที่เกี่ยวข้อง ปรากฏว่าการเปลี่ยนแปลงส่วนของสมองที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ต่าง ๆ ตั้งแต่บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า บริเวณพื้นที่สมองส่วนกลางขมับ บริเวณกึ่งกลางสมองด้านหลัง และอีก 3 ส่วนเป็น ส่วนสมองที่มีความสำคัญซึ่งมีบทบาทในการสร้างความจำระยะยาว คือ ฮิปโปแคมปัส พาราฮิปโปแคมปัส และบริเวณเปลือกสมองส่วนอินฟีเรียพารีเอตัล (Inferior Parietal Cortex) บริเวณเปลือกสมองซิงกูเลตด้านหน้า (Anterior Cingulate Cortex) รวมถึงบริเวณสมองน้อย (Cerebellum) ด้านซ้าย (Nyberg et al., 1995; Tulving, Kapur, Craik, Moscovitch, & Houle, 1994) สมองส่วนทาลามัส (Thalamus) และสมองน้อย (Cerebellum) จะมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นเมื่อมีกิจกรรมที่ใช้กระบวนการเรียกคืนข้อมูลความจำแบบระลึกได้ (Recall) การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดในกระบวนการเรียกคืนความจำแบบระลึกได้ (Recognition) น้อยกว่า แสดงให้เห็นว่าเส้นทางเดินประสาทระหว่างสมองน้อยและสมองส่วนหน้า (Cerebello-Frontal Pathway) เกี่ยวข้องกับระบบการเรียกคืนข้อมูลความจำ แบบระลึกได้ (Recall) มากกว่าการเรียกคืนแบบการจำได้ (Recognition) การเรียกคืนความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) บุคคลจะสามารถจดจำเหตุการณ์ได้พบว่าการทำหน้าที่ของบริเวณสมองที่เรียกว่า บรอดแมนน์ที่ 10 (Brodmann's Area 10) ซึ่งเป็นบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้าด้านขวา (Right Prefrontal Cortex) มีการเปลี่ยนแปลงขณะมีการเรียกคืนความจำแบบระลึกได้ทั้งแบบมีตัวชี้แนะ (Cued Recall) และแบบการจำได้ (Recognition) (Rugg & Wilding, 2000)

5. ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียกคืนความจำแบบการระลึกได้ (Cued recall memory)

5.1 ความใส่ใจ (Attention) บุคคลที่มีความใส่ใจจดจ่อ (Focus Attention) จะทำให้มีการรับรู้ข้อมูล เข้ารหัสและจัดเก็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะช่วงของการลงรหัสข้อมูล (Encoding) ความใส่ใจที่มากเพียงพอและเหมาะสมกับบริบทและสภาพการรับข้อมูลของบุคคล จะ

สามารถจัดเก็บในระบบความจำได้ดี โดยเฉพาะความใส่ใจต่อเหตุการณ์ที่แต่ละบุคคลให้ความใส่ใจ และให้ความสำคัญ เช่น ช่วงเวลาใกล้สอบของนักศึกษา จะให้ความใส่ใจอย่างจดจ่อกับการอ่านตำราเป็นพิเศษ จะเกิดการจัดเก็บข้อมูลได้ดี หรือ เหตุการณ์สำคัญๆ ที่ทำให้บุคคลให้ความใส่ใจ เพราะความใส่ใจจะมีผลในด้านช่วงเวลา (Latency and Retrieval Time) ในการเรียกคืนความจำ (Baddeley, Lewis, Eldridge, & Thomson, 1984) โดยเฉพาะการเรียกคืนความจำแบบการระลึกได้อย่างอิสระ (Free Recall) (Craig, Govoni, Naveh-Benjamin, & Anderson, 1996)

5.2 แรงจูงใจ (Motivation) จะทำให้บุคคลจดจ่อเพื่อมุ่งให้เกิดผลสำเร็จของการกระทำกิจกรรม จดจ่อกับสิ่งที่ได้รับการจูงใจ ดังนั้นเหตุการณ์จากการกระทำด้วยแรงจูงใจและหากเหตุการณ์หรือกิจกรรมนั้นประสบผลสำเร็จในการกระทำจะเป็นเหตุการณ์สำคัญ เช่น ความสำเร็จของการสอบแข่งขันเพื่อเข้าเรียนต่อ จะเป็นความจำของเหตุการณ์และจะมีผลต่อการเรียกคืนความจำได้มากขึ้นเมื่อบุคคลมีการระลึกถึงและสามารถเรียกคืนความจำเหตุการณ์นั้นๆ ซึ่งการสนับสนุนให้กำลังใจจะสามารถทำให้การเรียกคืนข้อมูลได้ถูกต้อง เหมาะสมมากกว่าการเข้มงวด จู๊จี้ (Roebbers, Moga, & Schneider, 2001)

5.3 การรบกวน (Interference) กระบวนการของความจำมีช่วงต่อที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการถูกเรียกคืนความจำโดยระยะห่างของช่วงเวลาของระยะความจำ ระยะแรกกับระยะท้าย (Recency Effect and Primacy Effect) ของช่วงความจำเมื่อถูกรบกวนหรือถูกยับยั้งด้วยการระลึกได้ของความจำอื่นๆ ซึ่งจะมีผลต่อการเรียกคืนความจำในสองลักษณะ ได้แก่ ระยะแรก (Primacy Effect) เกี่ยวข้องกับการลงรหัสข้อมูลในกระบวนการความจำระยะยาว (Long Term Memory) ในขณะที่ผลในระยะท้ายเป็นการจำได้ในช่วงระยะสั้นของความจำโดยจะอยู่ในช่วงเวลาของความจำระยะสั้น (Short Term Memory) การเก็บความจำของระยะแรก และการเรียกคืนความจำระยะท้ายเมื่อถูกรบกวนจะทำให้ประสิทธิภาพการเรียกคืนความจำลดลง โดยผลของความจำระยะแรกกับระยะห่างของความจำระยะท้ายทั้งสองส่วนเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน และมีความสัมพันธ์ระหว่างการเก็บความจำ และการแสดงออกระหว่างรายการแต่ละรายการ (Roediger & Karpicke, 2006)

5.4 ลักษณะบริบท (Context) เป็นลักษณะของสิ่งแวดล้อมในขณะเกิดกระบวนการรับรู้ ความใส่ใจและความจำ การจัดเก็บและการลงรหัสความจำและเมื่อถูกเรียกคืนความจำ บุคคลจะสามารถเรียกคืนความจำได้ง่ายเมื่อสภาพแวดล้อมใกล้เคียงหรือมีองค์ประกอบที่คล้ายกัน เช่น ฤดูกาล สถานที่ รวมถึงเหตุการณ์ บริบทที่คล้ายกันทั้งในระยะเวลาการรับรู้ การจัดเก็บและการเรียกคืนความจำ จะทำให้ช่วยเตือนความจำและการรับรู้ใหม่ที่ช่วยให้เชื่อมโยงกับบริบทเดิมได้ดีขึ้น (Godden & Baddeley, 1975)

5.5 สภาพการณ์ที่ส่งผลต่อความจำ (State-Dependent Memory) หมายถึง ภาวะสุขภาพ สภาพการทดลอง หรือการใช้สิ่งกระตุ้นที่เกี่ยวข้อง และมีผลต่อการเรียกคืนความจำ เช่น การใช้ยาแก้แพ้ ยาลดไข้ การใช้สารเสพติดฝิ่น กัญชา โคเคน แอมเฟตามีน คาเฟอีน หรือสิ่ง กระตุ้น เหล่านี้จะมีผลทั้งทางบวก หรือทางลบต่อการเรียกคืนความจำขึ้นอยู่กับวิธีการใช้ และ ระยะเวลาที่ใช้ (Carter & Cassaday, 1998)

5.6 การบริโภคอาหาร (Food Consumption) บุคคลมีการบริโภคอาหารเพื่อการใช้พลังงาน กระบวนการทางปัญญา โดยเฉพาะการเรียกคืนความจำ ต้องใช้พลังงานในการระลึกได้ ต้องใช้การมีสติ ในการให้ความใส่ใจจดจ่อ เป็นกระบวนการทางปัญญาที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน มีการศึกษา การบริโภคอาหารที่มีผลต่ออารมณ์ ภาวะซึมเศร้า อารมณ์โกรธ การคิด และมีความสัมพันธ์กับความจำ ข้อความ จำคำได้ดีขึ้น (Sayegh et al., 1995)

5.7 เพศ (Gender) เพศหญิงจะให้ความใส่ใจและสามารถจดจำรายละเอียดได้ดีกว่าเพศชาย แต่ในกระบวนการความจำอื่นๆ เช่น ความจำขณะทำงาน (Working Memory) และความจำเชิงความหมาย (Semantic Memory) เพศชายจะสามารถจดจำได้ดีกว่า แสดงให้เห็นว่า ความซับซ้อนในการทำหน้าที่ของสมอง เกี่ยวข้องกับพื้นที่การทำงานของสมองบุคคล บริเวณเปลือก สมองส่วนหน้า (Frontal Cortex) เป็นส่วนที่มักได้รับผลกระทบจากการบาดเจ็บของเหตุการณ์ อุบัติเหตุ และเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของความจำระหว่างเพศหญิงและชาย ส่วนสมองทั้งสองซีก ในเพศหญิงและเพศชายก็ยังคงมีความแตกต่างของความสมดุลโดยพบว่า ในเพศชายมีความไม่สมดุลของ สมองซีกซ้ายมากกว่าเพศหญิง ซึ่งแสดงว่า เพศชายและเพศหญิงใช้สมองในแต่ละส่วนต่างกัน (Guillem & Mograss., 2005) การประสบกับเหตุการณ์ที่เป็นด้านลบของบุคคล จะพบว่าเพศหญิง จดจำเหตุการณ์ได้ดี จากการศึกษา ปรากฏว่าเพศหญิงมีการเรียกคืนความจำด้านลบได้ดีกว่า (Beyer, 1998) และมีความถูกต้อง มากกว่าเพศชาย (Yarmey, 1991)

ตอนที่ 4 การศึกษาค้นไฟฟ้าสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ประวัติความเป็นมาของการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในปี ค.ศ. 1929 โดย ฮันส์ เบอร์เกอร์ (Hans Berger) เป็นผู้บันทึกกิจกรรม และรายงานการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน โดยในปี 1957 เกย์ วอลเตอร์ (Grey Walter) เป็นคนแรกที่บันทึกสมองด้วยขั้วไฟฟ้า โดยคลื่นไฟฟ้า สมอง (EEG) เป็นวิธีการถ่ายภาพที่ไม่รุกรานพื้นที่ของสมอง โดยเป็นการบันทึกกิจกรรมทางไฟฟ้าที่ บริเวณผิวหนังศีรษะ และแสดงให้เห็นคลื่นของสมองที่เปลี่ยนไปตามงานที่แตกต่างกัน โดยอุปกรณ์ การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง มาในรูปแบบของหมวกหรือชุดหูฟังที่มีขั้วไฟฟ้าและเซ็นเซอร์หลายตัวซึ่ง ออกแบบมาเพื่อยึดกับพื้นผิวของศีรษะ โดยคลื่นไฟฟ้าสมองใช้ในการวินิจฉัยความผิดปกติของสมอง

บางอย่าง และใช้เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับความผิดปกติ เช่น โรคลมชักรวมทั้งโรคลมชัก บาดเจ็บที่ศีรษะ โรคไขสันหลังอักเสบหรือการอักเสบของสมอง เนื้องอกในสมอง โรคไขสันหลังอักเสบหรือความผิดปกติของสมองที่เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ปัญหาหน่วยความจำความผิดปกติของการนอนหลับ (Abhang, Gawali, & Mehrotra, 2016, p. 8)

2. แหล่งที่มาของคลื่นไฟฟ้าสมอง (The Sources of the Electroencephalogram) การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นการตรวจการทำงานของสมอง โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้า ความเข้าใจในแหล่งที่มาของคลื่นไฟฟ้าสมอง จะช่วยอธิบายว่าคลื่นไฟฟ้าสมองส่วนต่าง ๆ ตามปกติ และภาวะที่เป็นโรคเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยปกติสมองคนมีเซลล์ประสาทชนิดหนึ่งที่เรียกว่า นิวรอน (Neuron) จำนวนมากมายเป็นพันล้านเซลล์ เซลล์เหล่านี้สามารถติดต่อกัน (Synapse) โดยการขนส่งอนุภาคไฟฟ้าผ่านเยื่อเซลล์ เมื่อเซลล์ประสาทส่วนหนึ่งได้รับการกระตุ้นโดยสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของไอออนจากภายนอกเซลล์เข้าไปในเซลล์ แล้วปล่อยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าให้เดินไปตามเส้นประสาท (Nerve Fiber) ที่เชื่อมระหว่างเซลล์ประสาท กระแสไฟฟ้าปริมาณน้อย ๆ ที่เกิดขึ้นจะไปกระตุ้นเซลล์ประสาทถัดไปให้ปล่อยประจุไฟฟ้าต่อไปเป็นทอด ๆ ส่งผลให้ศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์จากขณะพักซึ่งมีค่าเป็นลบ (Resting Membrane Potential) เป็นศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน (Action Potential) ซึ่งมีค่าเป็นบวก โดยทางการแพทย์ส่วนมากจะทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่หนังศีรษะ (มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์, 2549) เราจึงเห็นเฉพาะคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีความแรงพอที่จะผ่านเยื่อหุ้มสมอง กะโหลก และหนังศีรษะ คลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้มาจากการรวมกันของประจุที่บริเวณ Dendrite ซึ่งก่อให้เกิดการกระตุ้น หรือการยับยั้งของเซลล์ประสาทที่อยู่ติดกับผิวนอกของสมอง (Cortex) ซึ่งแทบจะไม่ได้เกิดจากการ Action Potential ซึ่งเป็นประจุที่เกิดบริเวณ Axon เนื่องจากอยู่ในส่วนลึกและไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกันในแต่ละเซลล์ ทำให้ขนาดของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีขนาดเล็ก

ดังนั้นเมื่อเราวางแผ่นโลหะให้สัมผัสกะโหลกศีรษะของคนเราก็จะสามารถบันทึกสัญญาณไฟฟ้าได้ คลื่นสมองมีลักษณะเคลื่อนไหวขึ้นและลง เหมือนคลื่นทั่วไป โดยใช้หน่วยการวัดเป็นรอบต่อวินาที

กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่เซลล์ประสาทยังมาก และยิ่งใกล้ตำแหน่งที่เกิดไฟฟ้าสัญญาณที่บันทึกได้จะยิ่งมีขนาดความแรง หรือคลื่นมีขนาดใหญ่มาก แต่อิเล็กโทรดที่ใช้บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกได้จากบริเวณหนังศีรษะจะมีขนาดเล็กกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ผนังเซลล์ที่บันทึกภายในประมาณ 100 –1,000 เท่า

คลื่นไฟฟ้าสมองสามารถตรวจวัดได้ตามลักษณะและวิธีการบันทึกสัญญาณได้หลายชนิด เช่น อิเล็กโทรเอนเซฟาโลแกรม (Electroencephalogram: EEG) อิเล็กโทรออคูโลแกรม (Electroencephalogram: EOG) อิเล็กโทรไมโอแกรม (Electromyogram: EMG) หรือ สัญญาณ

แมกเนโทเอนเซฟาโลแกรม (Magneto encephalogram: MEG) โดยการศึกษานี้ได้ใช้การตรวจสัญญาณไฟฟ้าที่สามารถตรวจวัดได้จากคลื่นไฟฟ้าสมองประเภท EEG

Electroencephalogram เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่เป็นวิธีที่วัดสัญญาณไฟฟ้าจากชั้นผิวหนังที่ศีรษะ โดยสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองจะมีความสัมพันธ์กับกระบวนการทำงานของสมอง โดยคลื่นสัญญาณไฟฟ้าสมองจะมีขนาดแรงดันต่ำระดับหน่วยการวัดเป็นมิลลิโวลต์ (Millivolt) การวิเคราะห์สัญญาณต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านพร้อมห้องปฏิบัติการที่มีอุปกรณ์ที่สามารถตรวจวัดได้ทันสมัย นอกจากวิธีที่การตรวจวัดที่ใช้คลื่นไฟฟ้าสมองแล้ว การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองจะต้องศึกษาคลื่นความถี่ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมของร่างกายมนุษย์ ซึ่งมีชนิดของคลื่นไฟฟ้าสมองตามความถี่

3. ประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมอง ความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Brain Waves) ของมนุษย์ที่เป็นที่ยอมรับเกี่ยวกับรูปคลื่น สมองโดยสามารถแบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ ดังนี้

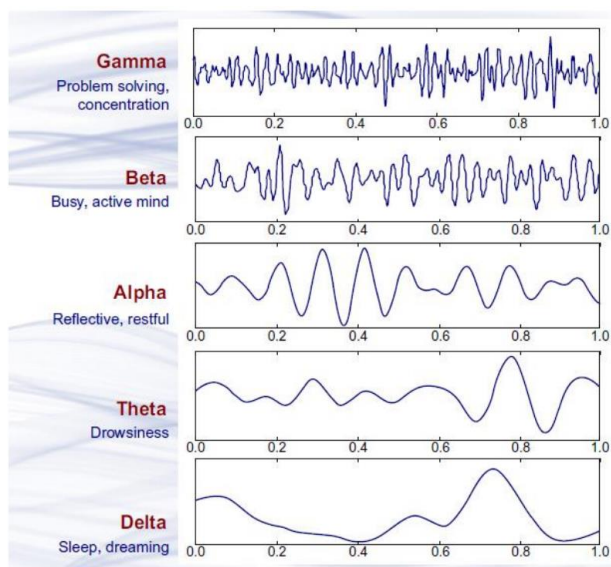
3.1 คลื่นแกมมา (Gamma Wave) มีความถี่ของคลื่นมากกว่า 35 รอบต่อวินาที (Hz) ถือเป็นคลื่นที่เร็วที่สุดในสมอง ทำหน้าที่หลักเกี่ยวกับการทำงานด้านความรู้ การเรียนรู้ ความจำ และการประมวลผลข้อมูล

3.2 คลื่นเบตา (Beta Wave) มีความถี่ของคลื่นระหว่าง 12 – 35 รอบต่อวินาที (Hz) สามารถแบ่งคลื่นเฉพาะเป็น 3 แบบคือ 1) คลื่นเบตาระดับต่ำ มีความถี่ของคลื่นระหว่าง 12 -15 รอบต่อวินาที (Hz) เรียกว่า เบต้า 1 คลื่นส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับความสงบ การจดจ่อ สมาธิ 2) คลื่นเบตาระดับกลาง มีความถี่ของคลื่นระหว่าง 15 – 20 รอบต่อวินาที (Hz) เรียกว่า เบต้า 2 คลื่นส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของพลังงาน ความกระตือรือร้น และประสิทธิภาพการทำงาน 3) คลื่นเบตาระดับสูง มีความถี่ของคลื่นระหว่าง 18 – 40 รอบต่อวินาที (Hz) เรียกว่า เบต้า 3 คลื่นส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับ ความเครียด ความวิตกกังวล ความหวาดระแวง พลังงานสูงและความตื่นตัวสูง

3.3 คลื่นแอลฟา (Alpha Wave) มีความถี่ของคลื่นระหว่าง 8 – 12 รอบต่อวินาที (Hz) เป็นคลื่นที่มีช่วงความถี่คลื่นระหว่าง เบต้า และ ธีต้า ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับความสงบ การผ่อนคลาย

3.4 คลื่นธีตา (Theta Wave) มีความถี่ของคลื่นระหว่าง 4 – 8 รอบต่อวินาที (Hz) ช่วงความถี่นี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการฝันกลางวัน และการนอนหลับ

3.5 คลื่นเดลต้า (Delta Wave) มีความถี่ของคลื่นระหว่าง 0.5 – 4 รอบต่อวินาที (Hz) คลื่นเดลต้าเป็นคลื่นสมองที่ช้าที่สุดในมนุษย์ ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการหลับ (Abhang, Gawali, & Mehrotra, 2016)



ภาพที่ 18 คลื่นสมองที่มีบทบาทสำคัญ

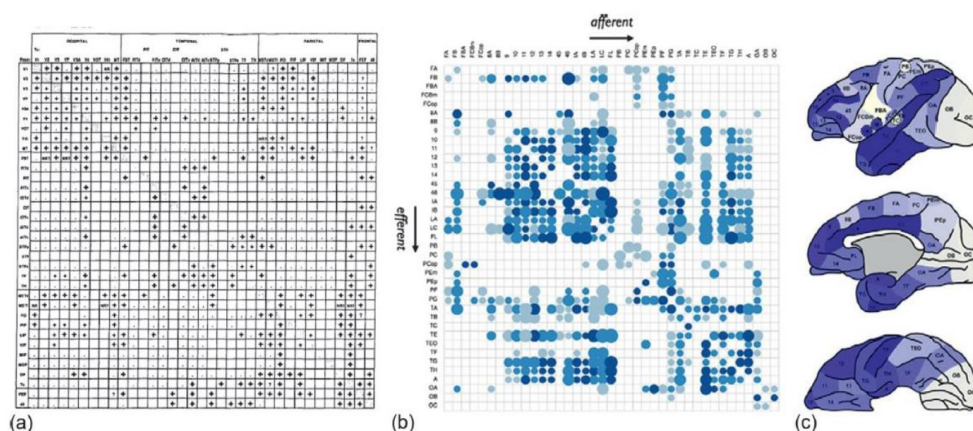
ที่มา: Abhang et al. (2016)

เครือข่ายการเชื่อมโยงการทำงานของสมอง (Brain Functional Connectivity Network) สมองเป็นเครือข่ายที่ซับซ้อนที่สุดที่มนุษย์รู้จัก สมองของมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์ประสาทประมาณหนึ่งแสนล้านเซลล์ที่เชื่อมต่อกันผ่านไซแนปส์ประมาณหนึ่งล้านล้านตำแหน่ง ซึ่งมีการจัดเรียงตัวตามพื้นที่เชิงกายวิภาคและมีการทำงานที่ประสานกันอยู่ในหลายระดับของเวลา ระบบขนาดมหึมาี้คือฮาร์ดแวร์ทางชีวภาพอันเป็นที่มาของความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็นของพวกเราทั้งหมด ความผิดปกติทางคลินิกของเครือข่ายสมองของมนุษย์ เช่น ความจำเสื่อม และโรคจิตเภท เป็นต้น ดังนั้น จึงไม่น่าแปลกใจที่ความเข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมต่อเครือข่ายของสมองจะเป็นเป้าหมายหลักที่วงการประสาทวิทยาให้ความสนใจมานานแล้ว อีกทั้งยังก่อให้เกิดการริเริ่มโครงการและการร่วมมือในวงกว้างเพื่อที่จะทำแผนที่เครือข่ายสมองให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น และลงในรายละเอียดได้มากกว่าที่เคยเป็นมาก่อน (Bohland et al., 2009; Kandel et al., 2013; Van Essen and Ugurbil, 2012)

แผนภาพระบบไฟฟ้า (Connectome)

ในปี ค.ศ.2005 Olaf et al. (2005) ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับแผนภาพระบบไฟฟ้า (Connectome) ใช้คำนี้เพื่อเป็นการกำหนดเมทริกซ์ที่แสดงให้เห็นถึงจุดเชื่อมต่อ ทางกายวิภาคที่เป็นไปได้ทั้งหมดระหว่างหน่วยประสาทของสมอง และแนวคิดหนึ่งที่สอดคล้องกับแนวคิดนี้ ได้เน้นการศึกษาการจัดเรียงตัวของเครือข่ายสมองในเชิงคุณภาพ เชิงประจักษ์ และการทำความเข้าใจในหลาย ๆ ระดับของพื้นที่และเวลา ซึ่งเป็นลักษณะพื้นฐานของสาขาที่กำลังเป็นที่นิยมในวงการเกี่ยวกับ

แผนภาพระบบไฟฟ้า (Bullmore & Sporns, 2009) โดยแผนภาพระบบไฟฟ้าที่เป็นเมทริกซ์ (a) หนึ่ง ในความพยายามแรก ๆ เพื่อที่จะสร้างเมทริกซ์ที่สามารถเชื่อมต่อกันของสมองอย่างเป็นระบบ (Felleman & Van Essen, 1991) เมทริกซ์ดังกล่าว แสดงให้เห็นความสามารถในการเชื่อมต่อกัน ของ 32 แห่ง บริเวณคอร์เท็กซ์เกิดใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นภาพในลิงกิ้ง ในเมทริกซ์นี้ กากบาท สีดำชี้ให้เห็นการเชื่อมต่อจากบริเวณที่มีการระบุไว้ในแถวไปสู่บริเวณที่มีการระบุไว้ในคอลัมน์ (b) เมทริกซ์ความสามารถในการเชื่อมต่อที่เป็นปัจจุบันของลิงกิ้งประกอบด้วยบริเวณคอร์เท็กซ์ 39 แห่ง ดังที่มีการสร้างภาพขึ้นใหม่จากฐานข้อมูลออนไลน์ของงานวิจัยทั้งหลายที่ได้มีการศึกษาติดตาม เส้นทางนี้ เมทริกซ์นี้ถูกจัดเรียงตัวเป็นหน่วยต่าง ๆ ที่มีสี ซึ่งแสดงให้เห็นการเชื่อมต่อจากบริเวณที่ ระบุไว้ในคอลัมน์สู่บริเวณที่ได้แจ้งไว้ในแถว ขนาดของจุดในแต่ละหน่วยเมทริกซ์เป็นสัดส่วนกับ ระยะทางของการชี้ และสีที่เข้มกว่า ชี้ให้เห็นความสามารถในการเชื่อมต่อที่มากกว่า (c) ตำแหน่งทาง กายวิภาคของพื้นที่ที่ระบุไว้ในเมทริกซ์ที่อยู่ใน (b) สีที่เข้มกว่าระบุบริเวณที่มีความสามารถในการ เชื่อมต่อโดยรวมสูงกว่าส่วนที่เหลือของเครือข่าย (a) สร้างภาพขึ้นใหม่จากงานวิจัยของ Felleman and Van Essen (1991) และ (b, c) จากงานวิจัยของ Scholtens et al. (2014)



ภาพที่ 19 ที่มาของเครือข่ายการทำงานของสมอง
ที่มา: Fornito, Zalesky, and Bullmore (2016)

Wu, Zhang, Ding, and Zhou (2013) ได้ศึกษาผลของดนตรีบนเครือข่ายการทำงานของ สมอง: การวิเคราะห์เครือข่าย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศจีน จำนวน 16 คน เป็นเพศชาย 8 คน หญิง 8 คน มีอายุระหว่าง 22- 25 ปี ไม่มีความผิดปกติทางการได้ยิน หรือเข้ารับ การฝึกอบรมเกี่ยวกับเพลง ไม่เป็นโรคประสาท บันทึกด้วย EEG 64 ตำแหน่ง เริ่มการทดลองโดยให้ ผู้เข้าร่วมการทดลองได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการฟังเพลงโดยให้เลือกดนตรีที่ไม่คุ้นเคย และถูกกระตุ้น

ด้วยเสียงอะคูสติก ซึ่งเสียงแต่ละตัวมีระยะเวลา 40 วินาที และเรียงตามลำดับ โดยมีลำโพงสเตอริโอจำนวน 2 ตัว อยู่ด้านหลัง ระยะห่าง 2 เมตร และมีความดังอยู่ที่ 60 dB ผลการวิจัยปรากฏว่า การเชื่อมโยงการทำงานของเครือข่ายสมองเพิ่มขึ้นในคลื่นอัลฟา 2 ระหว่างการรับรู้ทางด้านดนตรี ซึ่งการศึกษาในปัจจุบันถูกสนับสนุนเกี่ยวกับผลของดนตรีในเครือข่ายการทำงานของสมองกับแนวโน้มความรู้มากขึ้น

Wyczesany, Ferdek, and Grzybowski (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมต่อการทำงานของเปลือกสมองที่มีความสัมพันธ์กับความประทับใจของภาวะทางอารมณ์ กลุ่มตัวอย่างจำนวนเป็นเพศหญิง 32 คน โดยมีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 20.8 ปี ทั้งหมดคนนี้มีมือขวา ไม่มีความผิดปกติทางระบบประสาทหรือทางจิตเวช และไม่มีประวัติการใช้ยาเสพติด บันทึกด้วยเครื่อง EEG จำนวน 64 ตำแหน่ง โดยให้ผู้เข้าร่วมการทดลองอยู่ในความเงียบ 30 วินาที แล้วให้ดูภาพในอารมณ์ทางบวกเฉย ๆ และทางลบ ผลการวิจัยปรากฏว่ามีสามบริเวณที่เป็นเครือข่ายหลักที่มีการเปลี่ยนแปลงที่อารมณ์ด้านความประทับใจ ที่ส่วนหน้าของเปลือกนอกที่บริเวณสมองส่วนขมับด้านขวา โดยโครงสร้างเหล่านี้มีบทบาทในการเชื่อมต่อเครือข่ายความรู้สึกรวมทั้งสภาวะทางอารมณ์ที่แตกต่างกัน

Frühholz, Trost, and Kotz (2016) ได้ศึกษาเสียงของอารมณ์ที่มีต่อมุมมองของเครือข่ายประสาทของการประมวลผลเสียงของอารมณ์ โดยเสียงที่มีความรู้สึกเป็นส่วนสำคัญของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและทางสังคมที่ก่อให้เกิดรูปร่างและมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมในหลากหลายสายพันธุ์ ในแง่ของการประมวลผลด้วยระบบประสาทสมองและเปลือกสมอง subcortical เป็นเครือข่ายที่สนับสนุนการฟังของเสียงความรู้สึก โดยงานวิจัยนี้ใช้เครือข่ายประสาทเทียมที่ช่วยในการถอดรหัสความหมายทางอารมณ์ โดยระบบเสียงที่ส่งผลกระทบต่อประสาทที่แตกต่างกันสำหรับประเภทของอารมณ์ที่เฉพาะเจาะจง มุมมองเครือข่ายประสาทนี้รวมกันถอดรหัสเสียงด้านความประทับใจโดยบทบาทการทำงานที่สมบูรณ์เพื่อกำหนดโหมดเฉพาะภายในเครือข่ายประสาทเทียมร่วมกัน นอกจากนี้ยังเน้นถึงความสำคัญของเครือข่ายสมองที่ขยายออกไปเหนือระบบประสาทส่วนกลางและหูที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการประมวลผลเสียงที่มีความรู้สึก

Frühholz and Staib (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวงจรประสาทของการประมวลผลของเสียงบกพร่องทางอารมณ์ เป็นการศึกษาความผิดปกติในทางคลินิก โดยได้ทำการถอดรหัสความหมายเชิงอารมณ์จากข้อมูลประสาทเกี่ยวกับประสาท ซึ่งการปรับพฤติกรรมที่ถูกต้องจะต้องปรับตัวได้ในบริบททางธรรมชาติและสังคม เสียงของมนุษย์ (เช่น การพูดและการไม่ออกเสียง) เสียงสิ่งแวดล้อม (เช่น ฟังร้อง, เสียงสัตว์) และเสียงที่มนุษย์สร้างขึ้น (เช่น เสียงทางเทคนิคหรือเพลง) โดยสามารถแสดงออกด้านความรู้สึก เช่น รังเกียจ น่าสนใจ หรือน่าพอใจ ซึ่งบางครั้งพฤติกรรมของเราการขาดสมดุลในการประมวลผลข้อมูลความรู้สึกที่ดี การขาดสมดุลเหล่านี้อาจมาจากความผิดปกติของระบบประสาทในเครือข่ายสมอง จากการศึกษาล่าสุดในผู้ป่วยจิตเวชและระบบประสาทในผู้ป่วยจิตเวชได้



กล่าวถึงระบบประสาทส่วนกลาง ในบทบาทการทำงานที่เป็นอิสระและแตกต่างกันสำหรับการประมวลผลเสียงที่มีอารมณ์

Mijalkov et al. (2017) ได้ศึกษาโปรแกรม BRAPH (Brain Analysis using Graph Theory) ซึ่งเป็นโปรแกรมการวิเคราะห์เครือข่ายการเชื่อมโยงการทำงานของสมอง โดยศึกษาภาพฉายทางสมอง ซึ่งสมองเป็นเครือข่ายที่ซับซ้อนขนาดใหญ่ที่มีการทำงานขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ต่าง ๆ ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา การศึกษาเครือข่ายการเชื่อมโยงการทำงานของสมองมีการศึกษาอย่างกว้างขวางโดยใช้แนวคิดจากทฤษฎีกราฟ ซึ่งเป็นตัวแทนของสมองเป็นชุดของโหนด (Nodes) ที่เชื่อมต่อกันด้วยเส้นเชื่อมโยง (Edges) การแสดงพื้นที่สมองนี้ ตัวเชื่อมโยง สามารถนำมาใช้เพื่อประเมินที่สำคัญ สะท้อนถึงโครงสร้างทางกายภาพ (Topological) โดยการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้วิเคราะห์เครือข่ายการเชื่อมโยงการทำงานของสมองทำงานบนโปรแกรม MATLAB สำหรับการวิเคราะห์เครือข่ายการเชื่อมโยงการทำงานของสมองได้จากข้อมูล 3 แหล่งหลัก ๆ คือ การฉายภาพด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI), การถ่ายภาพการทำงานด้วยคลื่นสนามแม่เหล็ก (fMRI), การถ่ายภาพเอกซเรย์ (PET) และการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง Electroencephalogram (EEG)

จากที่กล่าวมา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายการเชื่อมโยงการทำงานของสมองสรุปได้ว่า มีนักวิจัยหลายคนให้ความสนใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์เครือข่ายการเชื่อมโยงการทำงานของสมอง โดยให้ผู้เข้าร่วมการทดลองได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อดูการเชื่อมโยงและความหนาแน่นในการเกาะกลุ่มของสมองแต่ละโหนด (Nodes) ซึ่งสามารถวิเคราะห์เครือข่ายการเชื่อมโยงการทำงานของสมองด้วยโปรแกรม BRAPH ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีขั้นตอนหลักในการทำอยู่ 3 ขั้นตอน

- 1) การกำหนดตำแหน่งหรือบริเวณสมองที่ต้องการวัด 2) การนำเข้าข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ และ
- 3) การวิเคราะห์ด้วยกราฟ

4. การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นรูปแบบของสัญญาณความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองแบบต่าง ๆ ที่วัดได้จากร่างกายมนุษย์ โดยเรียกรวมกันว่าสัญญาณชีวการแพทย์ (Biomedical Signal) โดยรูปแบบของสัญญาณ มีลักษณะเป็นสัญญาณไฟฟ้า เช่น สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยมีลักษณะเป็นสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะของภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพซีทีสแกน (CT Scan) ภาพอัลตราซาวนด์ (Ultrasound) ภาพการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกาย (Positron Emission Tomography) ระบบประสาทของมนุษย์ซึ่งมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ทำงาน ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างบริเวณที่ทำงานกับบริเวณที่ไม่ทำงานในขณะที่มีชีวิตอยู่สมองจึงต้องทำงานอยู่เสมอ ผู้ที่มีชีวิตอยู่จึงมีกระแสไฟฟ้าจากสมองจำนวนน้อย ๆ ที่สามารถทำการวัดได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องมีการกระตุ้น คลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้นี้ เรียกว่า Electroencephalogram (EEG) สามารถไปกระตุ้นระบบประสาทรับรู้สีกและการวัดคลื่นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในทางเดินระบบ

ประสาทนี้ เรียกว่า Evoked Potential โดยปกติร่างกายมนุษย์จะเคลื่อนไหวหรือทำกิจกรรมใด ๆ จะต้องมีการสั่งการจากสมอง โดยสมองจะส่งสัญญาณไฟฟ้าอ่อน ๆ ผ่านทางเซลล์ประสาท เพื่อมากระตุ้นหรือสั่งการกล้ามเนื้อให้เคลื่อนไหวตามที่ต้องการ สัญญาณที่สมองส่งออกมาดังกล่าว สามารถใช้เครื่องมือบางอย่างในการตรวจจับและแปลงออกมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้าได้

กระแสไฟฟ้าในเซลล์ประสาทเกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ กล่าวคือ เมื่อเซลล์ถูกกระตุ้น โซเดียมไอออนจะเข้าไปในเซลล์และโพแทสเซียมไอออนถูกขับออกมานอกเซลล์ ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างภายในเซลล์และภายนอกเซลล์ ซึ่งสามารถวัดขนาดความต่างศักย์นี้ได้ โดยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการทำงานของกลุ่มเซลล์ประสาท โดยคลื่นสมองเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งผลิตมาจากกิจกรรมทางเคมีชีวภาพภายในเซลล์สมองของมนุษย์ มีลักษณะเป็นสัญญาณคลื่นสมอง (Brain Wave) สามารถวัดได้ด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เรียกว่า Electroencephalograph จากผลรวมของศักย์ไฟฟ้าที่มาจากการมีเซลล์ประสาท Dendrite (Neuronal Aggregates) ซึ่งเชื่อมต่อจากปลายประสาท (Rich Synaptic Interconnection) วัดความถี่ได้ด้วยรอบต่อวินาที (Hz) โดยคลื่นไฟฟ้าสมองจะเปลี่ยนความถี่พื้นฐานไปตามกิจกรรมของเซลล์ประสาทที่เกิดขึ้นภายในสมอง เชื่อมโยงกับอารมณ์ จิตสำนึก การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ในวงกว้าง เช่น การวินิจฉัยโรคทางระบบประสาทความผิดปกติเกี่ยวกับการนอนหลับ การวินิจฉัยภาวะสมองตาย นอกจากนี้ยังนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัย โดยเฉพาะสาขาจิตวิทยาระบบประสาท คลื่นไฟฟ้าสมองวัดได้จากการรวมกันของประจุที่บริเวณ Dendrite ซึ่งก่อให้เกิดการกระตุ้นหรือยับยั้งของเซลล์ประสาท (Excitatory & Inhibitory postsynaptic potentials, EPSP & IPSP) ที่อยู่ติดผิวของเปลือกสมอง (Cortex) โดยปกติคลื่นไฟฟ้าสมองจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นจังหวะ (Rhythmic) โดยเกิดจากประจุที่บริเวณ Dendrite ได้รับสัญญาณจากตัวกำเนิดจังหวะที่อยู่ใน Thalamus ผ่าน Projecting fiber เข้ามาก่อให้เกิดการกระตุ้นหรือการยับยั้งของเซลล์ประสาทที่ Dendrite ของเซลล์ประสาทบริเวณเปลือกสมอง (Cortical neuron) เป็นบริเวณกว้าง การติดต่อเชื่อมโยงระหว่างเซลล์ประสาทภายในเปลือกสมอง (Cortex) และภายในเซลล์ประสาทที่อยู่ภายในเปลือกสมอง เช่น Thalamus มีลักษณะเป็น Reverberating Circuit ของกระแสประสาทเกิดขึ้นตลอดเวลาและมี Pace Maker ในตัวเองด้วย (Xia, Zhang, Wang, Liu, & Li, 2019)

การกำเนิดคลื่นไฟฟ้าสมอง

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการกำเนิดคลื่นไฟฟ้าสมองจะช่วยให้เราเข้าใจกลไกการเกิดคลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้จากหนังศีรษะหรือ EEG โดยใช้ขั้วไฟฟ้าหลาย ๆ ขั้ววางที่หนังศีรษะในตำแหน่งต่าง ๆ กันและวัดความต่างศักย์ของไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าทีละ 2 ขั้ว ซึ่งการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองจะช่วยให้สามารถอธิบายได้ว่ากลไกเหล่านี้ผิดปกติอย่างไรในโรคต่าง ๆ ความรู้พื้นฐานพอสรุปได้ดังนี้

1. ความต่างศักย์ของเซลล์ประสาทขณะพัก (Resing Membrane Potential) เซลล์ประสาทมีความต่างศักย์ระหว่างด้านในและด้านนอกของเซลล์ในภาวะปกติตลอดเวลา โดยผิวในจะเป็นลบอยู่ 50-100 mv (มิลลิโวลต์) เมื่อเทียบกับภายนอกของเซลล์ความต่างศักย์นี้เป็นผลรวมจาก 1) คุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาท (Cell membrane) เองร่วมกับ 2) กระบวนการขนย้ายโซเดียมและโพแทสเซียม ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทโดยอาศัยพลังงานเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทมีคุณสมบัติที่จะกันไม่ให้ประจุต่าง ๆ ไหลผ่านได้อย่างเสรี โดยภายในเซลล์มีประจุขนาดใหญ่ เช่น โปรตีนมากกว่า ทำให้คลอไรด์กระจายตัวอยู่ด้านนอก และโซเดียมตามคลอไรด์มาให้อัตรารวมอยู่ในสมดุล ภายนอกเซลล์จึงมีคลอไรด์และโซเดียมมากกว่า ทำให้ผิวด้านในเซลล์เป็นลบเมื่อเทียบกับด้านนอก ทำให้เมื่อรวมกับกระบวนการขนย้ายโซเดียมและโพแทสเซียมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ประสาท โดยอาศัยพลังงาน (Active Na-K pump) ทำให้เซลล์ประสาทมีความต่างศักย์ของเซลล์ประสาทขณะพักประมาณ -50 ถึง -100 mv ความต่างศักย์ของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทนี้ มีความจำเป็นต่อการนำกระแสประสาท เมื่อมีภาวะต่าง ๆ ที่ทำให้การสร้างพลังงานของเซลล์ประสาทติดขัด

2. ความต่างศักย์ของเยื่อด้านรับของรอยต่อประสาท (Postsynaptic Potentials: PSP) เมื่อสัญญาณประสาทเดินทางผ่าน Axon ในเซลล์ประสาทตัวที่สอง สัญญาณจะถูกส่งผ่านรอยต่อของเซลล์ประสาท (Synapse) ซึ่งอาจอยู่ที่ตัวเซลล์ประสาทหรือที่ Dendrite โดยมีการปล่อยสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) จากบริเวณ Presynaptic Terminal เข้าไปที่ Synapse เพื่อไปจับกับตัวรับ ซึ่งมีโครงสร้างเป็นช่องผ่านของประจุชนิดที่ถูกควบคุมด้วยสารเคมี (Ligand Gated Ion Channel) อยู่ที่ Postsynaptic Terminal มีผลให้ Ion Channel เปิดออกและทำให้ประจุไหลผ่านได้เป็นเวลาสั้น ๆ ทำให้ความต่างศักย์ของเยื่อด้านรับของรอยต่อประสาท (PSP) ในบริเวณนั้นเปลี่ยนไป ถ้าช่องที่ประจุผ่านเป็นชนิดที่ปล่อยให้เฉพาะโซเดียมผ่าน โซเดียมที่เป็นซึ่งเป็นประจุบวกจะไหลเข้าทำให้ผิวด้านในของเซลล์เป็นบวกมากขึ้น ทำให้เซลล์ไวต่อการกระตุ้นได้ได้ง่ายขึ้น เราจึงเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า ความต่างศักย์ของเยื่อด้านรับของรอยต่อประสาทชนิดกระตุ้น (Excitatory Post Synaptic Potential: EPSP) ตรงข้ามกับเมื่อช่องที่ประจุผ่านเป็นชนิดที่ปล่อยให้เฉพาะโพแทสเซียมหรือคลอไรด์ผ่าน จะทำให้ผิวด้านในของเซลล์เป็นลบมากขึ้น และเซลล์มีความไวต่อการกระตุ้นลดลง นั่นคือเกิดความต่างศักย์ของเยื่อด้านรับของรอยต่อประสาทชนิดยับยั้ง (Inhibitory Postsynaptic Potential: IPSP)

3. ช่องผ่านของประจุ (Ion Channels) ช่องผ่านของประจุเป็นองค์ประกอบของเซลล์ที่ฝังอยู่ในเยื่อหุ้มของเซลล์ โดยสร้างมาจากสายของกรดอะมิโนที่มี Hydrophillic และ Hydrophobic Proton สลับกัน ทำให้ส่วนที่ไม่มีประจุลงไปอยู่ในชั้นไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ และพับซ้อนกันเป็นรูปแท่งซึ่งเป็นองค์ประกอบย่อยของช่องผ่านของประจุ (Ion Channel Subunit) องค์ประกอบย่อยเหล่านี้จะมารวมกัน 4-5 อัน ก่อให้เกิดรูเปิดตรงกลางซึ่งเป็นช่องทางผ่านของประจุต่าง ๆ โดยปกติ

แล้วช่องทางเหล่านี้จะปิดอยู่ แต่เมื่อมีภาวะทางกายภาพที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปร่างขององค์ประกอบย่อย เช่น มีสารเคมีมาจับกับส่วนซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณ (Ligand Gated Ion Channel) หรือเกิดการดึงบิดของเยื่อหุ้มประสาท (Mechanical Gated Ion Channel) หรือเกิดการเปลี่ยนความต่างศักย์ของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาท (Voltage Gated Ion Channel) ก็จะทำให้คุณสมบัติของ Ion Channel เปลี่ยนไปปล่อยให้ประจุเฉพาะชนิดผ่านได้

4. ความต่างศักย์เมื่อเซลล์ประสาทเกิดการกระตุ้น (Action Potentials) ความต่างศักย์เมื่อเซลล์ประสาทเกิดการกระตุ้น เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดเมื่อความต่างศักย์ที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท (Membrane Potential) บริเวณใดบริเวณหนึ่งลดลงผ่านระดับวิกฤติ (Threshold) ซึ่งกำหนดโดยความต่างศักย์ที่กระตุ้นให้ Voltage Gated Ion Channel ของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทเปิดขึ้น โดย Ion Channel นี้ จะปล่อยให้เฉพาะโซเดียมและโพแทสเซียมผ่าน เมื่อใดก็ตามที่ผลรวมของ Postsynaptic Potential ของเซลล์ประสาทส่งผลทำให้ผิวในของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทเป็นบวก จะเกิดการเพิ่มของ Membrane Potential ซึ่งมากพอที่จะก่อให้เกิดการไหลเข้าของประจุบวกอย่างรวดเร็ว เรียกว่า Depolarization และความต่างศักย์นี้จะกระตุ้นให้เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทบริเวณถัดไป Depolarize ต่อเนื่องกัน ทำให้เกิดการ “วิ่ง” ของส่วนที่มีประจุด้านในเป็นบวกผ่านเซลล์ประสาท เรียกการเปลี่ยนแปลงของความต่างศักย์ของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทที่กระตุ้นให้เกิดการ Depolarize ไปแล้วจะกลับสร้างประจุขึ้นเหมือนเดิมอย่างรวดเร็ว ทำให้เซลล์ประสาทพร้อมที่จะรับการกระตุ้นครั้งต่อไป

5. การรวมประจุที่ผิวด้านนอกของสมองการรวมประจุที่ผิวด้านนอกของสมอง ส่วนมากเกิดจาก PSP ของ Pyramidal Cell ขนาดใหญ่ ทั้งนี้เซลล์ประสาททุกเซลล์จะมีการสร้างสนามไฟฟ้า แต่เซลล์ส่วนมากจะมีการเรียงตัวแนวตั้ง แนวอนที่ไม่เหมือนกัน และไม่ได้ถูกกระตุ้นพร้อม ๆ กัน หรืออยู่ลึกห่างจากผิวของสมอง ทำให้สนามไฟฟ้าจาก EPSP และ IPSP หักล้างกันหรือเกิดไม่พร้อมกัน ไม่สามารถตรวจวัดที่ผิวสมองได้ Pyramidal Cell ขนาดใหญ่ มี Dendrite ที่แทงผ่านมาถึงบริเวณนอกสุดของสมอง และตัวเซลล์ มีการเรียงตัวเป็นแนวรัศมี (Radial Orientation) ซึ่งถูกกระตุ้นโดยเซลล์ให้จังหวะพร้อม ๆ กันเป็นบริเวณกว้าง เมื่อรวม EPSP และ IPSP จากเซลล์เหล่านี้เข้าด้วยกัน จึงมีสนามไฟฟ้าขนาดใหญ่ ผ่านเยื่อหุ้มสมอง น้ำไขสันหลัง กะโหลกและผิวหนังไปปรากฏบนหนังศีรษะเป็นคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีขนาด 10-100 ไมโครโวลต์

คลื่นไฟฟ้าสมองปกติจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นจังหวะ (Rhythmic) การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากประจุที่ Dendrite ได้รับสัญญาณจากตัวกำเนิดจังหวะที่อยู่ใน Thalamus ผ่าน Projecting Fiber เข้ามาก่อให้เกิด EPSP และ IPSP ที่ Dendrite ทั้ง EPSP และ IPSP จะเกิดอยู่นานประมาณ 100 msec และมีขนาดหลายมิลลิโวลต์ เมื่อเกิดความต่างศักย์ระหว่างสองจุดจะเกิดกระแสไฟฟ้าระหว่างเยื่อหุ้มประสาทที่ตัวเซลล์และ Postsynaptic terminal เมื่อรวมผลของ EPSP และ IPSP

ผลรวมของ EPSP และ IPSP ที่เยื่อหุ้มของเซลล์ประสาทจะส่งผลทำให้เกิดการกระตุ้นของเซลล์ประสาท หรือยับยั้งการกระตุ้นของเซลล์ประสาท ทั้ง EPSP และ IPSP เป็นองค์ประกอบสำคัญของคลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดที่หนังศีรษะ เนื่องจาก เกิดในส่วน Dendrite ที่อยู่ต้น เมื่อเกิดแล้วจะคงตัวอยู่นาน 100 msec โดยการเปลี่ยนแปลงทั้งสองชนิดมีลักษณะของสนามไฟฟ้าปรากฏที่หนังศีรษะเหมือนกันและจะเสริมกันทำให้สามารถบันทึกได้ง่ายขึ้น

ประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมอง

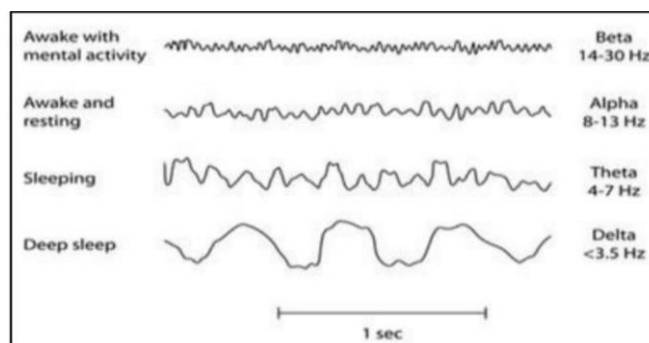
รูปแบบของคลื่นไฟฟ้าสมองเกิดขึ้นจากการกระตุ้นของสิ่งเร้าโดยแบ่งการกระตุ้นออกเป็นสองประเภท คือ การกระตุ้นจากสิ่งเร้าที่เกิดจากปัจจัยภายนอก (Selective Attention) และ การสร้างสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากการกระตุ้นจากภายในสมอง เช่น การคิด การตัดสินใจ การเคลื่อนไหว คลื่นไฟฟ้าสมองอาจมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล อายุ หรือในขณะหลับหรือตื่น สามารถแยกประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมองตามความถี่ของคลื่นเป็นรอบต่อวินาที จากการวัดคลื่นสมองได้แสดงสภาวะต่าง ๆ ของคลื่นสมองออกมาได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. คลื่นเบต้า (Beta Wave) คลื่นสมองระดับต้นมีความถี่ประมาณ 0-13 รอบต่อวินาที คลื่นสมองนี้เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางความคิดและอารมณ์ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปธรรมและลำดับขั้นตอน (Linear-thinking Mental Activity) ซึ่งเราเรียกว่ากิจกรรมสมองซ้าย ซึ่งเป็นสภาวะที่เราดำเนินในกิจกรรมปกติในชีวิตประจำวัน การขับรถ การไปธนาคาร การทำงานและการคุย ในสภาวะเบต่านี เราสามารถสังเกตพิจารณาได้ด้วยการปฏิบัติของเราต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และมุ่งกระทำตามกำลังเท่าที่จะทำได้ คลื่นนี้มีจังหวะที่รวดเร็วไม่สม่ำเสมอจะเกิดขึ้นในสภาวะจิตปกติที่ซึ่งมนุษย์ไม่ได้จดจ่อหรือไม่ได้นึกถึงเรื่องอะไรเป็นพิเศษ ผลของคลื่นจะทำให้ร่างกายและจิตใจไม่สงบสับสน จะทำให้เกิดความจำระยะสั้น เกิดการเรียนรู้ได้ยาก คลื่นสมองชนิดนี้เป็นการชี้ชัดถึงความกระสับกระส่ายวุ่นวายของจิตใจคนปกติทั่วไป

2. คลื่นอัลฟา (Alpha Wave) เป็นคลื่นสมองที่มีความถี่ 13-8 รอบต่อวินาที คลื่นสมองนี้เกี่ยวข้องกับสภาวะความเจียบ สภาวะภายในจิตใจ สภาวะอารมณ์สะท้อนกลับ ซึ่งในสภาวะนี้อยู่ในสภาวะที่มนุษย์เปิดใจที่จะตั้งใจทำสิ่งต่าง ๆ ในภาพรวมของสิ่งนั้นไม่จำเพาะจุดใดจุดหนึ่ง ถ้าในสภาวะเบต้าเราโฟกัสหรือกำหนดมองเห็นต้นไม้ แต่ถ้าเป็นในสภาวะอัลฟาเราจะกำหนดมองเห็นป่าซึ่งเป็นที่ยรวมของต้นไม้มากมาย จากการรายงานผลการวิจัยของอัลฟาสลีปรีพอร์ท (Alpha sleep report) พบว่าในสภาวะนี้อยู่ในสภาวะที่ไม่ใช้การนอนหลับและมีใช้สภาวะที่ตื่นตัว คือมันอยู่ในสภาวะกึ่งกลางของการหลับและการตื่น ภายใต้สภาวะของการคิดคำนึงของจิตใจ ซึ่งอยู่ในสภาวะที่มนุษย์มีความสนใจ มีความจดจ่อ มีสมาธิในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง คลื่นนี้จะทำให้ร่างกายและจิตใจสงบ มีการผ่อนคลาย พักผ่อน ทำให้เกิดความจำระยะยาว เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายและรวดเร็ว

3. คลื่นเตตรา (Tetra Wave) เป็นคลื่นสมองที่มีความถี่ 8-3.5 รอบต่อวินาที คลื่นความถี่ประเภทนี้พบในทั้งสภาวะการหลับและสภาวะการตื่น ในขณะที่หลับคลื่นนี้จะคลอเคลียภายในสมอง ร่วมกับการหลับฝัน ในสภาวะการตื่นคลื่นนี้จะปรากฏกับความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ การหลับตามองเห็นภาพ สภาวะการคิดคำนึงเพื่อแก้ปัญหา สภาวะนี้สำคัญมากในแง่ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเราพบว่าความฝันสร้างสรรค์โลกทั้งมวลได้ ถ้าเราจินตนาการถึงโลกขณะที่เราตื่น ความคิดสร้างสรรค์ในแง่บวกนี้จะชักพาอารมณ์ที่ดีต่าง ๆ ออกมา เหมือนเป็นฮอโรโมนสมองทำให้ผลักดันตัวเราจนทำให้งานสำเร็จ เช่นเดียวกันเราก็อาจได้ประสบการณ์จากการหยั่งรู้ลึกภายในตนเองบ่อย ๆ พบว่ารูปฟอร์มของสิ่งที่หลับตามองเห็นเป็นภาพ ภาพของอารมณ์ และการแก้ปัญหาอารมณ์เป็นการหยั่งรู้ภายในจากอารมณ์ตนสามารถจะเปลี่ยนแก่นของพฤติกรรมบางอย่างที่เราไม่ต้องการออกไปได้ในความฝัน คลื่นนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการพักผ่อนมาก ๆ หรือคนฝึกสมาธิจะเริ่มจดจ่อ ไม่มีเรื่องอื่นและไม่ได้คิดอะไร แนวแนตตลอด ซึ่งกิจกรรมของสมองซีกซ้ายได้ถูกวางลง ผู้พูดกับผู้ฟังหรือสิ่งที่เรากำลังทำอยู่อย่างจดจ่อ คลื่นนี้เป็นคลื่นที่มีพลังงานทางจิตอย่างมหาศาล ในสภาวะที่กำลังเข้าสู่จิตเหนือสำนึกนี้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเป็นสภาวะที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูง เกิดการหยั่งรู้เอง ความสามารถในการสื่อสารทางจิตและมีความสงบทางจิตใจสูงที่สุด นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการแก้ปัญหา เพิ่มความจำระยะยาวและการระลึกรู้

4. คลื่นเดลต้า (Delta Wave) เป็นคลื่นสมองที่มีความถี่ 3 - 0.5 รอบต่อวินาที คลื่นสมองระดับนี้เกี่ยวพันกับความลึกสุดของการผ่อนคลายของร่างกาย คลื่นนี้จะพบได้ในเวลาที่นอนหลับ ซึ่งร่างกายจะมีเมตาโบลิซึมต่ำความดันเลือดและอุณหภูมิของร่างกายลดลง ลดอัตราการเต้นของหัวใจ มันเป็นสภาวะที่มีการฟื้นฟูอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดการบำบัดทางร่างกาย เนื่องจากสภาวะนี้สัมพันธ์กับประสบการณ์เกี่ยวกับการหมกมุ่นในความว่างเปล่าซึ่งบางที่เรียกว่าสภาวะแห่งแสงสีขาว ซึ่งมันไม่มีเวลา ไม่มีความฝันและไม่มีความคิด คลื่นสมองระดับนี้พบได้ยากในคนทั่วไป ส่วนใหญ่จะมีในพระ หรือผู้บำเพ็ญเพียร หรือนักบวช หรือนักปฏิบัติ ซึ่งจะพบบวกกับปิติสุขที่เกิดอยู่ในจิตใจจะมีมากขึ้น แต่จะมีทุกคนสำหรับคนที่กำลังจะหลับหรือหลับไปแล้วซึ่งสมองจะทำงานน้อยมาก เรียกว่า คลื่นสมองที่สมองหยุดพักผ่อน หรือเข้าสู่การพักผ่อนนั่นเองนอกจากนี้ยังมีคลื่นสมองอีกประเภทหนึ่งที่น่าสนใจคือ คลื่นจักรวาล (Cosmic Wave) เป็นคลื่นที่มีพลังงานสูงที่สุด ลักษณะของคลื่นชนิดนี้จะเป็นเหมือนเส้นตรง ดูเหมือนกับหยุดนิ่ง หรือมีขึ้นลงนิดหน่อยเท่านั้นเป็นคลื่นสมองในอุดมคติ จากการที่สมาคมวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาทางด้านอารมณ์และพัฒนาการในการใช้ดนตรีเพื่อสุขภาพของญี่ปุ่นศึกษาวิจัยพบว่าคลื่นอัลฟ่าจะช่วยส่งเสริมความจำและความสนใจของเด็กตามที่เมื่อจิตใจของคนอยู่ในสภาวะที่สงบนั้นจะเป็นช่วงที่คลื่นสมองคงที่ที่สุดและจะผลิตคลื่นอัลฟ่า ซึ่งจะทำให้ความจำของคนดีขึ้น มีสมาธิมากและมีผลดีต่อการพัฒนาสติปัญญาทางสมอง แสดงดังภาพที่ 21



ภาพที่ 20 ลักษณะคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography: EEG)

จากภาพที่ 21 แสดงให้เห็นว่า Alpha Wave และ Theta wave เกิดขึ้นในบุคคลที่กำลังอยู่ในสถานการณ์ประมวลผลข้อมูล เช่น การคำนวณเลขในใจ จนถึงในสถานการณ์ที่เผชิญกับปัญหาที่ยุ่งยากหรือซับซ้อน โดยสามารถสรุปชนิดของสัญญาณคลื่นสมองซึ่งสัมพันธ์กับกิจกรรมสมองจำแนกตามความถี่ ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ชนิดของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองจำแนกตามความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง

ชนิด	ความถี่ (Hertz)	ความสัมพันธ์กับกิจกรรมสมอง
แกมมา (Gamma)	>30	จิตใจ การรับรู้ การแยกแยะความถูกต้อง
เบต้า (Beta)	13-30	กิจกรรมของสมอง ขณะร่างกายตื่นหรือกำลังถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้าภายนอก
อัลฟา (Alpha)	8-12	เกิดในช่วงสมองที่รู้สึกผ่อนคลายหรือขณะฝัน
เธต้า (Theta)	4-7	เกิดในช่วงใช้มโนภาพ การจินตนาการ มีจิตที่จดจ่อ การหลับและตื่น
เดลต้า (Delta)	0.5-3	เกิดในช่วงมีการหลับสนิทหรือหลับลึก

การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองแบบการตรวจขณะพัก (Rest EEG Recording) เป็นการตรวจที่สมองจะไม่ได้มีการกระตุ้นจากสิ่งเร้า เป็นการตรวจสอบการทำหน้าที่ของสมองในเวลานั้นๆ ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกสามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณ เป็นการคำนวณจากสมการ Fast Fourier Transform (FFT) โดยวิเคราะห์ความสูงของคลื่น (Amplitude) และวิเคราะห์ค่าพลังงานของคลื่นไฟฟ้าสมองในช่วงความถี่คลื่นสมองที่ศึกษา

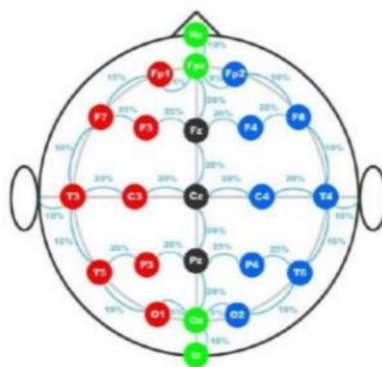
2. การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองแบบมีสิ่งกระตุ้นซ้ำ (Evoked Potentials (EP) สิ่งเร้าที่กระตุ้นอาจเป็น เสียงผ่านการได้ยิน (Auditory Evoked Potentials: AEP) แสงผ่านการมองเห็น (Visual Evoked Potentials: VEP) เป็นลักษณะการวัดสัญญาณที่เน้นภาพรวมของหน้าที่สมองที่ถูกกระตุ้นให้ทำงาน พิจารณาการเปลี่ยนแปลงสัญญาณของคลื่นไฟฟ้าสมองตำแหน่งหรือพื้นที่สมองที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้าที่มากกระตุ้น โดยพิจารณาในภาพรวม

3. การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองแบบให้สิ่งกระตุ้นซ้ำ ๆ Event Related Potentials (ERP) ต่างจากวิธีที่ 2 คือเป็นการให้สิ่งกระตุ้นที่ต้องอาศัยกระบวนการทางปัญญา เป็นสิ่งกระตุ้นที่ทำให้เกิดการตอบสนองผ่านการใช้กระบวนการคิดเป็นการตอบสนองต่อตัวเลข ตัวอักษร หรือสัญลักษณ์เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเพื่อตรวจสอบค่าพลังงานสัมบูรณ์ (Absolute Power) ความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เชิงปริมาณ ต่อไป

วิธีบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง

กระบวนการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ เริ่มต้นจากการบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง (Signal Acquisition) จากบริเวณส่วนต่าง ๆ ของสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมต่างๆของมนุษย์ (Human Brain Function) ที่แสดงออกมาด้วยเครื่องบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งประกอบด้วยขั้ววัดสัญญาณไฟฟ้าที่ถูกจัดให้ติดตั้งอยู่บนศีรษะของมนุษย์ ระยะห่างของแต่ละขั้วสัญญาณถูกกำหนดด้วยระบบมาตรฐานนานาชาติ 10/20 (International 10/20 System) ขณะที่ความต้านทานไฟฟ้าของขั้วสัญญาณต้องไม่เกิน 5 K Ohm สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้จะถูกขยายให้มีความแรงขึ้น มีอัตราการสุ่มสัญญาณ เช่น 128 Hz ความละเอียดกำหนดตามความเหมาะสมที่ 8 หรือ 16 Hz มีการกรองความถี่ที่ต้องการหรือ filter เพื่อนำเอาเฉพาะสัญญาณที่ต้องการซึ่งอยู่ในย่านความถี่ 0.2 – 30 Hz. มาใช้สำหรับการวิเคราะห์จัดสัญญาณที่ไม่ต้องการออกไปนำเอาสัญญาณที่ต้องการนำมาคัดกรองส่งเข้าสู่กระบวนการแยกคุณลักษณะของสัญญาณ (Feature Extraction) เพื่อนำเอารูปแบบของคุณลักษณะที่ต้องการของสัญญาณเข้าสู่หน่วยประมวลผลเพื่อสร้างโปรแกรมหรือคำสั่งการใช้งาน (Devices Control) โดยการนำเอาสัญญาณที่คัดเลือกแล้วมาทำการกำหนดรูปแบบของคำสั่งกระบวนการและวิธีการควบคุมอุปกรณ์ภายนอกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป สำหรับการวัดหรือบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งเกิดจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นสร้างขึ้นเองจากจากพฤติกรรมที่แสดงออกโดยการเคลื่อนไหวอวัยวะต่างๆของบุคคลนั้นๆ เช่น คลื่นไฟฟ้าสมองจากการถูกกระตุ้นโดยการเคลื่อนไหวของแขนหรือมือเมื่อสมองสั่งการให้แขนหรือมือของบุคคลนั้นๆมีการเคลื่อนไหว สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองจากบริเวณพื้นที่สมองทำงานรับสัญญาณจากสิ่งเร้า จะถูกส่งผ่านสู่สมองส่วนอื่นที่เกี่ยวข้องโดยเชื่อมโยงการประสานงานกันเป็นเครือข่ายสมอง เป็นสัญญาณที่เรียกว่า จังหวะสัญญาณของมอเตอร์และเซนซอรีมอเตอร์

(Motor and Sensory Motor Rhythm) เป็นรูปแบบการวัดการประเมนแบบไม่รุกราน (Non-Invasive EEG Signal Measurement) เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบันในขณะที่มนุษย์ดำเนินกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวันนั้นพื้นที่สมองมนุษย์ในส่วนที่เรียกว่า Primary Sensory Motor Cortical Areas หรือสมองส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวจะปรากฏคลื่นสมองที่มีความถี่ 8–12 Hz (Mu Rhythm) (Wolpaw & McFarland, 2004) ซึ่งจะแตกต่างจากพื้นที่ส่วนอื่นและมี ความสัมพันธ์โดยตรงกับระบบประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวของร่างกายซึ่งโดยปกติจะสัมพันธ์ กับคลื่นความถี่สมองอีกย่านความถี่หนึ่งซึ่งมีความถี่อยู่ระหว่าง 26 – 30 Hz. เรียกว่า β rhythms เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองมีหน่วยขยายสัญญาณแยกจากกันต่างหาก เพื่อให้สามารถบันทึกจากหนังศีรษะได้หลาย ๆ จุดไปพร้อม ๆ กัน ขั้วไฟฟ้าที่ใช้มักเป็น Silver Chloride ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร วางติดกับศีรษะโดยไม่ต้องโกนผม หรือสามารถใช้เป็นหมวกสำเร็จรูปตามมาตรฐานสากล ระบบวางขั้วไฟฟ้ามีดังนี้ ระบบ 10-20 (10/20 Electrode Placement System) ใช้ขั้วไฟฟ้าจำนวน 16 ขั้ว โดยการวางขั้วไฟฟ้าตำแหน่งตามภาพที่ 22 และระบบ 10-10 (10/10 Electrode Placement System) ใช้ขั้วไฟฟ้าจำนวน 64 ขั้ว โดยการวางขั้วไฟฟ้าตำแหน่งตาม 22 และก็มีวางขั้วไฟฟ้าในรูปแบบอื่น ๆ ที่ต้องใช้ขั้วไฟฟ้ามากกว่านี้ เช่น การวางขั้วไฟฟ้ามีดังนี้ ระบบ 10-5 (10/5 Electrode Placement System) เป็นต้น



ภาพที่ 21 การวางขั้วไฟฟ้ารูปแบบระบบ 10/20

ที่มา: Trans Cranial Technologies (2012, p. 2)

การวัดด้วยขั้ววัด (Electrode) นิยมใช้ขั้ววัด (Electrode Plate) ตรวจจับสัญญาณ EEG ในสองวิธี คือ 1) แบบทำการฝังใน (Invasive) ซึ่งต้องผ่าตัดเพื่อฝังขั้ววัดไว้บริเวณผิวสมองภายในกะโหลกศีรษะ และ 2) แบบแปะภายนอก (Non Invasive) สามารถใช้ขั้ววัดนี้ทำการแปะไปที่หนังศีรษะได้เลย ซึ่งทำได้ง่ายและไม่อันตราย

สำหรับการวิจัยนี้ใช้การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าของอุปกรณ์ EMOTIV รุ่น EPOC⁺ เป็นตาม

ระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 10/20 (10/20 International System) โดยสวม EMOTIV EEG Headset ใช้ติดขั้วไฟฟ้า (Saline Sensors) 14 ขั้ว (Channel) ตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล ประกอบด้วย CMS, DRL = Ear Lobe, C = Central, P = Parietal, F = Frontal, T = Temporal Lobe, O = Occipital แบบวางอิเล็กโทรดตามตำแหน่งที่กำหนดลงบนหนังศีรษะภายนอกคล้ายแบบหมวกครอบศีรษะ

การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองทำได้ 2 วิธี คือบันทึกแบบ 2 ขั้ว (Bipolar recording) และแบบขั้วเดียว (Monopolar หรือ Unipolar recording) การบันทึกแบบสองขั้วเป็นการบันทึกความต่างศักย์ระหว่างตำแหน่งขั้วไฟฟ้า 2 อันบนหนังศีรษะ ส่วนการบันทึกแบบขั้วเดียวเป็นการบันทึกความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างตำแหน่งขั้วไฟฟ้าหนึ่งบนหนังศีรษะกับตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference electrode) ที่วางไกลออกไปจากกะโหลกศีรษะ ปกตินิยมวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอ้างอิงที่ดั้งหูทั้งสองข้าง (A1 และ A2) และกลางกระหม่อม (Vertex) ของกะโหลกศีรษะ (Cz) ส่วนการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าทำได้โดยการพิจารณาเกี่ยวกับ แขนความถี่ (Frequency) และแอมพลิจูด (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมองตั้งแต่ระยะเริ่มกระตุ้นจนเริ่มตอบสนองหรือระยะแฝง (Latency) การกระจายของคลื่นไฟฟ้าสมอง การวิเคราะห์ในปัจจุบันมักใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ทำให้สะดวกมากยิ่งขึ้น

การสื่อสารระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักรด้วยคลื่นสมอง เป็นการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ (Brain-Computer Interface: BCI) คือ ระบบการสื่อสารที่ส่งผ่านข้อความหรือคำสั่งจากสมองไปสู่โลกภายนอกโดยไม่ผ่านเส้นทางปกติของสมองสู่ปลายทางของเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ (Wolpaw & McFarland, 2004) ระบบการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยเส้นทางการนำเข้าสู่สัญญาณคลื่นสมองด้วยวิธีการต่าง ๆ การประมวลผลสัญญาณโดยการสกัดลักษณะเด่นของสัญญาณที่ต้องการแยกออกจากสัญญาณอื่น ๆ ที่ถูกบันทึกมาด้วยกันและการแปลผลของสัญญาณเพื่อนำเอารูปแบบของสัญญาณที่ต้องการไปกำหนดเป็นคำสั่งเพื่อการสื่อสารหรือควบคุมอุปกรณ์ภายนอกและการป้อนกลับของสัญญาณเพื่อยืนยันความสำเร็จหรือล้มเหลวของคำสั่งหรือกิจกรรม (Birbaumer, 2006; Wolpaw & McFarland, 2004)

เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

1. เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมองแบบ Neuroscan เป็นชุดเครื่องมือวิจัยทางระบบประสาทที่ผลิตโดยบริษัท Compumedic Neuroscan โดยทีมงานนักประสาทวิทยาศาสตร์ที่มีการนำไปใช้งานวิจัยทางคลินิก และงานวิจัยทางสาขาพุทธิปัญญาอย่างแพร่หลาย ชุดเครื่องมือวิจัยทางระบบประสาทนี้ ประกอบด้วย Hardware และ Software Package เพื่อสำหรับการวัดและวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง EEG และ ERP ข้อมูลดังกล่าวมีตั้งแต่ระดับพื้นฐานของระบบรับรู้ความรู้สึกของร่างกาย (Sensory System) ระบบประสาทยนต์ (Motor System) การรับรู้ (Perceptual) ไปจนถึงระดับ

การวัดทางพุทธิปัญญา รวมทั้งงานด้านความตั้งใจ (Attention) และความจำขณะทำงาน (Working Memory) EEG และ ERPs ที่ได้จากการวัดนั้นยังสามารถนำไปประกอบเชื่อมโยงกับข้อมูลของ MRI (Compumedics, 2003) ชุดเครื่องมือวิจัยทางระบบประสาทดังกล่าว ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง ดังนี้

1) หน่วยสร้างหรือแสดงสัญญาณจากภายนอก (Stimulus Presentation Unit) ซึ่ง Neuroscan มีโปรแกรม Stim 2 สำหรับสร้างกิจกรรม (Task) มาเพื่อเป็นสิ่งเร้า กิจกรรมนั้นมีทั้งด้านระบบประสาทยนต์ (Motor) การรับรู้ (Perceptual) ความตั้งใจ (Attention) ความจำ (Memory) รวมทั้งกิจกรรมด้านพุทธิปัญญา (Cognitive) และยังมีส่วนกิจกรรมทั่วไป (General Task) ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถนำไปสร้างกิจกรรมที่สามารถจัดการและควบคุมตามต้องการได้

2) หน่วยขยายและแปลงสัญญาณ (Signal Amplification and Digitization) เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ขยายและแปลงสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้จากหนังศีรษะจากระบบ Analog ไปเป็นระบบ Digital ในขณะที่ทำการวัดโดยการทำหน้าที่ของอุปกรณ์ที่เรียกว่า NuAmps

3) หน่วยในการรับสัญญาณและการวิเคราะห์ข้อมูลสัญญาณ (Data Acquisition and Analysis) ซึ่งระบบ SCAN System มีโปรแกรม Ac Quisition and Analysis ซึ่งระบบ SCAN System มีโปรแกรม Acquire 4.5 ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณ และมีโปรแกรม Edit 4.5 ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ข้อมูลสัญญาณที่ได้

ขั้นตอนของการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองและการบันทึกผลในห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

- 1) ให้นั่งบนเก้าอี้นุ่ม ซึ่งสามารถปรับระดับเอนได้ในท่าสบายและผ่อนคลาย
- 2) วัดศีรษะจากตำแหน่ง Nasion ซึ่งเป็นบริเวณที่ระหว่างหัวคิ้วทั้งสองข้างไปจนถึงบริเวณ Inion ซึ่งเป็นปมกระดูกบนบริเวณท้ายทอย เพื่อหาตำแหน่งสำหรับวางขั้วไฟฟ้าขนาดเล็ก (Microelectrode) บนหนังศีรษะในตำแหน่งต่าง ๆ
- 3) ทำความสะอาดหนังศีรษะบริเวณที่จะวางขั้วไฟฟ้าด้วยน้ำยาสำหรับทำความสะอาดผิวหนัง
- 4) วางหมวกวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีขั้วไฟฟ้าขนาดเล็ก จัดเรียงตามวิธีมาตรฐานสากล เรียกว่า ระบบ 1/20 (10/20 Electrode Placement System) กระจายอยู่ตามตำแหน่ง
- 5) ทำการบันทึกภาพคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่ทำแบบทดสอบความใส่ใจ หรือแบบทดสอบความจำขณะทำงานในเครื่องคอมพิวเตอร์เราสามารถวัดคลื่นไฟฟ้าสมองหรือ EEG โดยใช้ขั้วไฟฟ้าหลาย ๆ ขั้ววางที่หนังศีรษะในตำแหน่งต่าง ๆ กันและวัดความต่างศักย์ของไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าที่ละสองขั้ว ซึ่งมีการวัดได้ 2 แบบคือ 1) แบบ Unipolar Method ซึ่งเป็นการวัดความต่างศักย์โดยเทียบกับตำแหน่งที่ถือว่ามิศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ โดยใช้ Indifferent Electrode (Potential เท้ากับศูนย์) วางอยู่ที่ใบหู ส่วน Active Electrodesวางอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ ของหนังศีรษะ และแบบ

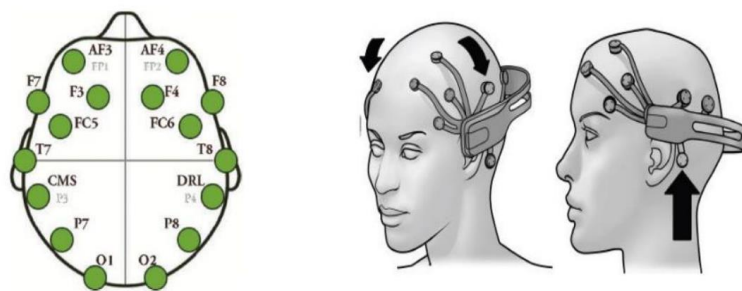
ที่ 2) แบบ Bipolar Method เป็นการวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า (Active Electrodes) 2 ขั้ว

2. เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมองแบบไร้สาย EMOTIV EPOC⁺ เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่กะทัดรัด ใช้งานง่าย มีความสะดวกเพราะสามารถวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะที่มีการเคลื่อนไหวได้ด้วย เนื่องจากเป็นระบบไร้สายใช้แบตเตอรี่ กำลังเป็นที่นิยมทั่วโลกในขณะนี้ ได้แก่ EMOTIV EPOC⁺ ซึ่งผลิตขึ้นรองรับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองระบบ 10/20 System มีจำนวนตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel รองรับสมองทั้ง 5 ส่วน ใช้น้ำเกลือในการรองรับอิเล็กโทรดทั้ง 14 Channel ไม่ใช่เจลเหมือนเครื่องมือวัด EEG ประเภท 64 Channel ลักษณะของ Emotive EPOC⁺ ดังแสดงในภาพที่ 23 ทั้งนี้ ตำแหน่งของอิเล็กโทรดทั้ง 14 Channel ของ EMOTIV EPOC⁺ รองรับสมองส่วนต่าง ๆ ดังภาพที่ 24



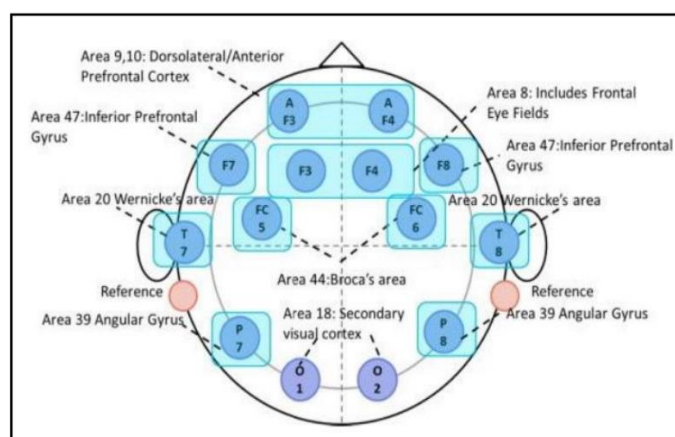
ภาพที่ 22 ลักษณะของเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมองแบบไร้สาย EMOTIV EPOC⁺ ที่มา: Emotiv (n.d.)

การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าของอุปกรณ์ EMOTIV รุ่น EPOC⁺ เป็นตามระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 10/20 (10/20 International System) โดยสวม Emotiv EEG Headset ใช้ติดขั้วไฟฟ้า (Saline Sensors) 14 ขั้ว (Channel) ตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล ประกอบด้วย CMS,DRL = Ear Lobe, C = Central, P = Parietal, F = Frontal, T = Temporal , O = Occipital แสดงดังภาพที่ 24



ภาพที่ 23 การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าและการสวมใส่ EMOTIV EPOC⁺

ที่มา: Emotiv (n.d.)



ภาพที่ 24 ตำแหน่งอิเล็กโทรดของ EMOTIV EPOC กับพื้นที่บริเวณสมอง

ที่มา: Suh and Yim (2018)

สามารถแบ่งตามบริเวณได้ดังนี้

1. บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F7 F8
2. บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ตำแหน่ง FC5 FC6
3. บริเวณเปลือกสมองส่วนขม่อม (Temporal) ตำแหน่ง T7 T8
4. บริเวณเปลือกสมองส่วนท้าย (Parietal) ตำแหน่ง P7 P8
5. บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ตำแหน่ง O1 O2

การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง บันทึกโดยเครื่อง EMOTIV รุ่น EPOC⁺ จากประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ประกอบด้วยโปรแกรม EMOTIVPRO ซึ่งเป็นโปรแกรมบันทึกค่าพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ใช้วิธีการวัดแบบสองขั้ว บันทึกความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรด

(Electrode) ตำแหน่งหนึ่งบนหนังศีรษะกับอิเล็กโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) ที่กระดูกหลัง ข้างขวาและซ้าย ความถี่ในการสุ่ม 128 เฮิร์ตซ์ (Hz) มีความกว้างของแถบคลื่นความถี่ 0.2- 45 เฮิร์ตซ์ (Hz) ตัวกรองรอยบากแบบดิจิทัลอยู่ที่ 50 เฮิร์ตซ์ (Hz) และ 60 เฮิร์ตซ์ (Hz) สำหรับตำแหน่ง เซนเซอร์ทั้งหมด 14 ตำแหน่งบน EMOTIV EEG Headset รวม 5 ช่องความถี่ ได้แก่ Theta (4-8 Hz), Alpha (8-12 Hz), Low Beta (12-16 Hz), High Beta (16-25 Hz) และ Gamma (25-45 เฮิร์ตซ์) โดยจะทำการบันทึกค่าพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง สำหรับแต่ละคลื่น ความถี่ซึ่งคำนวณจากทั้ง 14 เซนเซอร์ ด้วยโปรแกรม EMOTIV PRO

การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยขั้วไฟฟ้าที่หนังศีรษะ

การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยขั้วไฟฟ้าที่หนังศีรษะ (Recording of EEG with Scalp Electrodes) โดยคลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้ที่หนังศีรษะมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ ส่วนมากเป็นผลรวมจากการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของเนื้อสมองที่อยู่ใกล้ ๆ ขั้วไฟฟ้า ส่วนน้อยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าในบริเวณที่ห่างไกล

เยื่อหุ้มสมองและกะโหลกศีรษะมีคุณสมบัติเป็นตัวกรอง (Filter) โดยลดสัญญาณ ความถี่ สูงลงการหาที่มาของสัญญาณในทางประสาทสรีรวิทยา (Electrophysiology) นั้นทำโดยการ เปรียบเทียบรูปร่างสัญญาณกับเวลาที่เกิดจากสัญญาณจากตำแหน่งต่าง ๆ ว่าเหมือนกันเพียงใด เรียกว่า การหาความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างสัญญาณจากสองตำแหน่งนั้น ส่วนมากจะพบว่า คลื่นสมองที่หนังศีรษะจะมีรูปร่างคล้ายกับคลื่นไฟฟ้าจากผิวสมอง (Electrocorticogram: EcoG) ที่ อยู่ใกล้ ในบางกรณีพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่าง EEG กับแหล่งกำเนิดสัญญาณในบริเวณที่ห่างไกล พบว่าแหล่งกำเนิดสัญญาณนี้มักมีลักษณะพิเศษได้แก่ 1) มีขนาดสัญญาณใหญ่และมีการเรียงตัวของ เนื้อสมองในลักษณะที่ทำให้ประจุมารวมกัน (High Intensity, Spatial Orientation) จนสามารถเห็น ได้จากที่ห่างไกล เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการฉายสัญญาณ (Projection) จากบริเวณที่ห่างไกลไปยัง ขั้วที่ขั้ววัด หรือ 2) มีการต่อเชื่อมผ่านใยประสาทเพื่อมาควบคุมเนื้อสมองทั้งสองข้างพร้อมกัน (Bilateral Synchrony) ซึ่งแหล่งกำเนิดสัญญาณที่กระจายไปยังสมองทั้งสองพร้อม ๆ กันนี้ มักอยู่ใน ส่วนกลางของสมอง ในกรณีที่สองสัญญาณจะมาจากเนื้อสมองที่อยู่ใต้ขั้ววัดนั่นเอง ในทั้งสองกรณี สัญญาณไฟฟ้าที่มีจุดเริ่มที่ห่างไกลเหล่านี้ถูกเรียกว่า Projected Rhythm ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดทาง คลินิกคือ การเกิด Sharp Wave จากสมองส่วน Hippocampus และเนื้อสมองโดยรอบนั้นห่างจาก ขั้วที่วัดที่ Temporal Lobe หลายเซนติเมตร แต่ก็ยังสามารถ Project มาวัดได้

เยื่อหุ้มสมองและกะโหลกศีรษะมีคุณสมบัติเป็นตัวกรองลดสัญญาณความถี่สูงลง (High Frequency Filter) การลดทอนของสัญญาณนี้เกิดขึ้นเมื่อความหนาของเยื่อหุ้มกะโหลกมากขึ้น กับเมื่อการ “ลัดวงจร” โดยมีสารที่นำไฟฟ้าได้ดี เช่น Subdural Blood มาขวางระหว่างสมองและ ขั้วไฟฟ้า เหมือนกับการ “ใส่สมองไว้ในกล่องโลหะ” (Shielded) ผลจากการเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้

คลื่นไฟฟ้าสมองที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น Spike จะถูกลดทอนลงมาก ทำให้เหลือปรากฏบนหนังศีรษะเป็นบริเวณแคบ ต่างกับคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีความถี่ต่ำจะมีการกระจายกว้างกว่า ดังนั้นเมื่อทำการวัดคลื่นไฟฟ้าจากผิวสมองเทียบกับคลื่นไฟฟ้าที่หนังศีรษะ จะเห็นการบิดเบือนของรูปร่างและการลดลงของขนาดสัญญาณความถี่สูงมากกว่าความถี่ต่ำ โดยสัญญาณใด ๆ ก็ตามที่แหล่งกำเนิดนอกเนื้อสมอง จะถือว่าเป็นสัญญาณรบกวน (Artifacts)

การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้า

การวางขั้ววัดไฟฟ้าตามระบบ 10/20 (10/20 Electrode placement system) เป็นวิธีการวางขั้วไฟฟ้ามาตรฐานของอเมริกัน (American EEG Society) หลักการวาง คือ ใช้ระยะระหว่างตำแหน่งบนกระดูก (Bony Landmarks) เพื่อสร้างเป็นตาราง มีการตัดกันที่ 10/20 เปอร์เซ็นต์ของระยะแต่ละเส้นที่วัด เพื่อวางขั้วไฟฟ้าตามตำแหน่งนั้น มาตรฐานในการกำหนดตำแหน่งการวัดสัญญาณ (The Ten-Twenty System, The International 10/20 System of Electrode Placement) เป็นวิธีปฏิบัติการเพื่อหาตำแหน่งวางขั้วไฟฟ้าการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยการวัดศีรษะ แล้วแบ่งส่วนออกเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ (จากระยะที่วัดได้แต่ละเส้น คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์) ตัวเลข 10/20 หมายถึง ตำแหน่งวางขั้ววัดไฟฟ้า แต่ละจุดถูกกำหนดไว้ให้วางอยู่บนจุดตัดกันที่ 10 เปอร์เซ็นต์ หรือ 20 เปอร์เซ็นต์ ของเส้นที่วัดระยะทางแต่ละเส้นบนศีรษะ (Cacioppo, Tassinari, & Berntson, 2007) ตำแหน่งบนกระดูกที่ใช้ ได้แก่ 1) Inion คือรอยนูนบนกระดูกที่กึ่งกลางด้านหลังของศีรษะ 2) Nasion คือ ร่องระหว่างตำแหน่งเหนือจมูกได้หน้าผาก และ 3) Preauricular Point คือ รอยบุ่มกระดูกด้านหน้าของรูหูใกล้ขอบบนของ Tragus แต่ละส่วนจะมีตัวอักษรที่ใช้กำกับจุดต่าง ๆ ดังนี้

F (Frontal Lobe) คือ สมองส่วนหน้า

FP (Frontal Pole) คือ สมองส่วนหน้าบริเวณหน้าผาก

T (Temporal Lobe) คือ สมองส่วนขมับ

C (Central Lobe) คือ สมองส่วนกลาง

P (Parietal Lobe) คือ สมองส่วนบน

O (Occipital Lobe) คือ สมองส่วนท้ายทอย

สมองส่วนกลาง (Central, C) เป็นส่วนที่ไม่ได้อยู่ติดกับกะโหลกชั้นนอก (Cerebral Cortex) ดังนั้นจึงใช้ขั้ววัดตรวจจับจากหนังศีรษะได้ไม่ตึงนัก จุด C จึงใช้อ้างอิงถึงในบางวัตถุประสงค์เท่านั้น ส่วนตัวเลขที่ใช้กำกับจะแบ่งเป็นเลขคู่และเลขคี่ โดยที่เลขคู่ เช่น 2 4 6 8 จะใช้อ้างอิงถึงตำแหน่งบนศีรษะซีกขวา ส่วนเลขคี่ เช่น 1 3 5 7 9 จะใช้อ้างอิงถึงตำแหน่งที่อยู่บนศีรษะซีกซ้าย และตัวอักษร Z จะใช้อ้างอิงถึงตำแหน่งที่อยู่ในแนวแกนตรงกลางศีรษะ จุดเอฟพี (FP) อยู่ตรงบริเวณด้านหน้าของศีรษะ ส่วนจุดที่เรียกว่า Nasion เป็นจุด 20 ระหว่าง หน้าผากและจมูก และ Inion คือ

ส่วนที่นูนออกมาของกะโหลกทางด้านหลังศีรษะ

หากต้องการเพิ่มความละเอียดของการวัดทำได้โดยกำหนดตำแหน่งจุดกึ่งกลางแทรกเข้าไประหว่างจุดเดิม โดยการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าจะต้องอยู่ในตำแหน่งอ้างอิงเสมอการแบ่งพื้นที่สมอง Brodmann's Area เป็นการแบ่งตามหน้าที่ 52 พื้นที่ เช่น พื้นที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็น พื้นที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยิน พื้นที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับความรู้สึกของร่างกาย พื้นที่เกี่ยวกับการสั่งการ พื้นที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของตา พื้นที่เกี่ยวกับการพูด เป็นต้น

ตารางที่ 2 ชื่อของเปลือกสมองและตำแหน่งวางขั้วไฟฟ้าตามระบบ 10/20 System

Brain Area	Brodmann Areas	Left Hemisphere	Midline	Right Hemisphere
Frontal Lobe	10	Fp1		Fp2
Frontal Lobe	8	F3		F4
Inferior Frontal	47	F7		F8
Mid-Frontal	8L		FZ	
Anterior Temporal		T1		T2
Mid-Temporal	42	T3		T4
Posterior Temporal	37	T5		T6
Central	2	C3	CZ	C4
Vertex or Mid-Central	5L			
Parietal	39	P3		P4
Mid-Parietal	7R		PZ	
Occipital	18	O1		O2
Cerebellar		Cb1		Cb2
Auricular		A1		A2
Nasopharyngeal		Pg1		Pg2

จากตารางที่ 2 อธิบายถึง ชื่อตำแหน่งของขั้วไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ตามตำแหน่งต่าง ๆ บนศีรษะ ตัวอย่างเช่น ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า FP1 คือ ตำแหน่งที่ขั้วไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ที่บริเวณเขตของเปลือกสมองหรือ Brodmann Area ที่ 10 บนพื้นที่สมองส่วนหน้า ด้านซ้ายหรือ Frontal Lobe (Koessler et al., 2009)

รูปแบบการติดตั้งขั้วไฟฟ้า (EEG-Electrode Montages) เนื่องจากแรงดันของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองเกิดจากการเปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าสองขั้ว โดยแสดงผลสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองของการสร้างและการกระจายสัญญาณบนหนังศีรษะ (Distribution of the Electrical Signal over the Scalp) วิธีการวัดของ EEG Amplifier ซึ่งเปรียบเทียบระหว่าง Grid 1 และ Grid 2 สัญญาณจึงสามารถเข้ามาได้ทั้งสองขั้ว จึงต้องจัดกระทำรูปแบบเพื่อให้สามารถติดตั้งขั้วไฟฟ้าที่จะนำสัญญาณข้อมูลจากคลื่นไฟฟ้าสมอง ในแต่ละช่องสัญญาณมาพิจารณาการกระจายสัญญาณบนหนังศีรษะ ซึ่งมีการจัดเป็น Montage ดังนี้

1. แบบ Bipolar Montage มีลักษณะเป็นการสร้างการเชื่อมโยงจากขั้วไฟฟ้าในแต่ละช่องที่อยู่ติดกันเข้าเป็นแนว จากแนวหน้าไปแนวหลัง (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

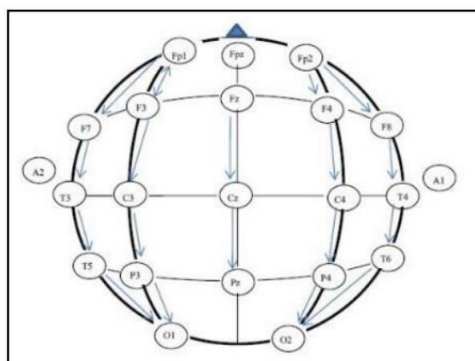
หรือเป็นแนวขวาง (16 – Transverse Bipolar Montage) เช่น

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

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

Channel 5 = F4-F8 เป็นต้น

ข้อตกลงในการจัดวาง Montage ตามมาตรฐาน American Clinical Neurophysiology Society (ACNS) ประกอบด้วย 1) จัดวางขั้วไฟฟ้าจากซ้ายไปขวา 2) จัดวางขั้วไฟฟ้าจากหน้าไปหลัง และ 3) จัดวางขั้วไฟฟ้าให้เป็นไปตามหลักกายวิภาค แสดงดังภาพ 26

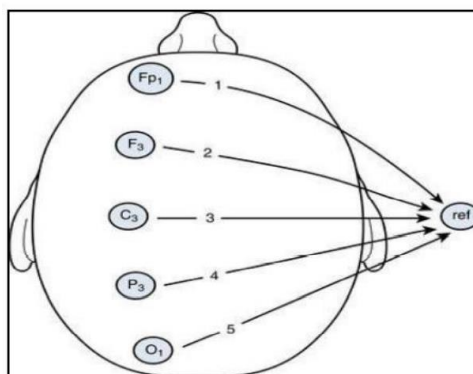


ภาพที่ 25 Bipolar Montages

ที่มา: Millan, Ferrez, and Buttfeld (2005, p. 14)

2. แบบ Reference Montage สร้างโดยเชื่อมโยงขั้วไฟฟ้าหลาย ๆ ขั้วมารวมกันที่ขั้วไฟฟ้าเดียวเป็นจุดร่วม (Common Electrode Reference Montage) การแสดงผลนี้ช่วยให้การเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดเป็นบริเวณกว้างเห็นเด่นชัดขึ้น สิ่งที่เราควรระวังคืออาจมีสัญญาณเข้าที่ขั้ว Reference ไปปรากฏที่ทุกช่องสัญญาณเรียกว่า Reference Contamination โดยที่ Referential Montage แบ่งออกเป็นสองประเภท ตามลักษณะของการเชื่อมต่อขั้วไฟฟ้าที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงสัญญาณไฟฟ้า คือ

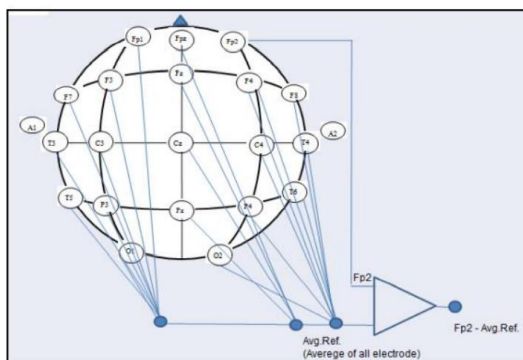
2.1 Common Reference Montage เป็นวิธีที่นำเอาสัญญาณจากขั้วไฟฟ้าที่บริเวณอิเล็กโทรดที่บันทึกจากตำแหน่งที่เป็นจุดอ้างอิง (ขั้วไฟฟ้าที่ติดกับติ่งหู หรือด้านหลังของใบหู) เป็นตำแหน่งที่นิยมใช้บ่อย มารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย ดังภาพที่ 27



ภาพที่ 26 Common Reference Montage

ที่มา: <http://clinicalgate.com/electroencephalographic-electrodeschannels-And-montages-and-how-they-are-chosen/>

2.2 Average Reference Montage เป็นการนำเอา Output ของคลื่นไฟฟ้าสมองทั้งหมดที่วัดและขยายสัญญาณแล้ว มารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย และนำสัญญาณนี้ไปใช้เป็นสัญญาณอ้างอิงของแต่ละช่องสัญญาณ ดังตัวอย่างในภาพที่ 28



ภาพที่ 27 Average Reference Montage

ที่มา: Lemos and Fisch (1991)

3. เทคนิคการประมวลผลสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองจะถูกส่งผ่านมาจากขั้วไฟฟ้าที่ต่ออยู่บนศีรษะ มีย่านความถี่อยู่ระหว่าง 0 – 30 Hz. ประกอบด้วยความหลากหลายของสัญญาณทั้งที่ต้องการและไม่ต้องการ ตลอดจนความผิดเพี้ยนของสัญญาณ ดังนั้น จึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของสัญญาณได้แก่ อัตราส่วนระหว่างสัญญาณที่ต้องการต่อสัญญาณรบกวน (Signal-to-Noise Ratio หรือ SNR) โดยที่ค่า SNR ยิ่งมากยิ่งดีสามารถกระทำได้โดยประยุกต์วงจรกรองสัญญาณเพื่อลดสัญญาณรบกวนและขยายสัญญาณที่ต้องการให้มีความแรงขึ้นและจัดสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อหรือจากร่างกายมนุษย์ออกไปการวิเคราะห์สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง Signal Processing เป็นการประมวลผลเบื้องต้นเพื่อปรับเปลี่ยนลักษณะ รูปแบบบางอย่างของข้อมูล Input ทั้งนี้เพื่อปรับ Input ให้มีความเหมาะสมและตรงตามที่ต้องการ เช่น การปรับขนาด (Resize) การกำจัดสัญญาณไฟฟ้ารบกวน จากการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ (EMG Artifact) หรือจากการเคลื่อนไหวดวงตา (EOG) เพื่อที่จะนำข้อมูลดิบของสัญญาณคลื่นไฟฟ้า สมองไปใช้งานจะต้องนำสัญญาณไปประมวลผล ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีและวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบอิสระ หรือ Independent Component Analysis (ICA) การขยายและการถอดรหัสสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (Amplification & A/D - Converter) เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifiers) จะทำหน้าที่สองอย่างคือ คัดเลือกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองออกจากสัญญาณรบกวน และขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง เนื่องจากสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองมีระดับความแรงของสัญญาณที่ต่ำมาก ดังนั้นก่อนที่จะนำไปผ่านกระบวนการวิเคราะห์และแยกสัญญาณจะต้องนำไปทำการขยายสัญญาณให้มีความแรงเพียงพอ และไม่มี การผิดเพี้ยนไปจากคุณลักษณะเดิมก่อนที่จะส่งไปประมวลผลต่อไป หลังจากผ่านกระบวนการขยายสัญญาณแล้ว ก็จะถูกส่งไปผ่านกระบวนการแปลงรูปแบบของสัญญาณจากอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยเรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (A/D - Converter) การแปลงสัญญาณและการแสดงผลใน

เครื่อง Digital EEG (Analog to Digital Converter) เครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในปัจจุบันได้พัฒนาจากระบบดั้งเดิมมาเป็นการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการบันทึกและแสดงผลคลื่นไฟฟ้าสมอง ข้อแตกต่างที่สำคัญของ Digital EEG และ EEG ดั้งเดิม (Analog EEG) คือ Digital EEG ใช้การบันทึกสัญญาณจากทุก ๆ ขั้ววัดไฟฟ้าพร้อมกันโดยเทียบกับจุดอ้างอิงเดียวกัน แล้วจึงนำสัญญาณไปจัดรูปแบบการแสดงผล (Montage) ที่ต้องการในภายหลัง ดังนั้นจึงสามารถปรับขนาดการแสดงผล (Montage Filters) และนำไปวิเคราะห์ภายหลังได้สะดวก

สำหรับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ด้วยเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง EMOTIV EPOC⁺ จำนวน 14 ช่องสัญญาณ ทำการจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ในรูปแบบค่าพลังงานสัมบูรณ์ (Absolute Power) ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta, Alpha, Low Beta, High Beta และ Gamma ด้วยโปรแกรม EMOTIVPRO

การจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

ขั้นตอนการจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ขั้นตอนแรก คือ ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ขั้ววัดสัญญาณ ตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะของผู้ร่วมการทดลอง ขั้ววัดดังกล่าวมีหลายแบบ ทั้งแบบเป็นแผ่นแปะและแบบหุ้มครอบศีรษะ รูปแบบของการวัดด้วยขั้ววัดสัญญาณไฟฟ้าสมอง การระบุตำแหน่งของจุดที่วัดสัญญาณบนศีรษะ เนื่องจากสมองแต่ละส่วนมีหน้าที่หรือความสัมพันธ์กับกิจกรรมของร่างกายแตกต่างกัน ดังนั้นหากเลือกตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมจะทำให้สัญญาณที่ได้มีองค์ประกอบที่ไม่ต้องการมากกว่าองค์ประกอบที่ต้องการใช้งาน

ช่วงความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองสามารถวัดได้ เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้าสมองที่ตรวจวัดได้จากขั้ววัด จะมีขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำมากก่อนที่จะนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล ต้องผ่านการขยายโดยเครื่องขยายสัญญาณก่อน ถ้าเครื่องขยายออกมาไม่ดีอาจทำให้สูญเสียรายละเอียดของคลื่นบางความถี่ได้ รวมทั้งอาจมีสัญญาณรบกวนแปลกปลอมแทรกเข้ามาในสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกไว้

สัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือเกิดจากขั้ววัดที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการไม่ได้ทำความสะอาดหนังศีรษะก่อนติดตั้งขั้ววัด ในกรณีที่ใช้ขั้ววัดแบบ Passive ซึ่งเป็นขั้ววัดที่ไม่มีการขยายสัญญาณด้วยตัวเอง สัญญาณรบกวนเหล่านี้อาจเป็นตัวลดคุณภาพของสัญญาณที่วัดได้บางส่วน

อัตราความถี่สุ่ม (Sampling Rate) ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้า จากสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิทัล ถ้าใช้ความถี่สุ่มต่ำไป จะทำให้สูญเสียรายละเอียดของสัญญาณความถี่สูง เนื่องจากย่านความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์จะอยู่ในช่วง 0.5 – 100 เฮิรตซ์ หรือโดยปกติอยู่ที่ 0.5 – 30 เฮิรตซ์



การเชื่อมโยงคลื่นไฟฟ้าสมอง

การเชื่อมโยงคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG Coherence) เป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างคู่ของสัญญาณไฟฟ้าสมอง ซึ่งจะถูกบันทึกพร้อมกันจากบริเวณหนังศีรษะในตำแหน่งต่าง ๆ และจะถูกวัดด้วยความละเอียดสูงในรูปแบบการเชื่อมต่อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic) ระหว่างพื้นที่ของสมอง ทำให้ช่วงความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองมีลักษณะการทำงานที่มีความสำคัญโดยทำหน้าที่เชื่อมโยง และประสานช่องสัญญาณ สามารถระบุและแบ่งแยกข้อมูลเครือข่ายการเชื่อมต่อที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการทำงานของพื้นที่สมอง ซึ่งมีความแตกต่างกันระหว่างศักย์ไฟฟ้าที่หนังศีรษะและจุดการวัดการเชื่อมโยงซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้ ความเป็นไปได้ของความไม่สอดคล้องกันระหว่างการเชื่อมโยงได้จากศักย์ไฟฟ้าที่หนังศีรษะและแหล่งกำเนิดสัญญาณประสาท ดังนี้

- 1) ข้อผิดพลาดทางสถิติถ้าจำนวนค่าเฉลี่ยช่วงเวลาในการวัด (Epoch) มีค่าน้อยมา
- 2) อิทธิพลของการใช้อิเล็กโทรดอ้างอิง
- 3) ปริมาณการนำกระแสไฟฟ้า
- 4) การกรองความถี่สูงของสัญญาณซีฟโดยการแปลงลาปาส หรือกระบวนการถ่ายภาพสมอง (พบความผิดพลาดการเชื่อมโยงน้อย)
- 5) อิทธิพลของการแปลงลาปาส หรือกระบวนการถ่ายภาพสมองโดยอาจทำให้เกิดปัญหาด้านการล้มเหลวในการเลือกลักษณะการเชื่อมโยง ที่แสดง ความแตกต่างที่ใหญ่ที่สุดระหว่างตำแหน่งของพื้นที่สมองหรือระหว่างกลุ่มตัวอย่าง หรือมีความยากในการเปรียบเทียบกับห้องทดลองอื่นโดยวิธีการทดลองที่แตกต่างกัน ตลอดจนการทดลองใหม่เกี่ยวกับการตีความทางสรีรวิทยาที่ผิดพลาดของการประมาณการเชื่อมโยง และการใช้การทดสอบทางสถิติที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น ทฤษฎีพื้นฐานและรูปแบบศูนย์กลางร่วมกันจึงถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลกระทบ บนความแตกต่างจากการวัดความเชื่อมโยงคลื่นไฟฟ้าสมอง

การเชื่อมโยงและสหสัมพันธ์

การเชื่อมโยง คือการพิจารณาที่เหมือนกันกับสหสัมพันธ์แต่มีความสำคัญแตกต่างกันในการเชื่อมโยงคลื่นไฟฟ้าสมอง จะคำนวณได้จากสัญญาณในลักษณะสี่เหลี่ยม ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 โดยไม่สนใจชั่วสัญญาณทางไฟฟ้า ในทางตรงกันข้าม สหสัมพันธ์คือความว่องไวของกระแสไฟฟ้า (Polarity) และจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 การเชื่อมโยงสำหรับช่วงเวลาหนึ่ง (Single Epoch) จะมีค่าเท่ากับ 1 โดยไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของเฟส (Phase) แท้จริง และความแตกต่างของกำลังไฟฟ้าระหว่างสัญญาณ (Tsiparar, 2006) ในเวลาต่อเนื่อง การวัดความเชื่อมโยงจึงขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้าและเฟสการเกิดสัญญาณของสัญญาณทั้งสอง ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงเวลามากนักในความสัมพันธ์เริ่มต้นระหว่างค่าเฉลี่ยการเชื่อมโยงสองสัญญาณ มีค่าเท่ากับ 1 เช่นกัน

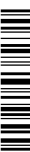
ด้วยเหตุนี้ การเชื่อมโยงจึงให้ข้อมูลเกี่ยวกับความมั่นคงของความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างสัญญาณสองสัญญาณ โดยการพิจารณากำลังที่ไม่สมดุล (Power Asymmetry) และความสัมพันธ์ของเฟส ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลโดยตรงของความสัมพันธ์นี้ ในทางกลับกัน สหสัมพันธ์ (Correlation) จะคำนวณในช่วงเวลาเดียวกันหรือหลายช่วงเวลา (Epoch) ที่ได้รับผลกระทบจากเฟส ช่วงความกว้างของคลื่นที่เป็นอิสระ (Independently of Amplitudes) ภายใต้ภาวะปกติทางสรีรวิทยา อิทธิพลของความเชื่อมโยงกันควรจะไม่มีมากโดยควรมีผลลัพธ์เช่นเดียวกับการหาค่าสหสัมพันธ์ (Guevara & Corsi-Cabrera, 1996)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ EEG

Khushaba et al. (2012) ได้ศึกษาเรื่อง สมองกับรูปแบบการเลือก: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง (Choice Modeling and the Brain: A Study on the Electroencephalogram (EEG) of Preferences) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการตัดสินใจ กระบวนการคิดภายใน การตอบสนองเกี่ยวกับการเลือกวัตถุ การกระทำในสิ่งที่ชอบและไม่ชอบ ผ่านการทำกิจกรรม Eye-tracking (Tobii X60 Eye Tracking) และวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมองราคาประหยัด EMOTIV EEG Headset รุ่น EPOC วัด 14 จุด (Channels) ควบคุม 2 ทิศทาง อิเล็กโทรดที่วัด ได้แก่ ตำแหน่ง AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4 ตามระบบมาตรฐานสากล 10-20 อิเล็กโทรด 2 ตำแหน่งเหนือหูของผู้ร่วมวิจัยทั้งสองข้างใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิง (refernces) ผู้ร่วมวิจัยเป็นอาสาสมัคร อายุ 25-65 ปี โดยให้เลือกวัตถุจากจอคอมพิวเตอร์และคลิกเมาท์ภายใน 5 วินาที ผลการวิจัยพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงคลื่นเกิดขึ้นที่ตำแหน่งสมองส่วนหน้าที่จุด F3, F4 สมองส่วนบนที่ตำแหน่ง P7, P8 สมองส่วนท้ายทอยที่ตำแหน่ง O1, O2 ในขณะที่ทำกิจกรรมการทดลองเลือกวัตถุ โดยใช้มือสลับซ้ายขวาทำให้เห็นลักษณะคลื่นที่แตกต่างกัน พบคลื่น theta จากน้อยและมากขึ้นเมื่อทำกิจกรรมจากสมองส่วนหน้า (Frontal) ส่วนบน (Parietal) และท้ายทอย (Occipital) โดยพบคลื่นแอลฟา (Alpha) บริเวณสมองส่วนหน้า และส่วนบน นอกจากนั้นยังพบคลื่นเบต้า (Beta) ที่สมองส่วนท้ายทอย และส่วนข้าง (Temporal)

Al-Hudhud, Abdulaziz Alzamel, Alattas, and Alwabil (2014) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ของคอมพิวเตอร์ตามธรรมชาติของมนุษย์ โดยพิจารณาจากปฏิสัมพันธ์อื่น ๆ รูปแบบสำหรับความถี่ความหลากหลายของการใช้งาน ท่ามกลางระบบปฏิสัมพันธ์ของการพูด ระบบปฏิสัมพันธ์ของสายตา และระบบสมองเมื่อเร็ว ๆ นี้ (BCM) ในระบบการเชื่อมต่อสมองกับคอมพิวเตอร์ (BCI) เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานของสมองเพื่อผลิตสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์สื่อสาร ปัจจุบันเทคโนโลยี BCI ได้รับการพัฒนา เพื่อจุดประสงค์ในการส่งเสริมด้านอุปกรณ์ความช่วยเหลือบุคคลที่พิการโดยใช้คำสั่งควบคุม นอกจากนี้การวิจัยในปัจจุบันต้องการเน้นการใช้สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง



สำหรับการตรวจสอบและระบุตัวบุคคล ซึ่งเรียกว่าการตรวจสอบ ไบโอเมตริกซ์ ถูกใช้เป็นเทคนิค การตรวจสอบความถูกต้องสำหรับระบบปฏิบัติการอุปกรณ์ในสภาพแวดล้อมจริง โดยการทดลองใช้เครื่อง EMOTIV EPOC จำนวน 14 ช่องสัญญาณ เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ 32 บิต การยืนยันตัวตนแบบ unimodal biometric เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะหรือคุณสมบัติไบโอเมตริกซ์เพียงอย่างเดียว (เช่น เสียงหรือลายนิ้วมือ) อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของเครื่องดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น เสียง พื้นหลังในระบบจดจำเสียงพูด หรือปัญหาเกี่ยวกับการส่องสว่าง ระบบจดจำใบหน้า McMahan, Parberry, and Parson (2015) ประเมินประสบการณ์การเล่นวิดีโอเกมของผู้เล่น ด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ด้วย EMOTIV ซึ่งทำการวิจัยในรัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เชิงอารมณ์ทำให้นักวิจัยสามารถตรวจสอบการทำงานของสมองได้ในขณะที่ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ความคืบหน้าในการเซ็นเซอร์และอัลกอริธึมสำหรับระบบ EEG แบบนอกร่างกายทำให้นักวิจัยสามารถประเมินความถูกต้องของสถานะและความรู้สึกของมนุษย์โดยใช้ EEG ในระหว่างการเล่นเกม ผลการศึกษาพบว่า มีการเพิ่มขึ้นของความตื่นตัวและความว่องไวลดลงในช่วงเกมที่มีความรุนแรงสูง (Player Death) เมื่อเทียบกับเกมที่มีความรุนแรงต่ำ (General Game Play) ความปรารถนาของงานวิจัย คือ เพื่อสร้างข้อมูล "Task Engagement" ด้วยพิกัด "Arousal-Valence" สู่รูปแบบ Flow Model แบ่งข้อมูลเป็น quartiles, ซึ่งช่วยให้เราสามารถกำหนดเกณฑ์บนและล่างเพื่อระบุเมื่อผู้เล่นออกจากสถานะ Flow เป้าหมายของเราคือการใช้ ระบบ EEG แบบนอกร่างกายเพื่อสร้าง "Task Engagement" และ "Arousal-Valence" พิกัดระหว่างการเล่นวิดีโอเกม ที่สามารถใช้สำหรับ Flow Model เป็นที่เชื่อกันว่าแบบจำลองนี้จะช่วยให้สามารถใช้ EMOTIV EPOC เพื่อประเมินองค์ความรู้และการประมวลผลทางอารมณ์ของผู้เล่นในอนาคต ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า EMOTIV EEG สามารถใช้เพื่อแยกแยะระหว่างรูปแบบการกระตุ้นที่แตกต่างกันและกระบวนการทางปัญญาที่มาพร้อมกันได้

Kumari and Vaish (2015) ได้ศึกษาวิวัฒนาการของคลื่นสมองและการประยุกต์ใช้ในการสื่อสารประจำวัน ได้นำเสนอการศึกษาเกี่ยวกับศักยภาพของคลื่นไฟฟ้าสมองและการประมวลผลเพื่อความปลอดภัยที่สูงขึ้น โดยใช้สัญญาณ EEG ที่เกิดจากสิ่งเร้าที่มองเห็น ในการสร้างโมเดลสำหรับการตรวจสอบ โดยเลือก Time-Frequency Analysis Method ที่เรียกว่า เวฟเล็ต เพื่อวิเคราะห์การสลายตัวของสัญญาณต้นฉบับ EEG Sub-Band โดย การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วย EMOTIV EPOC 14 ช่องสัญญาณ กลุ่มตัวอย่างมีอายุระหว่าง 20-30 ปี โดยการดูตัวเลขที่สุ่มจากคอมพิวเตอร์ และวัดคลื่นไฟฟ้า แกมมา เบต้า แอลฟา และเดลต้า ปรากฏว่าความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองต่าง ๆ สามารถแยกออกจากกันได้โดยการคำนวณทางสถิติ นอกจากนี้ได้เลือกใช้เครือข่ายประสาทเทียมตามรูปแบบการเรียนรู้ Quantization ในการจำแนกประเภทได้ถูกต้อง

Sumi (2016) ได้วิจัยเรื่อง การใช้แอปพลิเคชันบนทาสนาโต้ตอบที่แสดงออกถึงอารมณ์ ทำการวิจัยในประเทศญี่ปุ่น โดยใช้ตัวละครในแอปพลิเคชันแบบ 3 มิติ (3D) ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถสนทนาโต้ตอบกับ ตัวละคร 3 มิติได้ ทั้งนี้ ใช้ EMOTIVE EPOC ในการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่สื่อจากอารมณ์ของผู้เข้าร่วมการวิจัย พบว่า แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นจดจำคำพูดของผู้เข้าร่วมการวิจัยได้โต้ตอบได้ และ EMOTIV EPOC มีความสะดวกในการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่สื่อจากอารมณ์ได้ดี เนื่องจากผู้ร่วมการวิจัยสามารถเคลื่อนไหวได้ และใช้งานได้อย่างง่ายดายที่บ้าน แต่อย่างไรก็ตามก็ยังต้องพัฒนาระบบแอปพลิเคชันให้ดียิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต รวมทั้งมีผู้เข้าร่วมการวิจัยบางคนแจ้งว่าในการใส่ EMOTIVE EPOC “มันเป็นเรื่องยากที่จะสวมใส่” และ “มันเจ็บปวด”

Meza-Kubo, Moran, Carrillo, Galindo, and Garcia-Canseco (2016) ได้ศึกษา การใช้เทคโนโลยี Ambient Assisted Living (AAL) เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาประชากรที่เพิ่มขึ้นและ การใช้ชีวิตของผู้สูงอายุ เทคโนโลยี AAL ใช้เพื่อปรับปรุงสุขภาพและสภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุ การประเมินผลการใช้งาน (UX) มีจุดประสงค์เพื่อช่วยให้การระบุประสบการณ์ของผู้ใช้ขณะโต้ตอบกับเทคโนโลยี AAL ภายใต้เงื่อนไขเฉพาะได้อย่างถูกต้อง ซึ่งอาจช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้นและปรับปรุงการมีส่วนร่วมของผู้ใช้และการยอมรับเงื่อนไขของเทคโนโลยี AAL อย่างไรก็ตาม การประเมินประสบการณ์ของผู้ใช้ (UX) ของเทคโนโลยี AAL เป็นภาระงานที่ยาก เนื่องจากข้อจำกัดโดยเนื้อหาของเนื้อหา วิชาระบบและการประเมินผล ในการศึกษานี้ได้ตรวจสอบความเป็นไปได้ใน การประเมินประสบการณ์ของผู้สูงอายุในขณะที่พวกเขาใช้โปรแกรมกระตุ้นความรู้ความเข้าใจ โดยใช้เครือข่ายประสาทที่ได้รับการฝึกฝนเพื่อรับรู้อารมณ์จากคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) โดยใช้เครื่อง EMOTIV EPOC โดยวัดสัญญาณ แอลฟา เบต้า และธิต้า และเครือข่ายสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยมีการประเมินผลประสบการณ์ของผู้ใช้และรายงานในเชิงคุณภาพ ผลการศึกษา ปรากฏว่ามีความเป็นไปได้ในการประเมิน UX ของผู้สูงอายุโดยใช้เครือข่ายประสาทที่ใช้สัญญาณ EEG ความแม่นยำ ในการจำแนกประเภทของเครือข่ายประสาทมีค่า 60.87% - 82.61% ในอนาคตการดำเนินการประเมินผล การศึกษาประสบการณ์ของผู้ใช้เพิ่มเติมโดยใช้สามวิธีที่แตกต่างกันตามลำดับเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์อย่างเหมาะสม

Kumar, Saini, Roy, and Dogra (2017) ได้ศึกษาการใช้โทรศัพท์มือถือในปัจจุบันที่มีมีหน่วยประมวลผลในระดับสูงและพื้นที่เก็บข้อมูลขนาดใหญ่ ผู้ใช้โทรศัพท์มือถือมัก จัดเก็บข้อมูลมัลติมีเดียเป็นส่วนตัวและเป็นทางการจำนวนมาก ความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังกล่าวส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับ PIN (หมายเลขประจำ ตัวส่วนบุคคล) รหัสผ่านข้อมูลทางชีวเคมีหรือท่าทาง/รูปแบบ อย่างไรก็ตาม ตามกลไกเหล่านี้มีจุดอ่อนด้านความปลอดภัยมากมายและมีแนวโน้มที่จะได้รับ การโจมตีประเภทต่าง ๆ สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง Electroencephalography (EEG) สามารถนำมาใช้เพื่อลบข้อเสีย บางส่วนของระบบที่มีอยู่ได้ สัญญาณดังกล่าวสามารถประมวลผล บันทึกผลและส่งผ่านสื่อไร้สาย

ได้ ในเอกสารนี้ได้เสนอกรอบแนวคิดใหม่ในการรักษาความปลอดภัยให้กับอุปกรณ์เคลื่อนที่โดยใช้สัญญาณ EEG พร้อมกับการตรวจสอบตามรูปแบบที่มีอยู่ โดยได้ตรวจสอบการใช้สัญญาณ EEG ที่บันทึกระหว่างการวาดลวดลายลงในหน้าจอของอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยใช้เครื่อง Emotive EPOC แบบ 14 ช่องสัญญาณ กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 128 คน ผลปรากฏว่า สัญญาณ EEG ใช้แบบจำลอง Hidden Markov Model (HMM) จำแนกประเภทใบนารีโดยใช้กับเวกเตอร์ การสนับสนุน (SVM) เพื่อยืนยันความถูกต้องของรูปแบบการทดสอบสมรรถนะ มีการตรวจสอบ โดยใช้เมทริกซ์การรักษาความปลอดภัยสามแบบคือ Detection Error Trade off (DET) อัตรา ความผิดพลาดรวมครั้ง (HTER) และเส้นโค้งการทำงานของตัวรับสัญญาณ (ROC) จากการทดลองปรากฏว่าแนวโน้มที่จะเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้ในการพัฒนาโปรโตคอลการตรวจสอบของอุปกรณ์แบบมือถือที่น่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น

Gauba et al. (2017) ได้ศึกษาแนวทางใหม่ในการทำนายคะแนนวิดีโอโฆษณาในรูปแบบมัลติมีเดียบนอินเทอร์เน็ต โดยใช้คลื่นไฟฟ้าสมอง Electroencephalogram (EEG) ของผู้ใช้ อินเทอร์เน็ตและความคิดเห็นจากที่ดูวิดีโอเพื่อให้เข้าใจถึงความชอบของผู้ใช้อย่างแม่นยำมากขึ้น วิธีการคือให้ผู้ดูโฆษณาวิดีโอและมีการบันทึกสัญญาณ EEG โดยใช้เครื่อง EMOTIV EPOC 14 ช่องสัญญาณเพื่อบันทึกผล นอกจากนี้ยังเก็บรวบรวมข้อมูลมัลติมีเดียที่ประกอบด้วยความคิดเห็นที่โพสต์แล้วโดยผู้ชมทั่วโลก ประมวลผลโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) สำหรับการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น ใช้เทคนิคการถดถอยการให้คะแนนของโฆษณาโดยใช้ข้อมูลจากสัญญาณ EEG สุดท้ายการประเมินโดยอิงจาก EEG จะรวมกับ NLP-based เพื่อให้เข้าใจถึงความรู้สึกของผู้ใช้ วิดีโอ ได้ดำเนินการโดยดูคลิปวิดีโอ 15 คลิป ในรูปของโฆษณาออนไลน์ ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 25 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผลเป็นที่น่าพอใจและมีข้อเสนอแนะว่าควรมีแนวทางแบบอื่น ๆ หลายรูปแบบที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์นอกจากใช้ข้อมูลจาก EEG เท่านั้น

Suh and Yim (2018) ได้วิจัยเรื่อง “ความเสี่ยงสูงก่อเกิดจากภายใน” การวิเคราะห์พื้นฐานของการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมอง EEG การยกระดับความปลอดภัยพลังงานนิวเคลียร์ การวิจัยนี้ทำการวิจัยในประเทศเกาหลี ซึ่งทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วย EMOTIV EPOC พบว่าการใช้ตัวบ่งชี้ EEG สำหรับการระบุภายใน สามารถวัด EEG โดย EMOTIV EPOC ได้อย่างน่าเชื่อถือ งานนี้จะกล่าวถึงประเด็นด้านจริยธรรมในการตรวจสอบผ่านวิธีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล โดยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองของมนุษย์ นอกจากนี้ "ความท้าทายทางปฏิบัติ" ในการนำเสนอข้อเสนอ จะได้รับการพิจารณา วิธีที่เป็นไปได้ในการใช้ EEG ในระบบตรวจสอบสุขภาพจะรวมถึงการตรวจสอบความปลอดภัยหรือความพร้อมของพนักงาน

MS (2021) ได้ศึกษาความจำขณะทำงาน ความใส่ใจ (Working memory and attention) และการสั้นของ EEG ที่เกี่ยวข้องกับความสนใจและผลกระทบของการออกกำลังกายต่อสมอง

การศึกษาแสดงให้เห็นว่าการสั้นของเส้นประสาทจากคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) มีรูปแบบกิจกรรมที่ชัดเจนในระหว่างกระบวนการทางปัญญาที่เฉพาะเจาะจง

สรุปได้ว่า การใช้กิจกรรมการฟื้นฟูการทำหน้าที่สมองเพิ่มความสามารถทางปัญญา ที่มี การบูรณาการ การรับสัญญาณสิ่งเร้าจากการมองเห็นและการได้ยินของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะสามารถแบ่งแยกลำดับขั้นการทำงานของสมองได้ (Brain State) และตรวจจับสัญญาณได้แบบเวลาจริง (Real Time) ด้วยการวิเคราะห์สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography: EEG) เพื่อการสังเกต (Monitor) และตรวจสอบการทำงานของสมอง ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง EMOTIV EEG ที่มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีความสะดวกในการใช้งานสามารถนำไปใช้ในการบันทึก ตรวจสอบ และวิเคราะห์คลื่นความถี่ของค่าพลังงานสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองช่วงความถี่ย่าน Alpha และ Beta ครอบคลุมสมองทั้งบริเวณสมองส่วนหน้า สมองส่วนด้านข้าง และสมองส่วนขมับ ในการศึกษาการเพิ่มความสามารถทางปัญญาได้ ซึ่งเชื่อถือได้ตามรายงานวิจัยที่มีการนำเสนอผลการวิจัยไว้แล้วนี้

ตอนที่ 5 การบาดเจ็บสมอง

1. ความหมายการบาดเจ็บสมอง

การบาดเจ็บสมอง (Traumatic Brain Injury: TBI) หมายถึง การบาดเจ็บของสมองซึ่งเกิดจากมีแรงภายนอก มากระทำที่กะโหลกศีรษะและสมอง ทำให้เกิดความผิดปกติในหน้าที่การทำงานของสมอง ส่งผลให้เกิดความพิการ ทางกาย มีผลกระทบต่อสติสัมปชัญญะ ความรู้สึกนึกคิด จิตใจ อารมณ์ และพฤติกรรมของผู้ป่วย ภาวะบาดเจ็บสมองมักถูกนำไปใช้สลับกับบาดเจ็บศีรษะซึ่งไม่ถูกต้องนักภาวะบาดเจ็บศีรษะบางกรณีอาจไม่มีการบาดเจ็บสมองร่วมด้วย นอกจากนี้ภาวะบาดเจ็บสมองบางครั้งอาจ รวมถึงภาวะสมองขาดเลือดและออกซิเจน ภาวะติดเชื้อ ซึ่งเป็นผลทำให้มีการสูญเสียหน้าที่การทำงานของสมอง จึงใช้หลักการฟื้นฟูในแนวทางเดียวกันได้ ภาวะบาดเจ็บ สมองพบมากในช่วงอายุ 15 - 24 ปี และ 65-75 ปี

สาเหตุของภาวะบาดเจ็บสมอง (Woo & Thoidis, 2000)

1. อุบัติเหตุทางการคมนาคม ได้แก่ อุบัติเหตุ รถยนต์รวมทั้งคนเดินเท้า พบประมาณร้อยละ 50

2. การตกจากที่สูง และหกล้ม เป็นสาเหตุรองลงมาพบได้ประมาณร้อยละ 21 โดยจะพบมากในกลุ่มเด็กเล็ก และผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตามในประชากรที่อายุมากกว่า 75 ปี จะเกิดบาดเจ็บทางสมองจากสาเหตุนี้มากที่สุด

3. การทำร้ายร่างกาย พบประมาณร้อยละ 12 โดยเฉพาะกลุ่มอายุ 25-34 ปี จะพบได้มาก
ภาวะบาดเจ็บสมองจากสาเหตุนี้ มีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อย ๆ

4. อุบัติเหตุจากการเล่นกีฬา พบประมาณร้อยละ 10

ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดภาวะบาดเจ็บสมอง (Woo & Thoidis, 2000)

1. การดื่มแอลกอฮอล์เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญพบว่าผู้ป่วยบาดเจ็บสมองร้อยละ 50 สัมพันธ์
กับการดื่มแอลกอฮอล์

2. เพศชาย มีอุบัติการณ์มากกว่าเพศหญิง ประมาณ 2 เท่า โดยอัตราส่วนจะลดลงในกลุ่ม
ผู้สูงอายุ

3. อายุระหว่าง 15 - 24 ปี มีความเสี่ยงสูงต่อการ เกิดบาดเจ็บสมอง

4. กลุ่มประชากรที่มีภาวะทางเศรษฐกิจและสังคม ที่ต่ำกว่า มีโอกาสเกิดบาดเจ็บสมอง
สูงกว่า

5. มีประวัติบาดเจ็บสมองมาก่อน พบร้อยละ 31

การแบ่งระดับความรุนแรง (Woo & Thoidis, 2000)

รุนแรงน้อย (ระดับ 1) Glasgow Coma Scale (GCS) 13 - 15 หมดสติ น้อยกว่า 30 นาที
การตรวจ CT หรือ MRI สมองปกติ

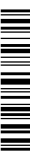
รุนแรงปานกลาง (ระดับ 2) Glasgow Coma Scale (GCS) 9 - 12 หมดสติ น้อยกว่า 6
ชั่วโมง พบความผิดปกติในการตรวจ CT หรือ MRI สมอง

รุนแรงมาก (ระดับ 3) Glasgow Coma Scale (GCS) 6 - 8 (ระดับ 4) Glasgow Coma
Scale (GCS) < 8 หมดสติ นานกว่า 6 ชั่วโมง

1. พยาธิสรีรวิทยาของการบาดเจ็บสมอง

การบาดเจ็บสมองชนิดปฐมภูมิ (Primary injury) คือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นทันที ซึ่งมีความสัมพันธ์ กับ
แรงชนิดต่าง ๆ ที่มากระทำต่อเนื้อสมอง (acceleration - deceleration และ rotational forces)
ซึ่งอาจเป็นการบาดเจ็บเฉพาะเนื้อสมองบางส่วนหรือแบบกระจายทั่วเนื้อสมองก็ได้ (Calvanio et al.,
2000) แบ่งออกเป็น

1.1 Diffuse axonal injury (DAI) เกิดจากแรง acceleration - deceleration และ
rotation กระทำต่อเนื้อสมอง มักเกิดกับอุบัติเหตุทาง การคมนาคม มักพบพยาธิสภาพชนิดนี้บริเวณ
midbrain, pons และ corpus callosum ลักษณะทางพยาธิวิทยาจะ พบว่าช่วง 6 - 12 ชั่วโมงหลัง
การบาดเจ็บ จะมีการบวมของ mitochondria มีการแตกหักของ cytoskeletal proteins และ
microtubular system ใน axons สุดท้ายจะเกิดการแยกจากกันของ axons ต่าง ๆ ซึ่งกระบวนการ
นี้ใช้เวลาประมาณ 24 - 72 ชั่วโมง โดยจะพบว่าผู้ได้รับบาดเจ็บสมองที่มีพยาธิสภาพชนิดนี้ มักจะ
หมดสติหลังจากเกิดอุบัติเหตุ



ลักษณะทางรังสีวิทยา จะพบพยาธิสภาพในส่วน corpus callosum, brain stem อาจพบจุดเลือดออกในเนื้อสมองส่วนลึก จากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT scan) หรือการตรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI)

1.2 Cortical contusion เกิดจากแรงกระทำชนิด low-velocity เช่น การหกล้ม ตกจากที่สูง หรือถูกตีที่ศีรษะ รอยโรคจะเกิดบริเวณ เนื้อสมองที่อยู่ใต้รอยยูนของกะโหลกศีรษะ มักเป็นทั้ง สองข้างของสมอง เช่นบริเวณ frontopolar, orbitofrontal, anterior temporal และ lateral temporal ซึ่งลักษณะเช่นนี้ จะทำให้สมองสูญเสียหน้าที่การทำงานตามตำแหน่งของ รอยโรค ผู้ป่วยจะมีความผิดปกติในส่วนของสติปัญญาการเรียนรู้และพฤติกรรมได้มากกว่า ความรุนแรงของพยาธิสภาพชนิดนี้ขึ้นกับขนาดและตำแหน่งของเนื้อสมองที่ บาดเจ็บมากกว่าระยะเวลาของ coma ดังเช่นพยาธิสภาพ ชนิด DAI

1.3 Intracranial hemorrhages ก้อนเลือดที่เกิดขึ้นจะกดเนื้อสมองโดยตรง หรืออาจทำให้เนื้อสมองส่วนนั้นเคลื่อนไปกดบริเวณก้านสมอง Epidural hematomas (EDH) เกิดจากการฉีกขาดของเส้นเลือดแดงและดำที่อยู่บริเวณเยื่อหุ้มสมองชั้น dura Epidural hematomas (EDH) มักพบร่วมกับการฉีกขาดของเส้นเลือดแดง middle meningeal การบาดเจ็บมักไม่รุนแรงถ้ารักษาได้ทันเวลาที่

- Subdural hematoma(SDH) เกิดจากการขาด ของ Cortical bridging vein หรือ Pial artery ซึ่งมีสาเหตุ จาก short - duration inertial loads เช่นการตกจากที่สูง ที่สูงไม่เกิน 15 ฟุต ซึ่งมีอัตราการตายสูงถึง 60 - 80 %

- Subarachnoid hemorrhages (SAH) เกิดจาก การฉีกขาดของเส้นเลือดเล็ก ๆ ในชั้น subarachnoid มักจะ ไม่ค่อยมีความรุนแรง ถ้าไม่มีการบาดเจ็บอย่างอื่นของเนื้อสมองร่วมด้วย อย่างไรก็ตามสามารถพบ communicating hydrocephalus ตามหลังได้

1.4 Penetrating brain injuries อาจเกิดจากการถูกกระสุนปืนหรือวัตถุมีคมอื่น ซึ่งกระสุนปืนที่มีความเร็วสูง (มากกว่า 2,000 ฟุต/วินาที) จะทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อสมองได้มาก แรงกระแทกผ่าน กะโหลกศีรษะเข้าสู่เนื้อสมองของกระสุนปืน จะทำให้เกิด การทำลายส่วนของเนื้อสมองได้ถึง 30 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกปืน แรงกระแทกนี้อาจส่งผลถึง ก้านสมอง ทำให้เสียชีวิตได้ทันที

การบาดเจ็บสมองชนิดทุติยภูมิ (Secondary injury) เป็นกลไกการบาดเจ็บสมองที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและสรีรวิทยา ตามหลังการเกิดกลไกการบาดเจ็บชนิดปฐมภูมิ ได้แก่

1. การปลดปล่อยสารต่าง ๆ ของเซลล์ประสาท (Neurochemical and Cellular Events) เช่น Inflammatory mediated substance was free radicals

2. การเพิ่มความดันในกะโหลกศีรษะ (intracranial pressure effects) ทำให้เลือดและออกซิเจนไปเลี้ยงสมอง ลดลง นอกจากนี้อาจพบสมองบวม มีการยื่นโปกตสมอง ส่วนอื่นได้ โดยปกติควรควบคุมให้ Cerebral Perfusion Pressure (CPP) น้อยกว่า 70 มม.ปรอท หรือ Cerebral Circulation - Pressure Index (CCPI) มากกว่า 3 (Wroński, Juniewicz, Mierzwa, & Zub, 2000)

3. Hydrocephalus ทำให้เลือดไหลเวียนในสมองไม่ดี โดยเฉพาะบริเวณ frontal และ periventricular regions

4. ภาวะขาดออกซิเจน (hypoxic-ischemic insult) 1 ใน 3 ของผู้ที่เสียชีวิตจากการขาดเลือดสมอง จะพบการขาดออกซิเจนของเนื้อสมองโดยทั่วไป โดยภาวะขาดออกซิเจนนี้จะก่อให้เกิดการขาดเลือดของสมอง ส่วน hippocampus, basal ganglia และ cerebellum ได้ก่อนสมองส่วนอื่น

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ (Outcome) ของผู้ได้รับบาดเจ็บสมอง

ได้มีการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่สามารถบ่งชี้ถึงผล สัมฤทธิ์ในด้านต่าง ๆ ของผู้ป่วยบาดเจ็บสมอง เช่น ผู้ป่วย ที่อายุมากกว่า 55 ปี ความสามารถในการช่วยเหลือ ตนเองก่อนการได้รับบาดเจ็บหรือภาวะทาง เศรษฐฐานะต่ำ จะมีการพยากรณ์โรคที่ไม่ดี ผู้ป่วยที่มีประวัติเรื่องการ ใช้ สารเสพติด เช่น การดื่มแอลกอฮอล์ จะพบว่า GCS แกร็บจะต่ำกว่าในผู้ป่วยที่ไม่มีประวัติการดื่มเครื่องดื่ม แอลกอฮอล์ ซึ่งตัว GCS แกร็บโดยเฉพาะที่ 24 และ 48 ชั่วโมงสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ของผู้ป่วย (Signorini, Andrews, Jones, Wardlaw, & Miller, 1999) และ ยังพบว่าระยะเวลา coma และระยะเวลาก่อนมาถึงโรงพยาบาล ของผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บสมอง ที่มีอายุมาก (> 40 ปี) เป็นปัจจัยที่บ่งชี้ถึงผลทั้งในด้านของการช่วยเหลือตัวเองและ การประกอบอาชีพในผู้ป่วยบาดเจ็บสมอง นอกจากนี้ การตรวจร่างกายแกร็บพบความผิดปกติของ Pupil reactivity ความผิดปกติของ Brainstem Reflex CT Scan พบก้อนเลือดการเพิ่มความดันในกะโหลกศีรษะ การไม่พบการตอบสนองในส่วน Cortical จากการตรวจ (Carter & Butt, 2001) ระดับ น้ำตาล หรือ Cathecolamine ใน เลือดสูง จะบ่งชี้ถึงผลสัมฤทธิ์ที่ไม่ดีในผู้ป่วยบาดเจ็บ สมอง บางการศึกษาพบว่า Motor GCS สามารถใช้ พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ได้ค่อนข้างแม่นยำ

1. แบบทดสอบและเครื่องชี้วัดการบาดเจ็บสมอง (Outcome Measurements)

ปัจจุบันในต่างประเทศมีการประเมินโดยใช้แบบ ทดสอบและเครื่องชี้วัดต่าง ๆ เพื่อติดตามดูการเปลี่ยนแปลง และประเมินผลการรักษา ซึ่งแบบประเมินต่าง ๆ นั้นจะ ใช้วัดความสามารถของผู้ป่วย ในหลายด้าน แต่สำหรับใน ประเทศไทยยังไม่มีแบบประเมินและทดสอบที่เป็นมาตรฐาน สำหรับผู้ป่วยบาดเจ็บสมอง

แบบประเมินที่นิยมใช้ในต่างประเทศ

1. Glasgow Outcome Scale (GOS) (Whyte, 1998) เป็นแบบประเมินที่ใช้อย่างกว้างขวาง มีความไว และเชื่อถือได้ เมื่อใช้ในการประเมินผู้ป่วยในโรงพยาบาลต่าง ๆ กัน โดยเฉพาะในระยะเฉียบพลัน นอกจากนี้ยังใช้ ทำนายผลสัมฤทธิ์ที่ 6 เดือนของผู้บาดเจ็บสมองระดับต่าง ๆ แต่การใช้ GOS ยังคงมีข้อจำกัดบางประการคือ

- เนื่องจากการวัดผลสัมฤทธิ์ แบบกว้าง ๆ จึงไม่มีความไวพอในการติดตามผลของการรักษาในระยะฟื้นฟู

- ไม่ได้ประเมินถึงความสามารถในการทำ กิจกรรมต่าง ๆ

- ไม่มีการประเมินในเรื่องของสติปัญญาและ พฤติกรรม

Glasgow outcome Scale แบ่งออกเป็น 5 ระดับคือ

1.1 Death

1.2 Persistent vegetative state

1.3 Severe disability (conscious but disabled)

1.4 Moderate (disabled but independent)

1.5 Good recovery

2. Functional Independence Measure (FM) (Hammond et al., 2001) เป็นแบบประเมินระดับความสามารถทางกายใน การทำกิจวัตรประจำวัน แต่ไม่มีความไวในการประเมิน ความบกพร่องด้านสติปัญญาและพฤติกรรม จึงไม่เหมาะที่จะใช้วัดความเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาสั้นๆ

3. Functional Assessment Measure (FAM) เป็นเครื่องมือที่พัฒนาให้สามารถประเมินความสามารถด้านสติปัญญา จิตใจและสังคมรวมทั้งด้านการสื่อสารได้ดีขึ้น เพิ่มเติมจาก FM อย่างไรก็ตามยังไม่พบว่า FAM มีความไวมากกว่า FM แต่อย่างใด

4. The Community Integration Questionnaire (CIQ) ประเมินเรื่องความสามารถในบ้านในสังคมและ กิจกรรมสร้างสรรค์

5. The Craig Handicap Assessment and Reporting Technique (CHART) ใช้ประเมินเกี่ยวกับความสามารถในการเคลื่อนที่ ในการประกอบอาชีพในสังคมและการพึ่งพาตนเองด้าน เศรษฐฐานะ

1. แนวทางการฟื้นฟูสมรรถภาพผู้บาดเจ็บสมอง

ปัญหาด้านหน้าที่ทางปัญญาของสมอง เป็นสิ่งที่พบบ่อยและเป็น ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการฟื้นฟูและผลสัมฤทธิ์ของผู้บาดเจ็บสมองอย่างมาก แนวทางการรักษาที่เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละกลุ่ม ในระยะนี้คือการกระตุ้นให้ผู้ป่วยมีความรู้สึกตัวดีขึ้น (Coma arousal therapy หรือ

multisensory therapy) เพื่อลดปัญหาทางความสามารถในด้านการรับรู้สัมผัสและเป็น การกระตุ้นผู้ป่วยให้มีสมาธิ (attention) ดีขึ้น ลักษณะโปรแกรมที่สำคัญคือ

1. ควรกระตุ้นประสาทรับรู้สัมผัสครั้งละ 1 ชนิด
2. ควรอธิบายให้ผู้ป่วยรับทราบก่อนที่จะให้การรักษาทุกครั้ง
3. ควรทำการรักษาแต่ละครั้งไม่เกิน 15 - 20 นาที แต่วันหนึ่งอาจทำได้หลายรอบ เพื่อเป็นการป้องกัน ไม่ให้ผู้ป่วยอ่อนล้า และหมดสมาธิในแต่ละครั้งที่ให้การรักษา
4. ควรให้สมาชิกในครอบครัวมีส่วนร่วมในการรักษาด้วย โดยเมื่อกระตุ้นประสาทรับรู้สัมผัสในด้านต่าง ๆ ผู้ป่วยอาจแสดงออกถึงการตอบสนองการรักษาโดยมีการ กรอกตา การแสดงออกของสีหน้า มีการเพิ่มความตึง (Tone) ของกล้ามเนื้อ มีการเคลื่อนไหวของศีรษะหรืออาจมีการหายใจแรงขึ้น

วิธีการกระตุ้นประสาทรับรู้สัมผัสที่ผู้ป่วยมีดังนี้

1. การกระตุ้นประสาทรับรู้สัมผัสทางการมองเห็น (Visual Stimulation) จัดผู้ป่วยให้อยู่ในท่านั่งตรง (Upright) ให้มองวัตถุที่ คั่นเคยหรือรูปภาพบุคคลที่คุ้นเคย หลังจากนั้นให้เคลื่อนวัตถุไปยังร่างกายทั้งซีกขวาและซีกซ้าย โดยกระตุ้นให้ผู้ป่วย มองตามวัตถุหรือภาพดังกล่าว นอกจากนี้อาจจัดสภาพ แวดล้อมให้มีสิ่งกระตุ้นสายตาด้วย เช่น การเปิดโทรทัศน์ ให้ดูเป็นช่วงเวลา
2. การกระตุ้นประสาทรับรู้สัมผัสทางการได้ยิน (Auditory Stimulation) ทีมที่ดูแลทุก ๆ คนที่ให้การรักษาผู้ป่วย ควรได้มีการ พูดคุยกับผู้ป่วยเสมอ เช่น การบอกเล่าให้ผู้ป่วยรับทราบถึงเวลา สถานที่ บุคคล (Orienting Information) ขณะที่ทำการฟื้นฟู ควรหลีกเลี่ยงเสียงอื่น ๆ ที่อาจรบกวนสมาธิ ของผู้ป่วย อาจใช้เพลงที่ผู้ป่วยชอบเปิดให้ฟังเป็นช่วงเวลา
3. การกระตุ้นประสาทรับรู้กลิ่น (Olfactory Stimulation) อาจใช้กลิ่นน้ำหอมที่คุ้นเคยเป็นตัวกระตุ้นถ้าผู้ป่วย มีการเจาะคอ (Tracheostomy) จะทำให้การรับกลิ่นลดลงด้วยเนื่องจากปริมาณอากาศที่เคลื่อนผ่านจมูกน้อยลง
4. การกระตุ้นประสาทรับรู้สัมผัสทางผิวหนัง (Cutaneous Stimulation) ใช้วัสดุที่มีลักษณะพื้นผิวต่าง ๆ กัน เช่น สำลี ผ้า กระดาษทราย หรืออาจใช้วัสดุที่มีอุณหภูมิต่างๆ กันเช่น ผ้าชุบน้ำอุ่นหรือน้ำแข็ง เป็นตัวกระตุ้นความรู้สึกที่ผิวหนัง
5. การกระตุ้นประสาทรับรู้สัมผัสของการเคลื่อนไหว (Kinesthetic stimulation) การจัดให้ผู้ปวยนอนบนหมอนใบใหญ่ ๆ หรือ นอนในท่าที่ไม่สบายเพื่อกระตุ้นให้ผู้ป่วยหดเคลื่อนไหวเปลี่ยนท่าทางไปอยู่ในท่าที่สบายขึ้น การออกกำลังกายเพื่อเคลื่อนไหวข้อต่าง ๆ (Range of motion exercise) ก็เป็นการกระตุ้นประสาทรับรู้สัมผัสส่วนนี้ได้เช่นกัน
6. การกระตุ้นประสาทรับรู้สัมผัสและรับรสใน ช่องปาก (Oral Stimulation) การทำความสะอาดในช่องปาก เช่นการแปรงฟัน การใช้น้ำยาบ้วนปากที่มีรสต่าง ๆ จะเป็นการช่วยกระตุ้น

ประสาทรับรสได้ นอกจากนี้ควรกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกในช่องปากโดยการใช้มือนวบริเวณ กระพุ้งแก้มหรือ วัตถุอื่น เช่น น้ำแข็งกระตุ้นบริเวณกระพุ้งแก้ม

หลักของการรักษาคือพยายามให้ผู้ป่วยเริ่มมีการรับรู้เพิ่มขึ้น ลดภาวะสับสน (agitation) และกระตุ้นผู้ป่วยให้มีสมาธิมากขึ้น การให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาระยะนี้ หลักการรักษาคือ

- อย่าปล่อยให้ผู้ป่วยอยู่ตามลำพังยกเว้นจะทำให้ ผู้ป่วยเกิดสับสน
- หลีกเลี่ยงสิ่งรบกวนที่ไม่จำเป็น เช่น การเลือกทำหัตถการเฉพาะที่จำเป็นจริง ๆ เท่านั้น
- ผู้ป่วยควรได้รับการบอกเล่าถึงข้อมูลพื้นฐาน ต่าง ๆ เช่น วัน เดือน ปี ให้ทราบอยู่เสมอ
- ควรบอกหรือพูดคุยกับผู้ป่วยก่อนการให้การรักษาใด ๆ รวมทั้งการสัมผัสตัวผู้ป่วย ให้ผู้ป่วยเกิดความมั่นใจมากขึ้น

- ควรให้ผู้ป่วยอยู่ในสถานที่ที่รู้สึกปลอดภัยเช่น ในช่วงแรกของการรักษาอาจให้ผู้ป่วยเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ โปรแกรมการรักษาของผู้ป่วยอื่น ๆ ดูก่อนจนกว่าผู้ป่วยจะรู้สึกมั่นใจที่จะเริ่มรับการรักษาฟื้นฟู

- ต้องหยุดกิจกรรมใด ๆ ก็ตามที่ทำให้ผู้ป่วยอยู่ในภาวะสับสน
- ควรหลีกเลี่ยงการผูกหรือมัดผู้ป่วย
- ควรกระตุ้นให้ผู้ป่วยทำกิจวัตรประจำวันพื้นฐานด้วยตัวเอง
- ควรหลีกเลี่ยงการให้ยาที่มีผลต่อระบบประสาท (psychotropic medication) และใช้เมื่อจำเป็นเท่านั้น

ผู้ป่วยที่ยังมีการตอบสนองที่ไม่เหมาะสมต่อสิ่ง กระตุ้นต่าง ๆ อยู่บ้าง การรักษาผู้ป่วยกลุ่มนี้ สามารถมีเป้าหมายเฉพาะได้มากขึ้น (Discipline - specific goals) โดยมีแนวทางการรักษาดังนี้

- สภาพแวดล้อมของผู้ป่วย ควรจัดให้อยู่ในลักษณะเดิมที่ผู้ป่วยคุ้นเคย บุคคลที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยยัง ต้องบอกข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ให้ผู้ป่วยทราบทุกครั้งที่ได้รับให้การรักษา และเมื่อจบการรักษา

- ความผิดปกติทางด้านภาษา เป็นผลมาจาก การสูญเสียด้านสติปัญญา
- การรักษาควรเน้นให้ผู้ป่วยมีความสนใจ มีสมาธิ มีความจำที่ดีขึ้น
- นักกิจกรรมบำบัด สามารถฝึกกิจวัตรประจำ วันพื้นฐานให้ผู้ป่วยได้มากขึ้น
- นักกายภาพบำบัดเน้นการฝึกกำลังของกล้ามเนื้อเป็นหลัก
- อาจให้ผู้ป่วยกลับไปเยี่ยมบ้านในวันสุดสัปดาห์ เพื่อดูว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นในที่อยู่จริง

อย่างไร

อย่างไรก็ตามผู้ป่วยยังคงมีปัญหาด้านสติปัญญา การเรียนรู้ได้ ฉะนั้นอาจต้องใช้อุปกรณ์ เครื่องมือช่วยอื่น ๆ เช่น สมุดช่วยจำ จะทำให้ผู้ป่วยสามารถช่วยเหลือตัวเอง ได้เต็มที่

6. ภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาทที่พบภายหลังการบาดเจ็บสมอง

ภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาทที่พบภายหลังการบาดเจ็บสมอง (ฉัตรศัมปิย วัชรเวลา, 2020)

1. นอนไม่หลับ (Insomnia) พบได้บ่อยในผู้ป่วยหลอดเลือดสมอง และบาดเจ็บสมอง เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับสารสื่อประสาทในสมอง ผู้ป่วยถูกรบกวนการนอนจากการให้การรักษาพยาบาล หรืออาจเกิดจากสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งรบกวนมากเกินไป ซึ่งควรได้รับการแก้ไขให้เหมาะสม นอกจากนี้ อาจจัดตารางการนอนเป็นเวลาให้ผู้ป่วย อย่างไรก็ตามหลังจากแก้ไขสภาพแวดล้อมแล้ว ผู้ป่วยจำนวนหนึ่งยังคงมีปัญหาในเรื่องของการนอนอยู่ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการรักษาโดยการให้ยา เพื่อให้ผู้ป่วยกลับเข้าสู่ภาวะการนอนที่เป็นปกติภายใน 1 สัปดาห์ Trazodone เป็นยาที่ใช้ได้ผลดี และมีผลข้างเคียง น้อย แม้จะใช้กับผู้ป่วยสูงอายุ Trazodone มีฤทธิ์ลดอาการ ซึมเศร้าอย่างอ่อน (Weak Antidepressant) และมีฤทธิ์ ทำให้ง่วง (Hypnotic Effect) โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ การเพิ่มระดับของ Serotonin ขนาดของยาอาจเริ่มต้นที่ 50 มิลลิกรัม โดยให้ผู้ป่วยรับประทานยาเวลา 20 หรือ 21 นาฬิกา อาจเพิ่มขนาดของยาได้ ครั้งละ 50 มิลลิกรัม ทุก 2 วัน ขนาดยาสูงสุดคือ 300 มิลลิกรัม ผลข้างเคียงเรื่อง ของหัวใจเต้นผิดจังหวะ (Cardiac Arrhythmias) และการ แข็งตัวของ อวัยวะเพศชาย (Priapism) พบน้อยมาก

2. Hypoarousal / Hypoattention พบบ่อยในผู้ป่วย บาดเจ็บสมอง ชนิด DAI และ Frontal lobe contusion หลักการรักษาคือ ลดสิ่งกระตุ้นที่ไม่จำเป็น แก้ไขภาวะ แทรกซ้อนอื่น ๆ เช่นการติดเชื้อ ภาวะเจ็บปวด ภาวะชัก ปรับภาวะการนอนของผู้ป่วยให้ปกติ หลีกเลี่ยงการใช้ยาที่มี ฤทธิ์ต่อระบบประสาทบางประเภท เช่น Central acting antihypertensives (Clonidine, B-Blockers), GI agents (H₂Blockers, motility aids), pain medications (Narcotics, NSAIDs), sedatives (Benzodiazepines, Sleep Aids), anticonvulsants (Phenytoin, Carbamazepine, Phenobarbital), antidepressants (TCA with high histamine properties)

3. Agitation เป็นภาวะที่มีการเพิ่มของ psychomotor activity อย่างมาก สามารถใช้ Agitation Behavior scale เป็นตัววัด ภาวะสับสน พบได้ 20 - 50% ในผู้ป่วยบาดเจ็บ สมอง (10 - 20% ในผู้ป่วยหลอดเลือดสมอง)

แนวทางการรักษา

1) การจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม พยายามลดสิ่งกระตุ้นที่ไม่จำเป็นให้น้อยที่สุด ภายในห้องควรมีแสงสว่างพอเหมาะไม่ควรให้สว่างมากหรือ มีดจนเกิดเงามากเกินไป เสียงภายในห้อง ไม่ควรดังมาก การตรวจหรือการใส่เครื่องมือต่าง ๆ ควรน้อยที่สุดเท่าที่ จำเป็น

2) การปรับเวลานอนที่เหมาะสม ใช้แนวทางการรักษา เช่นเดียวกับปัญหาการนอน ไม่ หลับดังกล่าวมาแล้ว

3) การปรับพฤติกรรม การให้คำแนะนำในเรื่องพฤติกรรมที่เหมาะสมแก่ ผู้ป่วย การชมเชยเมื่อผู้ป่วยมีพฤติกรรมที่ดี ขณะเดียว กันอาจให้คำแนะนำแก้ไข หรือไม่สนใจเมื่อผู้ป่วยมีพฤติกรรม ที่ไม่เหมาะสม (Negatively Reinforcing)

4) การรักษาภาวะแทรกซ้อน และการลดใช้ยาบางอย่างควรหลีกเลี่ยงยาบางชนิดที่มีผลทำให้เกิดภาวะ สับสนวุ่นวาย ควรสืบค้น และให้การรักษา ภาวะติดเชื้อ การชัก หรือ Hydrocephalus ในกรณีที่เป็น ต้องใช้ยาควบคุมภาวะสับสนของผู้ป่วย

5) การควบคุมผู้ป่วย (Physical Restraints) อาจใช้ญาติหรือบุคคลที่ผู้ป่วยคุ้นเคย คอยเฝ้าระวัง ไม่ได้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วยหรือต่อบุคคลอื่นเมื่อผู้ป่วยอยู่ ในภาวะสับสน ถ้าควบคุม ไม่ได้อาจใช้เตียงที่มีเครื่อง ป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยเคลื่อนไหวได้สะดวก ซึ่งควรใช้เมื่อ จำเป็นจริง ๆ เท่านั้น

4. ภาวะชักหลังการบาดเจ็บสมอง (Post Traumatic Seizure)

อาการชักหลังบาดเจ็บทางสมองเป็นปัจจัยที่ส่งผลเสียต่อการฟื้นตัวของระบบประสาท เนื่องจากทำให้สมอง ต้องใช้พลังงานมากขึ้น รวมทั้งอาจทำให้ความดันในสมองสูงขึ้น นอกจากนี้ยังกระตุ้นให้มีการหลั่งสารสื่อประสาท ออกมามากขึ้นด้วย ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาวิธีการป้องกัน ไม่ให้เกิดการชักขึ้น จากแนวทางการรักษาพบว่ายา phenytoin สามารถลดอุบัติการณ์ ของการเกิดอาการชักในสัปดาห์แรกหลังการบาดเจ็บโดยการให้ยาป้องกัน ภาวะชักหลังจากสัปดาห์แรกนั้น ไม่พบว่าช่วยลดอุบัติการณ์ ของการชักได้ สำหรับผู้ป่วยบาดเจ็บทางสมองที่มีความ รุนแรงน้อยและไม่มีปัจจัยเสี่ยง ไม่จำเป็นต้องให้ phenytoin ป้องกันการชักระยะแรก

การรักษาภาวะชัก

การวินิจฉัย Post Traumatic Seizure ในผู้ป่วยที่บาดเจ็บรุนแรง และอยู่ในระยะ coma นั้น จำเป็นต้องใช้ 24 - 48 hour EEG เป็นตัวช่วยวินิจฉัย ถ้าผู้ป่วยมีการชักเกิดขึ้นจำเป็นต้องให้ยารักษาอาการ อย่างไรก็ตามถ้าอาการชักเกิดใน 24 ชั่วโมงแรก อาจไม่จำเป็นต้องให้ยากันชักระยะยาว ก็ได้การเลือกให้ยาขึ้นอยู่กับลักษณะอาการของการชัก รวมทั้งต้องคำนึงถึงผลข้างเคียงด้านสติปัญญา การเรียนรู้ด้วยระยะเวลาการให้ยา บางรายงานแนะนำว่าควรให้ยาตลอด จนกว่าจะไม่มีอาการชักเป็นเวลา 2 ปี แต่แนวทางการรักษาเลือกที่จะลดยาเมื่อผู้ป่วยไม่มีอาการชักเป็นเวลา 6 เดือน ซึ่งปัจจุบันนี้ ยังไม่มีมาตรฐานที่แน่นอนสำหรับระยะ เวลาการให้ยากันชักอย่างไรก็ตามขณะลดยาต้องระวังว่าผู้ป่วยอาจมีอาการชักกลับมาได้อีก

5. ภาวะต่อมไร้ท่อทำงานผิดปกติ (Endocrine Dysfunction)

ผู้ป่วยบาดเจ็บสมองอาจมีปัญหต่อระบบ Neuroendocrine เนื่องจากการบาดเจ็บต่อ posterior และ anterior hypothalamus ที่พบได้บ่อยคือ Syndrome of inappropriate antidiuretic hormone (SIADH) ในภาวะบาดเจ็บจะทำให้ hypothalamus เพิ่ม การหลั่ง

antidiuretic hormone (ADH) หรือ Vasopressin มากขึ้น ทำให้ได้มีการดูดน้ำกลับมากขึ้น ทำให้เกิดโซเดียมในเลือดต่ำ ผู้ป่วยจะมีอาการ เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน อ่อนแรง ปวดศีรษะ สับสน และชักได้ สารโซเดียมในเลือดต่ำมาก ๆ (น้อยกว่า 100 mEq/L) อาจทำให้เสียชีวิตได้ยาบางชนิดเช่น Amitriptyline carbamazepine และ Phenobarbital อาจเป็นสาเหตุ กระตุ้นให้เกิดปัญหา SIADH ได้เช่นกัน

การวินิจฉัย Syndrome of inappropriate antidiuretic hormone (SIADH) ใช้ระดับโซเดียมในเลือดและ ปัสสาวะเป็นเกณฑ์มาคำนวณ อัตราส่วนการขับโซเดียม (fractional excretion of sodium; FENa) ใน SIADH นั้น FENa จะมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ โดยที่โซเดียมในปัสสาวะมากกว่า 20 mEq/L และความถ่วงจำเพาะ มากกว่า 100 mosm/kg การรักษาขึ้นกับอาการและระดับโซเดียมในเลือด ถ้าโซเดียมในเลือดมากกว่า 130 mEq/L โดยที่ไม่มีอาการ สามารถรักษาโดยจำกัดน้ำ 1 ลิตร ต่อวัน ส่วนในรายที่มีระดับโซเดียมในเลือดน้อยกว่า 130 mEq/L หรือ ผู้ป่วยมีอาการสามารถให้การรักษาโดยการให้สารน้ำ normal saline ทางหลอดเลือดดำและให้ยาขับปัสสาวะ furosemide หรือ bumetadine เพื่อหลีกเลี่ยงปริมาณน้ำในร่างกายเกิน ในผู้ป่วยที่ระดับโซเดียมน้อยกว่า 120 mEq/L หรือมีอาการชัก ต้องให้ hypertonic saline อย่างไรก็ตามการแก้ไขระดับโซเดียมในเลือด ไม่ควรแก้ไขเกิน 10 - 12 mEq/L ใน 24 ชั่วโมงแรกและไม่เกิน 6 mEq/L ในวันต่อ ๆ มา

ภาวะเบาจืด (Diabetes insipidus, DI) พบน้อยกว่า เกิดจากความผิดปกติของต่อมพิทูอิทารี (Pituitary gland) เกิดจากการ ลดการหลั่งของ vasopressin ทำให้มีการขับน้ำออกจากร่างกายมากเกินไป จะพบความถ่วงจำเพาะปัสสาวะ น้อยกว่า 1.005 ผู้ป่วยจะมีอาการของระดับโซเดียมในเลือดสูง ปัสสาวะบ่อย โดยเฉพาะช่วงกลางวัน ดื่มน้ำมาก นอกจากนี้ผู้ป่วยจะมีอาการของสารน้ำในเลือดน้อย เช่น ความดันโลหิตต่ำ ซึม การรักษา ถ้าผู้ป่วยไม่หมดสติ ให้ดื่มน้ำมากขึ้น หรือให้สารน้ำ (D5W) ทางหลอดเลือดดำในกรณีที่ไม่หมดสติ บางกรณีสามารถให้ vasopressin ฉีดเข้าชั้นใต้ผิวหนัง หรือ พ่นจมูก เพื่อทดแทนฮอร์โมนดังกล่าว

6. Hydrocephalus คือความผิดปกติของการไหลเวียน CSF ในสมอง เป็นผลทำให้มีการขยายตัวของ ventricle ส่วนน้อยจะเกิดจากการเพิ่มปริมาณการผลิต Cerebrospinal fluid เมื่อเกิด Hydrocephalus จะทำให้การไหลเวียนเลือดของสมองลดน้อยลงได้ โดยเฉพาะที่สมองส่วน frontal และ periventricular Hydrocephalus แบ่งเป็น communicating และ noncommunicating ชนิด communicating จะพบได้บ่อยในผู้ป่วยบาดเจ็บสมอง เนื่องจากเลือดที่ออกในสมองชั้น subarachnoid จะไปอุดตันที่ arachnoid villi ทำให้การดูดกลับ CSF ไม่สะดวก ชนิด non-communicating เกิดเมื่อมีการอุดตันในส่วน ventricle โดยอาจเกิดจากก้อนเลือด อุดตัน ที่ interventricular foramen หรือ third ventricle เป็นต้น

7. ปัญหาการดมกลิ่นและการมองเห็น (impairments of olfactory and vision)

ปัญหาการดมกลิ่น (anosmia หรือ loss of the sense of smell) พบได้ร้อยละ 2.5 ถึง 10.5 ในผู้ป่วยบาดเจ็บสมองชนิดรุนแรงอาจพบได้ถึงร้อยละ 30 ของการบาดเจ็บในสมองส่วนหน้า (frontal) และส่วนหลัง (Occipital) โดยจะพบปัญหาเรื่องการดมกลิ่นได้บ่อย ในผู้ป่วยที่มีการหักของกระดูกบริเวณ cribriform plate ซึ่งจะตรวจพบว่า มี CSF ไหลออกมาทางจมูก (CSF rhinorrhea) ครั้งหนึ่งของผู้ป่วยที่มีปัญหาการดมกลิ่นจะดีขึ้นได้ใน 3 เดือนแรก อย่างไรก็ตามความสามารถในการดมกลิ่นอาจไม่เหมือนปกติการทดสอบการดมกลิ่น อาจใช้สารลิซูปกลิ่นต่าง ๆ ที่คุ้นเคยแล้วให้ผู้ป่วยจำแนกกลิ่นต่าง ๆ แต่ไม่ควรใช้กลิ่นรุนแรง เช่น แอลกอฮอล์ เนื่องจากจะไปกระตุ้นประสาทสัมผัสชนิดอื่น (Noxious receptors)

ปัญหาเรื่องการมองเห็น อาจเกิดจากพยาธิสภาพ บริเวณเส้นประสาท optic ทางเดินประสาทหรือที่ประสาท ส่วน occipital พบได้ร้อยละ 1.6 ของการบาดเจ็บบริเวณศีรษะ อย่างไรก็ตามปัญหาการมองเห็นอาจเกิดจากบาดเจ็บที่ส่วนต่าง ๆ ในกระบอกตา เช่น กระจกตา หรือ เลนส์ตา ได้ลักษณะความผิดปกติที่พบบ่อยคือ ตามัว มองเห็นไม่ชัด ตาบอด 1 ข้าง (monocular blindness) สายตาผิดปกติ (visual field deficits) ในกรณีที่พยาธิสภาพเกิดที่ visual association areas ผู้ป่วยจะมีปัญหา Visual Anosognosis (Antons Syndrome) คือผู้ป่วยจะ ปฏิเสธว่าไม่ได้มีปัญหาเรื่องการมองเห็นถึงแม้ว่า ผู้ป่วย จะมองไม่เห็นเลย

นอกจากนี้ ยังมีภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ที่พบได้เช่น ข้อยึดติด แผลกดทับ กล้ามเนื้อหดเกร็ง หรือการติดเชื้อ

การกลับเข้าสู่สังคมของผู้ป่วย (Community Reintegration)

จุดมุ่งหมายสูงสุดของการฟื้นฟูผู้ป่วยบาดเจ็บสมอง คือ ผู้ป่วยสามารถกลับไปใช้ชีวิตในสังคมเดิมของผู้ป่วยได้ จากการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยที่ไม่มีประวัติการใช้สารเสพติด มาก่อน มีโอกาสของการมีงานทำถึง 8 เท่า ของกลุ่มที่มี ประวัติการใช้สารเสพติด นอกจากนี้ปัจจัยในแง่ของ ลักษณะประชากร เช่น อายุ ระดับการศึกษาความสามารถ ในการช่วยเหลือตนเอง ความสามารถด้านสติปัญญาการ เรียนรู้ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการกลับเข้าสู่สังคมหรือโอกาส ในการทำงานของผู้ป่วยเช่นกัน

Ferrer, De Noreña, Serrano, Lago, & Muñoz (2021). ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การฟื้นฟูสมรรถภาพทางปัญญาในกรณีบาดเจ็บที่สมอง โดยใช้ EEG-based neurofeedback เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทั่วไป พบว่า EEG-based neurofeedback เป็นเทคนิคที่ประสบความสำเร็จในการใช้ในการบาดเจ็บของสมองและโรคหลอดเลือดสมองเพื่อฟื้นฟูความสามารถทางปัญญาไม่มีการเปรียบเทียบผลกระทบของ neurofeedback ที่ใช้ EEG กับการฟื้นฟูสมรรถภาพทางประสาทวิทยาแบบธรรมดา การฟื้นฟูความสามารถ ทางปัญญาที่กำหนดเป้าหมายไปที่ความใส่ใจ และความจำใน

การทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับโปรโตคอล neurofeedback ที่ใช้ EEG ที่เน้นที่ช่วงไฟฟ้าและแถบที่แตกต่างจากตัวแบบปกติ (F3, F1, Fz, FC3, FC1, และ FCz) โดยมุ่งเป้าไปที่การยับยั้งย่านความถี่ที่ต่ำ (3 Hz–7Hz) ในจำนวนเซสชันเดียวกัน ทำการทดสอบ EEG เชิงปริมาณและการทดสอบทางเซลล์ประสาท ประโยชน์ที่ชัดเจนของ neurofeedback ที่อิงจาก EEG พบได้ในความสนใจที่แบ่งแยกและต่อเนื่อง และแง่มุมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นและความเร็วในการประมวลผลของงานขึ้นอยู่กับมอเตอร์ การเปลี่ยนแปลง EEG เชิงปริมาณที่สัมพันธ์กันทำให้ผลลัพธ์ชัดเจน neurofeedback ที่ใช้ EEG จะเป็นผลที่ดีและเป็นเทคนิคเสริมที่นำมาพิจารณาเสริมการฟื้นฟูความสามารถทางปัญญาแบบเดิมๆ

Lewine et al. (2019) ศึกษา Quantitative EEG biomarkers for mild traumatic brain injury แสดงให้เห็นว่า การบาดเจ็บสมองส่งผลกระทบต่อกลไกที่สนับสนุนอิเล็กทรอนิกส์ การประมวลผลข้อมูลภายในและระหว่างพื้นที่สมอง ดังนั้นวิธีการเช่น EEG เชิงปริมาณอาจให้ดัชนีการทำงานสมองที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของสมอง แม้ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง การศึกษานี้บ่งชี้ว่าวิธี EEG เชิงปริมาณ เป็นประโยชน์ในการจำแนกและติดตามกลุ่มผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง

Benedetti, Volpi, Parisi, & Sartori (2014) ศึกษาการฝึกอบรมความรู้ความเข้าใจโดยอาศัยสมองอินเทอร์เฟซคอมพิวเตอร์ (BCI) ที่พัฒนาขึ้นสำหรับผู้ใหญ่ด้วยความผิดปกติของความใส่ใจตามวิธีการของ neurofeedback ผู้ใช้จะประมวลผลการทำงานของสมองด้วยไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ ซึ่งตรวจจับได้ผ่านอุปกรณ์ EEG วัตถุได้รับการฝึกฝนในการปรับรูปแบบไฟฟ้าของตนเองอย่างเข้มข้นในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่มีการให้รางวัล นอกจากนี้ยังใช้ชุด EEG ที่ใช้งานง่ายสำหรับผู้ฝึก เพื่อประเมินความเหมาะสมสำหรับการใช้งานทางคลินิกที่เป็นรูปธรรม เมื่อสิ้นสุดการฝึกอบรม ผู้ป่วยได้รับความใส่ใจเพิ่มขึ้นอย่างมาก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

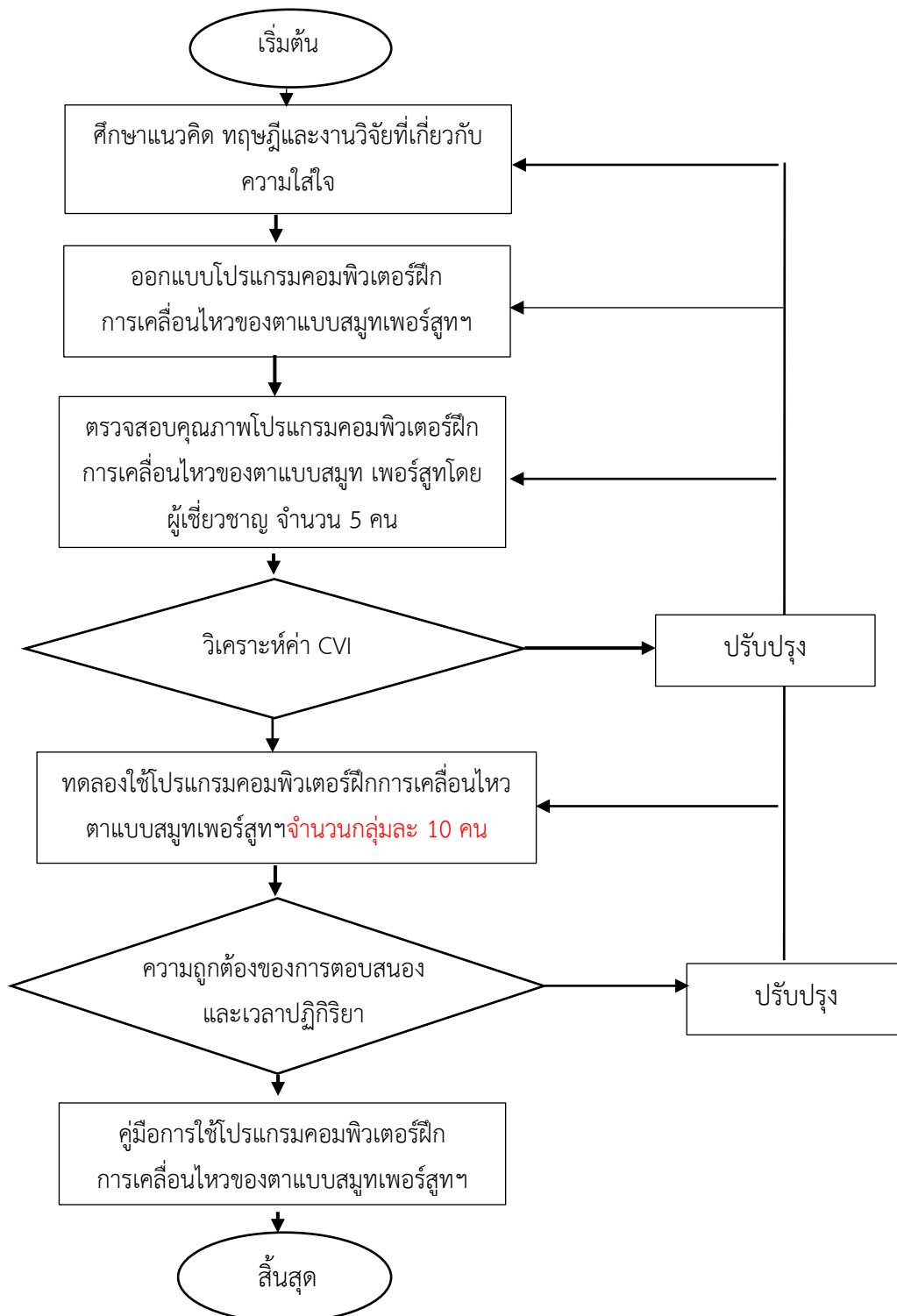
การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ และเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ โดยเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบ ความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ (Attention network test: ANT) หลังการทดลองระหว่าง กลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ นอกจากนั้นมีการประเมินผลรับการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued recall) เป็นการศึกษาที่ประเมินทั้งด้านพฤติกรรมและสรีรวิทยาทางสมอง มีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน (Flow Chart) ได้ ดังภาพที่ 29

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์
 สู่พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ



ภาพที่ 28 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สู่ฯพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับความใส่ใจ

1.1 ทฤษฎี Biased Competition Theory of Selective Attention ของ

Desimone and Duncan (1995) และทฤษฎี Feature-Integration Theory of Attention ของ Treisman and Gelade (1980) ทั้ง 2 ทฤษฎีสามารถร่วมกันอธิบายได้ว่า บุคคลมีสิ่งเร้าหลากหลายที่อยู่รอบตัว การรับสิ่งเร้าของบุคคลผ่านระบบรับรู้ความรู้สึก (Sensory System) ซึ่งมีการรับสิ่งเร้าผ่านการมองเห็น การได้ยิน การดมกลิ่นและการสัมผัส สิ่งเร้าจำนวนมากจะถูกกลั่นกรองและถูกเลือกเฉพาะสิ่งเร้าที่ได้รับและให้ความใส่ใจโดยมีการเก็บไว้ในระยะแรกก่อนมีการคัดสรรพิจารณาเฉพาะความใส่ใจ (Selective Attention) การคัดสรรการพิจารณาให้ความใส่ใจแบบมุ่งเน้น (Focused Attention) จะเลือกจากคุณลักษณะบางประการด้านกายภาพของสิ่งเร้านั้น มีการประมวล วิเคราะห์และแยกแยะซึ่งมักเป็นแบบคู่ขนาน โดยข้อมูลจากสิ่งเร้านั้นจะถูกกลั่นกรองในคุณลักษณะที่เป็นโครงสร้างทางกายภาพที่มีรายละเอียดไม่มากนัก เช่น โครงสร้างที่เป็นรูปร่าง คุณลักษณะสี ลักษณะการเคลื่อนที่หรือตำแหน่งของสิ่งเร้า การจัดเก็บระยะแรก และถูกกระตุ้น (Activated) เมื่อบุคคลต้องการดึงข้อมูล (Retrieve) จะเป็นความจำขณะทำงาน (Working Memory) สามารถใช้เพื่อการแสดงออกของพฤติกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ Broadbent's Filter Theory ของ Broadbent (1958) Attenuation Theory ของ Treisman (1964) และ แบบจำลองการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ (Human Information Processing Model) ของ Wickens and Carswell (2006) ทฤษฎีเหล่านี้สามารถรวมอธิบายและเชื่อมโยงให้เห็นความสำคัญของความใส่ใจว่าเป็นขั้นแรกของกระบวนการทางปัญญาและทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของหน้าที่ทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับความจำต่อไป

1.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่สนับสนุนแนวคิดเกี่ยวกับการ

เคลื่อนไหวของตา ปรากฏว่า สมอทั้งสองซีกมีการทำงานโดยจะเชื่อมโยงผ่านแกนเชื่อมสมอง คือ คอร์ปัส แคลโลซัม (Corpus Callosum) เครือข่ายการเชื่อมโยงการทำงานของสมองทั้งสองซีก (Interhemispheric) จะถูกกระตุ้นการเชื่อมโยง โดยการเคลื่อนไหวของตา และเป็นการกระตุ้นของสมองในซีกที่ตรงกันข้าม จะส่งผลต่อการเชื่อมโยงการทำงานของหน้าที่สมองทั้งสองซีกที่ตรงข้ามกัน (Christman & Propper, 2010; Paolozza Treit, Beaulieu, & Reynolds, 2014) การแสดงพฤติกรรมตอบสนองของสมองส่งผ่านสมองสองซีกต้องใช้สารสื่อประสาทเป็นตัวเหนี่ยวนำ การรับสิ่งเร้าผ่านการมองเห็นด้วยตาเกิดการกระตุ้นสมองช่วยกระตุ้นการสร้างและการทำหน้าที่ของสารสื่อประสาทที่เกี่ยวข้อง เช่น อะเซทิลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งสารสื่อประสาททั้ง 2 ประเภททำหน้าที่สัมพันธ์กัน ถ้ามีการเสียสมดุลระหว่างอะเซทิลโคลีน (Acetylcholine) กับ โดปามีน (Dopamine) จะทำให้การทำหน้าที่ทางปัญญาเสื่อมถอย (Cognitive Decline) ได้ เพราะอะเซทิลโคลีนเป็นสารสื่อประสาทที่สำคัญ ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการ

ทำงานของร่างกายเกือบทั้งหมด เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ การนอนหลับ การหายใจ การย่อยอาหาร การขับถ่าย การสืบพันธุ์ ส่วนโดปามีนทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสุข ความพึงพอใจ ส่งผลดีกับร่างกายโดยจะช่วยให้กลายเป็นบุคคลสามารถจดจำได้ดีขึ้น สามารถใช้กระบวนการทางปัญญา การเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้เร็วขึ้น ระบบการเคลื่อนไหวต่างๆ โดยเฉพาะระบบกล้ามเนื้อจะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความกระฉับกระเฉง มีความตื่นตัวอยู่เสมอ ในขณะที่มีการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาจะรู้สึกได้ว่าร่างกายสามารถเคลื่อนไหวได้ด้วยความใส่ใจ นั่นเป็นเพราะสารโดปามีนทำให้ระบบสมองและระบบร่างกายทำงานควบคู่กันได้อย่างลงตัว นอกจากนี้ยังมีบทบาทต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ การนอนหลับ การจดจำ ความตั้งใจและทักษะต่าง ๆ รวมถึงช่วยควบคุมการตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวและอารมณ์ (Poe et al., 2010; Ott & Nieder, 2019) การฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูท สามารถฟื้นฟูความบกพร่องในการทำหน้าที่ของสมองซึ่งถูกทำลายในผู้ป่วยภายหลังเกิดโรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลัน (Stroke) สามารถฟื้นฟูการทำกิจวัตรประจำวันของผู้ป่วย (Pang, 2015) โดยกิจกรรมการฝึกใช้เวลา 30 นาทีต่อครั้ง สัปดาห์ละ 5 ครั้ง ใช้เวลา 4 สัปดาห์ นอกจากนี้มีหลักฐานจากงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนไหวของตาที่นานขึ้นจะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองได้มากกว่า เช่น การศึกษาการเคลื่อนไหวของตาที่สัมพันธ์กับผลด้านสุขภาพจิต (Mental Health) ด้านสรีรจิตวิทยา (Psychophysiological) และอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) จากการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองเชิงปริมาณ (qEEG) ในกลุ่มตัวอย่าง โดยฝึกการเคลื่อนไหวของตาเป็นเวลา 14 วัน ปรากฏว่า การเคลื่อนไหวของตาช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟาเพิ่มมากขึ้น (Choi et al., 2011) ซึ่งปัจจุบันมีหลักฐานที่เชื่อได้ว่าคลื่นไฟฟ้าสมองอัลฟาเป็นช่วงคลื่นที่แสดงถึงการผ่อนคลาย และมีความสามารถในการรับรู้สูง ทำให้ลดความเครียด การรับรู้อาการเจ็บปวดได้ (Ecsy, Jones, & Brown, 2017)

ทฤษฎี Premotor theory of attention และการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูท (Smooth Pursuit Eye Movement) กล่าวถึง ความใส่ใจที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นผลจากการเคลื่อนไหวของตาที่มีการกำหนดรูปแบบเกี่ยวกับตำแหน่งการเคลื่อนไหวอย่างตั้งใจ (Smith, & Schenk, 2012) นอกจากนั้นจากการศึกษา การฝึกการเคลื่อนไหวตา กรณีศึกษาศักยภาพไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event Related Potential: ERP) ปรากฏว่าช่วงคลื่น N100 และ P200 มีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กับการเพิ่มการเกิดกระบวนการความใส่ใจแบบคัดสรร (Selective Attention) สามารถช่วยเรียกคืนความจำเหตุการณ์ย้อนหลัง (Episodic Memory) ในกลุ่มตัวอย่างได้ (Fleck, Payne, Halko, & Purcell, 2019) การเคลื่อนไหวของตามีการเชื่อมโยงการทำงานของพื้นที่สมองส่วนที่เกี่ยวข้องนอกจากบริเวณสมองส่วน Superior colliculus ยังมีพื้นที่สมองหลายส่วนที่มีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของตา เช่น dorsolateral prefrontal cortex, lateral

intraparietal area, frontal eye fields, secondary eye fields (DeSouza, Menon, Everling, 2003; Funahashi, Chafee, Goldman-Rakic, 1993; Gottlieb & Goldberg, 1999; Schlag-Rey, Amador, Sanchez, & Schlag, 1997; Everling, & Munoz, 2000; Amador, Schlag-Rey, & Schlag, 2004) โดยสรุป การเคลื่อนไหวของตาและความใส่ใจจะมีปฏิสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนาเกี่ยวกับความใส่ใจจึงมีความจำเป็นต้องสร้างกิจกรรมที่ทำให้เกิดการกระตุ้นบริเวณสมองส่วนที่มีความเกี่ยวข้องและมีการเชื่อมโยงการทำงานที่ และเพื่อทำให้เกิดความสม่ำเสมอของ การเคลื่อนไหวของตาตามที่ต้องการโดยเป็นการเคลื่อนไหวที่แบบช้าและวนรอบ ลักษณะเป็นแบบสมูทเพอร์สทูทและสามารถทำให้การฝึกการเคลื่อนไหวตามมีความง่ายและสะดวกต่อการปฏิบัติ ควรต้องมีสิ่งเร้าในการกระตุ้นและมั่นใจได้ว่าขณะมีการเคลื่อนไหวของตาเพื่อติดตามสิ่งเร้านั้น ศรีษะของกลุ่มตัวอย่างจะต้องถูกวางอย่างธรรมชาติ (Neutral position) ซึ่งในผู้ป่วยภายหลังเกิดภาวะหลอดเลือดสมองเฉียบพลัน มีการฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สทูท จะสามารถฟื้นฟู กิจกรรมประจำวันและลดภาวะการละเลยต่อหน้าที่ (Functional neglect) ได้ดีกว่าการฝึกแบบ Visual scan training (Pang, 2015)

การรับรู้สิ่งเร้า ผ่านสองช่องทาง (Bimodal) จะสามารถรับรู้ได้ดีและแม่นยำมากกว่าการรับรู้ผ่านช่องทางเดียว (Unimodal) ธรรมชาติมีสิ่งเร้าจากสภาพแวดล้อมต่างๆมากมายซึ่งบุคคลสามารถแยกแยะและเลือกรับรู้โดยที่ร่างกายสามารถรับสิ่งเร้าได้ทั้งการมองเห็นและการได้ยิน ซึ่งการฝึกการรับรู้ผ่านการรับสิ่งเร้าจากการมองเห็นและการได้ยินการศึกษานี้มีมิติด้านสถานที่และเวลา (Audio-Visual Spatiotemporal Perception Training) ศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 ในผู้ใหญ่ ปรากฏว่า สามารถเชื่อมโยง (Far Transfer) สู่การฟื้นฟูความสามารถทางปัญญาของผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีพยาธิสภาพของสมองที่เกิดร่องรอยของการบาดเจ็บได้ดี (Yang et al., 2018) การฝึกกิจกรรมผ่อนคลายโดยการฟังเสียงกำกับจังหวะ เพื่อลดสิ่งเร้าด้วยการกรอง (Attenuation) เลือกและสร้างความใส่ใจที่มุ่งเน้น ต่อสิ่งเร้าที่สำคัญ เป็นการใช้จินตนาการทางบวกและสร้างสมาธิจากการฟังเสียงกำกับจังหวะที่ทำให้เกิดการจัดวางสิ่งเร้าข้อมูลที่กำหนด เบี่ยงเบนและกรองความใส่ใจจากสิ่งเร้าจำนวนมาก ช่วยลดความตึงเครียดจากร่างกายที่แสดงออกภายนอก เช่น อาการเจ็บปวด (Ecsy et al., 2017) หรือ ปัญหาทางร่างกายหรือจิตใจต่าง ๆ ความเหนื่อยล้า ความตึงเครียดซึ่งบุคคลไม่สามารถรับรู้ได้อย่างชัดเจน เช่น ความรู้สึกขัดแย้งความคับข้องใจเกี่ยวกับข้อจำกัดของการทำกิจวัตรประจำวันของผู้ที่มีพยาธิสภาพสมองได้รับบาดเจ็บ การเพิ่มแรงจูงใจและความสามารถในการตัดสินใจจากการสร้างสมาธิ ลดฮอร์โมน ที่เกี่ยวกับความเครียด ลดความดันโลหิต ผ่อนคลายการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะต่างๆ จากการวิจัยทางจิตวิทยาปรากฏว่าการฝึกการใช้จินตนาการทางบวกการสร้างสมาธิ มีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มความใส่ใจในวัยรุ่น (ดลิต โพรธิพันธ์, 2559) และมีความเกี่ยวข้องกันอย่างมากกับอารมณ์ทางบวกซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านการรับรู้ และ

รักษาความผิดปกติทางอารมณ์ในวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ (Holmes, Blackwell, Heyes, Renner, & Raes, 2016; Holmes & Matthews, 2005) การกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ พาราซิมพาเทติก การตอบสนองต่อการผ่อนคลาย (Relaxation Response) การเต้นของหัวใจจะช้าลง ลดระดับฮอร์โมนคอร์ติซอล (Cortisol) (Kim et al., 2013) ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท ลดความเครียด ความวิตกกังวลและช่วยให้มีสมาธิเพิ่มขึ้น (Kato, Muraoka, Higuchi, Mizuguchi, & Kanosue, 2014; Kato et al., 2015)

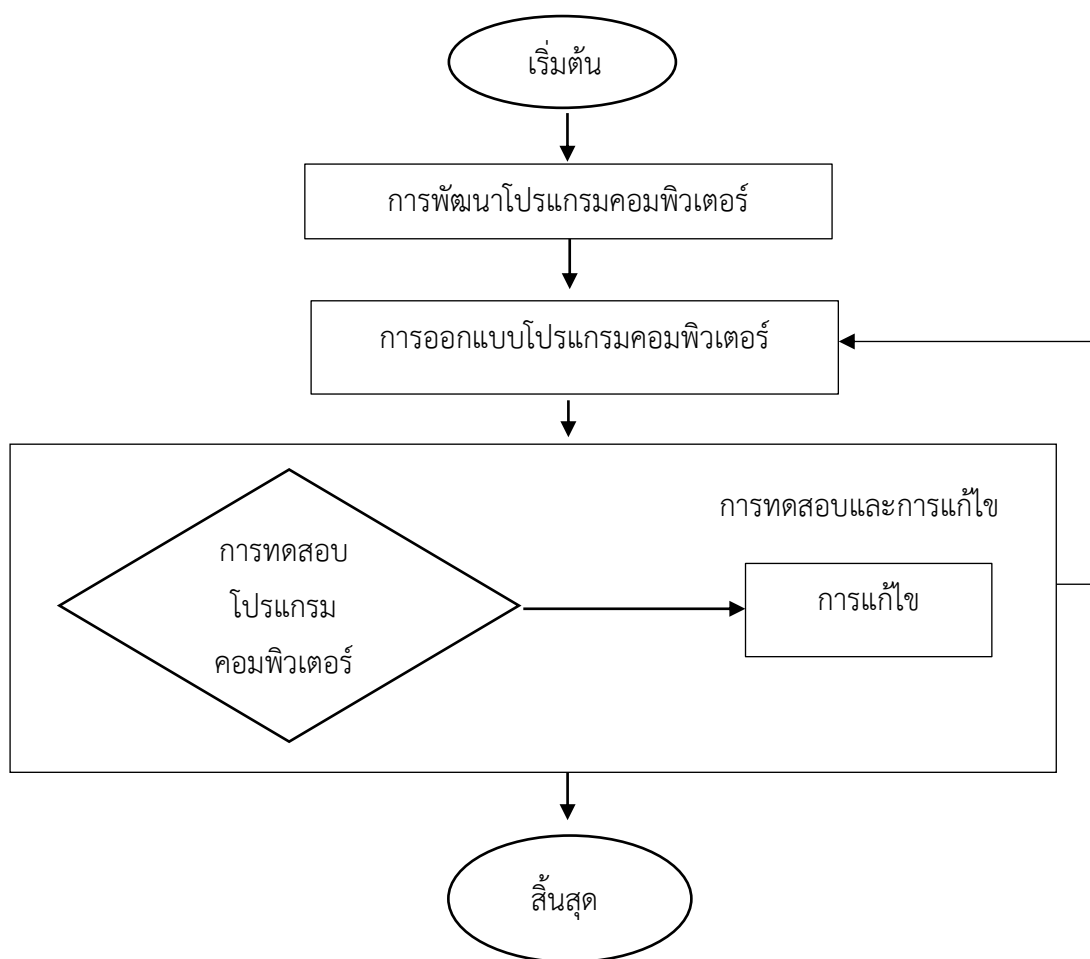
คุณลักษณะทางกายภาพของสิ่งเร้าเกี่ยวกับสี สีเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการออกแบบกิจกรรมที่มีรายละเอียดที่ให้ความหมายกว้างและสามารถรับรู้และสื่อสารได้ จึงได้มีการคิดค้น เป็น “ทฤษฎีสี” ไว้เฉพาะ สีไม่เพียงแต่ช่วยโน้มน้าวความใส่ใจ แปลผลสิ่งที่ต้องการแสดงให้เห็น และเปลี่ยนอารมณ์ความรู้สึกเท่านั้น แต่ยังเป็นองค์ประกอบของสิ่งเร้าที่คุ้นเคยและรู้จักของบุคคลมาตั้งแต่เด็กจนกระทั่งเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ความคุ้นเคยนี้ได้กลายเป็นความต้องการที่ขาดไม่ได้ การนำสีมาใช้ในบุคคล ต่างก็สามารถใช้ได้ในการบวนการทางปัญญา ไม่เพียงจำกัดอยู่ในแวดวงของบรรดาศิลปินหรือช่างเขียน หากยังรวมไปถึงบุคคลทั่วไป สีและแสง ก็ยังอยู่ในชีวิตประจำวันและต้องรู้จักการใช้สีด้วยกัน สี (Color) เป็นลักษณะแสงสว่างปรากฏแก่ตาให้เห็นเป็นสีขาว ดำ แดง เขียว เป็นต้น นอกจากนี้สีแต่ละสียังเป็นสิ่งเร้าให้เกิดความรู้สึกทางด้านอารมณ์ให้แตกต่างกันอีกด้วย

ดังนั้นสีจึงเป็นปรากฏการณ์ทางการมองเห็น โดยมีกำลังส่องสว่างของแสงที่ไปกระทบ มวลวัตถุแล้วสะท้อนเข้าประสาทสัมผัสที่เรตินาในดวงตา และสมองแปลภาพการรับรู้จากสิ่งเร้า เกิดความรู้ ความเข้าใจตามที่เคยมีประสบการณ์การรับรู้ในแต่ละบริบทของสังคม นอกจากนี้สีแต่ละสียังมีอิทธิพลในทางจิตวิทยาเป็นสิ่งเร้า ให้เกิดความรู้สึกทางด้านอารมณ์ของบุคคล เพราะการที่สมองรับรู้ความรู้สึกของสี และทำการแปล แต่ละสีของแต่ละคนนั้นแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และการเรียนรู้ของบุคคลนั้น ที่เคยเห็นสีมาก่อนหรืออาจมีสาเหตุมาจากความบกพร่องของสายตาในการรับคลื่นแสง เช่น คนตาบอดสี เป็นต้น จากการศึกษา คลื่นไฟฟ้าสมอง ในกลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะสุขภาพดี ปรากฏว่าการรับรู้สิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะทางกายภาพขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งเร้าสีพื้นฐาน ได้แก่ แดง เขียว น้ำเงิน มีความเกี่ยวข้อง ต่อการตอบสนองและลักษณะของคลื่นไฟฟ้าสมอง P300 (Wilaiprasitporn & Yagi, 2014) การศึกษาเกี่ยวกับ ความไวในการรับรู้ต่อสีต่างๆ ของบุคคล ปรากฏว่า ประสาทสัมผัสของบุคคล ไวต่อการรับรู้สีแดง สีเขียว และสีม่วงมากกว่าสีอื่นๆ นอกจากนั้นมีการศึกษาเกี่ยวกับสี ที่มีผลต่อผู้ที่มองเห็นปรากฏว่าทั้งสีและภาพเคลื่อนไหวเป็นสิ่งเร้าที่สร้างความใส่ใจต่อผู้ที่มองเห็นจากป้ายที่สนับสนุน การกีฬาทางสื่อโทรทัศน์ (Breuer & Rumpf, 2015)

2. ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ จากการสังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของตาและ

การเพิ่มความใส่นำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ด้วยการกำหนดรูปร่างกลมสี จากโปรแกรมอะโดบีโฟโตชอป เวอร์ชัน CS5 (Adobe Photoshop CS5) และโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) ซึ่งมีขั้นตอน แสดงได้ดังภาพที่ 30



ภาพที่ 29 การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะ มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

2.1 การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

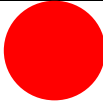
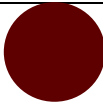
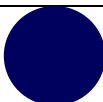
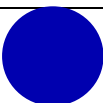
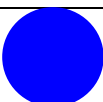
การออกแบบวิธีฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะ โดยการกำหนดภาพรูปร่างกลมสี รูปแบบการทำงานของโปรแกรม ผลลัพธ์ของโปรแกรม ทั้งนี้ เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด งานวิจัยนี้จะสร้างภาพรูปวัตถุเป็นภาพรูปร่างกลมสีจาก Adobe Photoshop Version CS5 และโปรแกรมเพนท์โดยกำหนดรูปแบบการเคลื่อนที่ของตาเพื่อมองตามวัตถุวงกลม แนวทางการเคลื่อนที่ จังหวะการเคลื่อนที่ ความเร็วการเคลื่อนที่จะเป็นรูปแบบที่มีการกำหนดอย่างมีแบบแผนภาพวัตถุวงกลมสีที่แสดงจากการเขียนด้วยโปรแกรมไพทอน (Python Programming Language)

2.2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะ การเลือกรูปวงกลมสี ด้วยการนำแนวคิดจากงานวิจัย Feature Precedence in Processing Multi Feature Visual Information in The Human Brain: An Event-Related Potential Study ของ Liu et al. (2012) ที่ศึกษาศักยภาพไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potentials: ERP) ต่อการประมวลผลการรับรู้ข้อมูลจากการมองเห็น (Visual Information) ในสมองของมนุษย์แบบหลายลักษณะ (Multi Feature) ระหว่างภาพรูปร่างเรขาคณิตกับสี ปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างมีการประมวลผลการรับรู้ต่อภาพรูปร่างเรขาคณิต ซึ่งเป็นลักษณะพื้นฐานทางกายภาพ (Physical) ได้เร็วกว่าสี (Liu et al., 2012) ซึ่งการเคลื่อนที่ของตาเพื่อให้เป็นตามแบบแผนอย่างมีเป้าหมายที่กำหนด ควรต้องกำหนดสิ่งเร้าที่สามารถทำให้เกิดการเพิ่มความใส่ใจได้ เกิดการตอบสนองต่อการกระตุ้นที่ใช้เวลาสั้นลง (Shepherd et al., 2007) สิ่งเร้าที่ผ่านการรับรู้จากการมองเห็นที่ สายตาสามารถรับสิ่งเร้านั้นได้ (Visual Field) จะส่งผลให้เกิดความใส่ใจจากการมองและรับรู้สิ่งเร้านั้นได้ซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะสิ่งเร้าที่มากกระตุ้น (Torralba et al., 2006) ซึ่งประกอบด้วยลักษณะพื้นฐานทางกายภาพ (Fougnie, 2008) จำนวนที่เหมาะสมของสิ่งเร้าที่เป็นเป้าหมาย (Saiki, 2003; Oksama & Hyona, 2004) การเคลื่อนไหวของสิ่งเร้า (Reynolds et al., 2000; Saiki, 2011; Faubert & Sidebottom, 2011) และความแตกต่างที่ชัดเจนของสิ่งเร้า (MacDonald & Enns, 2012; Enns & MacDonald, 2013) ผู้วิจัยจึงนำผลจากการศึกษาดังกล่าว มาพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังนี้

2.2.1 ภาพรูปร่างกลม (Circle shape) สร้างจากโปรแกรม อะโดบีโฟโตชอป (Adobe Photoshop) จำนวน 1 ภาพ วงกลม (Circle)

2.2.2 สี (Color) สร้างขึ้นตามเกณฑ์ของการแยกสีจากสีหลัก คือ สีแดง เขียว และสีน้ำเงิน (R,G,B) จากโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานของระบบปฏิบัติการ

Windows จำนวน 10 สี ได้แก่ 1) สีแดง (Red) 2) สีเขียว 3) สีน้ำเงิน (Blue) โดยมีอัตราส่วนในการผสมสีจากโปรแกรมเพนท์ ดังภาพที่ 31

ที่	สีและอัตราส่วนการผสม	สี
1.	สีแดง (Red) (R,G,B=255,0,0)	
2.	สีแดง (Red) (R,G,B=175,0,0)	
3.	สีแดง (Red) (R,G,B=95,0,0)	
4.	สีแดง (Red) (R,G,B=15,0,0)	
5.	สีแดง (Red) (R,G,B=5,0,0)	
6.	สีน้ำเงิน (Blue) (R,G,B=0,0,5)	
7.	สีน้ำเงิน (Blue) (R,G,B=0,0,15)	
8.	สีน้ำเงิน (Blue) (R,G,B=0,0,95)	
9.	สีน้ำเงิน (Blue) (R,G,B=0,0,175)	
10.	สีน้ำเงิน (Blue) (R,G,B=0,0,255)	

ภาพที่ 30 สีและอัตราส่วนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สตูทและเสียงกำกับจังหวะ

2.3 การทดสอบและการแก้ไข

การทดสอบผลการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฯ ว่ามีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพหรือไม่ การทดสอบทำได้โดยการป้อนค่าต่าง ๆ ตามที่กำหนดในโปรแกรม หากพบว่า

ผลลัพธ์ไม่ถูกต้องหรือไม่มีประสิทธิภาพ จะต้องย้อนกลับไปแก้ไขรหัสของโปรแกรม เช่น โปรแกรมทำงานช้า ไม่ครอบคลุมความต้องการ อาจย้อนกลับไปแก้ไขรหัสโปรแกรมหรือออกแบบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ สำหรับการแก้ไขนั้นสามารถกระทำได้ด้วยตัวผู้วิจัยเองและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะ ที่พัฒนาขึ้น

3. การตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะ

3.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะ ที่พัฒนาขึ้นจะได้รับการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ แหนจอน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2) ดร.ศราวุธ ราชมณี อาจารย์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

3) น.พ.ก่อสภณธ์ เอื้อเพื่อ ศัลยแพทย์ระบบประสาท โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว

4) น.พ.สุจิระ ปรีชาวิทย์ จิตแพทย์ วิทยาศาสตร์การแพทย์ชั้นสูง(จิตเวชศาสตร์) โรงพยาบาลจิตเวชสระแก้วราชนครินทร์

5) พ.ญ.ชญาจิต จิตกรณกิจศิลป์ จักษุแพทย์ โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว การพิจารณาตรวจสอบรายละเอียดแต่ละกิจกรรม ความเหมาะสมของวิธีการฝึกและระยะเวลาการฝึก การประเมินใช้มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ในการกำหนดระดับความคิดเห็น โดยการนำผลการประเมินมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินเป็นรายข้อคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย โดยนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 3.50 – 4.99 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) (Polit & Beck, 2012, p. 337)

$$CVI = \frac{\text{จำนวนข้อที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนให้ความคิดเห็นในระดับ 4 และ 5}}{\text{จำนวนรายการทั้งหมด}}$$

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยดัชนีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) จำนวนข้อที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนความคิดเห็นในระดับ 4 และ 5 มีจำนวน 22 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 22 ข้อ (CVI = 22/ 22) ได้ค่า CVI เท่ากับ 1.00 ซึ่งค่า CVI ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า .80 (Strickland, Lenz, & Waltz, 2010) ดังนั้น จึงเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะ

4. ทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่ปรับปรุงแล้วมีรายละเอียดดังนี้

4.1 จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ด้วยวิธีการเคลื่อนไหวตา 5 แบบ เป็นเวลานาน 30 วินาที ของ Christman et al. (2003) เป็นเวลาที่น้อยเกินไปไม่เพียงพอที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองได้อย่างชัดเจน ซึ่งการเคลื่อนไหวของตาท่านานขึ้นจะช่วยให้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองได้ดีกว่า (Samara et al., 2011) เนื่องจากการเคลื่อนไหวของตาท่านานขึ้นช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงการทำงานของคลื่นสมอง

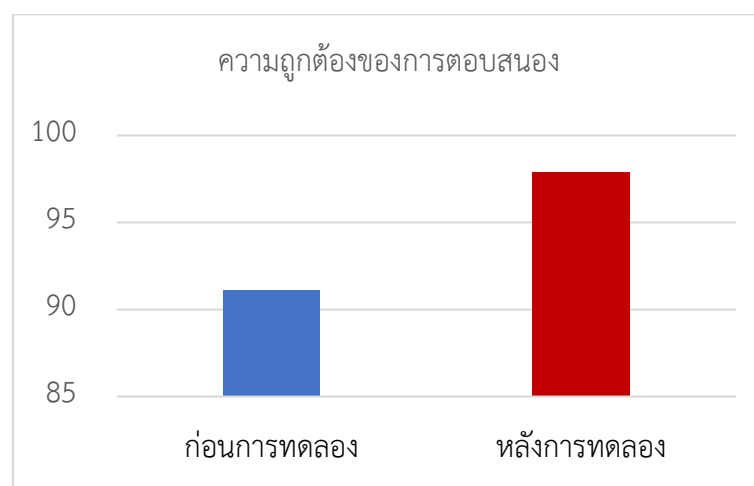
4.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่ปรับปรุงแล้ว นำไปศึกษานำร่องกับ อาสาสมัคร ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน โดยใช้แบบแผนการทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง แบบมีกลุ่มควบคุม (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2017, pp. 24-27) การสุ่มเข้ากลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มละ 10 คน ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับการทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ซึ่งเป็นการทดสอบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา จากแบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ (Attention Network Test: ANT) ของ Jin and Fan (2007) รายละเอียดการฝึกแสดงในคู่มือการฝึก (ภาคผนวก ค) ข้อมูลจากการศึกษานำร่อง นำมาทดสอบทางสถิติได้ผลการทดสอบ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่าง
ก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตา
แบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

กลุ่ม	ความถูกต้องของการตอบสนอง					
	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนการทดลอง	10	9	91.14	5.62	-3.53*	.00
หลังการทดลอง	10		97.90	.73		

* $p < .01$

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะแตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ -3.53 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะดังภาพที่ 32

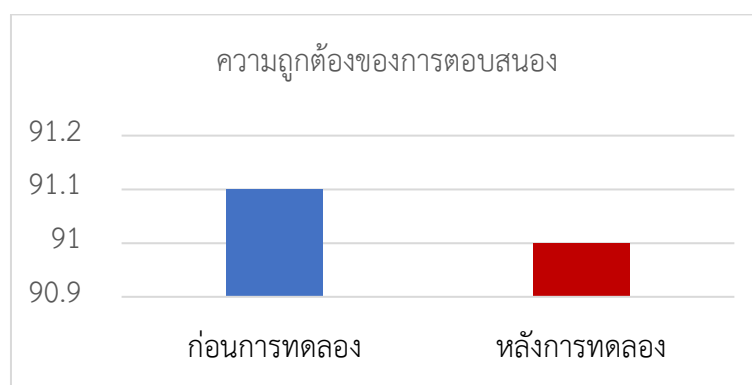


ภาพที่ 31 ความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

กลุ่ม	ความถูกต้องของการตอบสนอง					
	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนการทดลอง	10	9	91.40	5.94	.24	.81
หลังการทดลอง	10		91.00	5.01		

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะไม่แตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่าเท่ากับ .24 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังภาพที่ 32



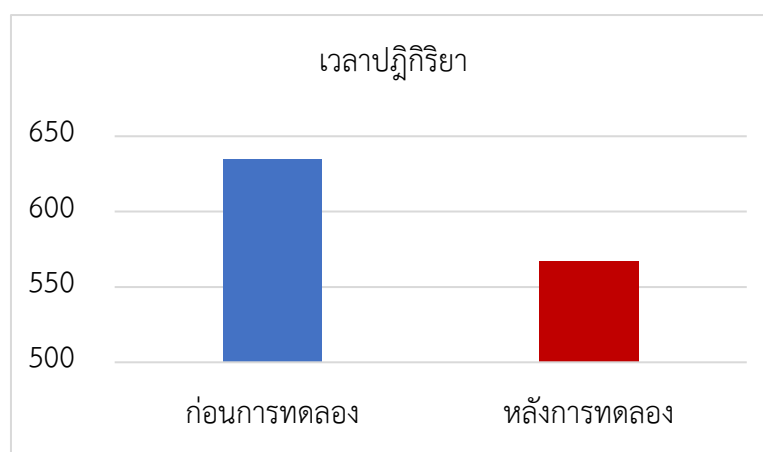
ภาพที่ 32 ความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

กลุ่ม	ระยะเวลาปฏิกิริยา					
	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนการทดลอง	10	9	635	69.48	2.37*	.04
หลังการทดลอง	10		567	38.60		

* $p < .05$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ แตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 2.37 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังภาพที่ 34

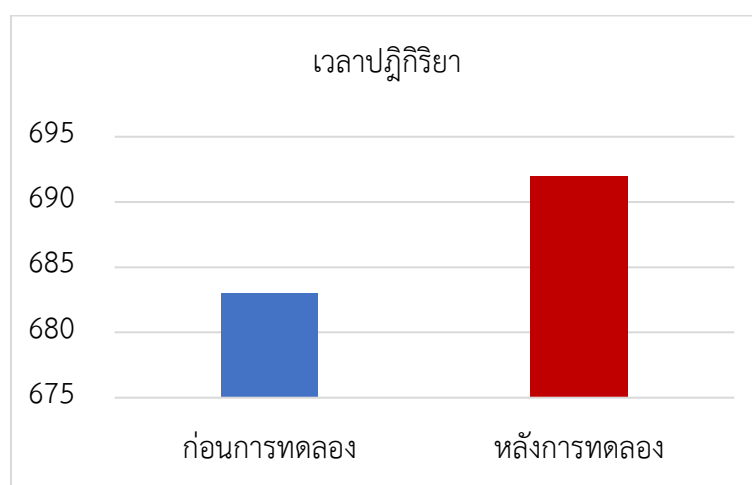


ภาพที่ 33 เวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง ในกลุ่มผู้ใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่ม ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

กลุ่ม	ระยะเวลาปฏิกิริยา					
	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนการทดลอง	10	9	683	44.73	-.32	.75
หลังการทดลอง	10		692	58.98		

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะไม่แตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่า *t* เท่ากับ -.32 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังภาพที่ 35



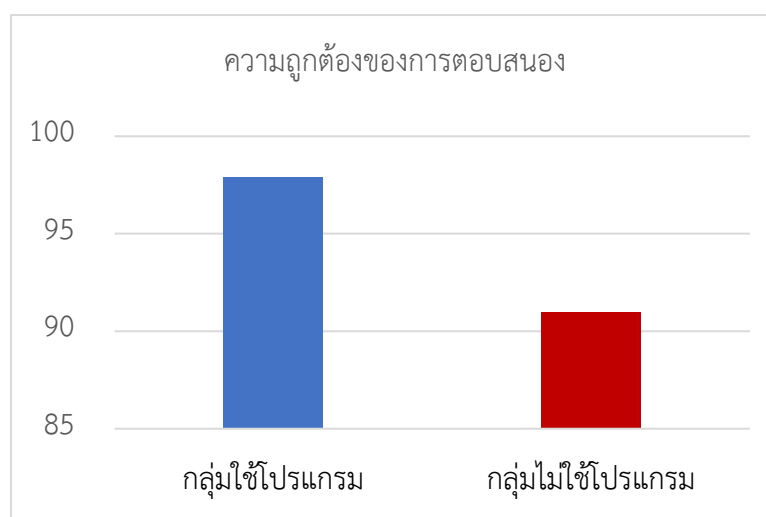
ภาพที่ 34 เวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

กลุ่ม	ความถูกต้องของการตอบสนอง					
	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มใช้โปรแกรม	10	18	97.90	.73	4.30*	.00
กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	10		91.00	5.01		

* $p < .01$

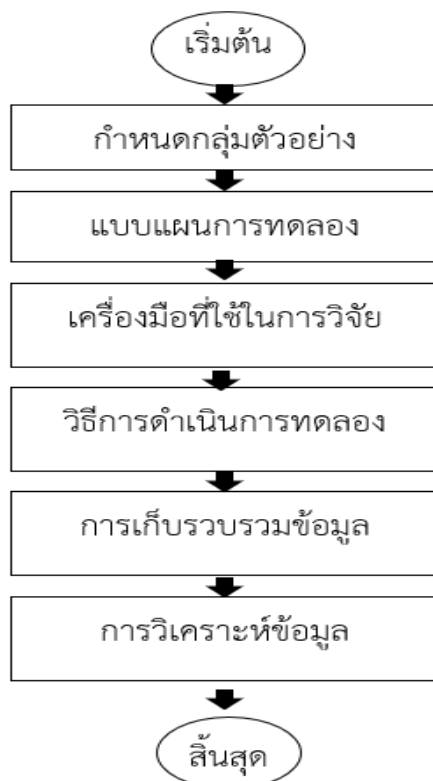
จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ แตกต่างกัน โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 4.30 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 35 ความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่พัฒนาขึ้นและผ่านการทดลองใช้ นำมาใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างสามารถแสดงขั้นตอน ดำเนินการ (Flow Chart) ดังภาพที่ 37



ภาพที่ 36 ขั้นตอนการเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

1. กลุ่มตัวอย่าง ผู้บาดเจ็บสมองระยะฟื้นฟูภายหลังบาดเจ็บ 4 - 6 เดือน อายุระหว่าง 15-25 ปี คัดเลือกจากโรงพยาบาลนครนายกและโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว จำนวน 44 คน โดยเกณฑ์คัดเลือกตามกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัย ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria)

1) เป็นผู้บาดเจ็บสมองระยะฟื้นฟูภายหลังได้รับอุบัติเหตุ 4 - 6 เดือน ไม่มีโรคประจำตัวอื่น ๆ

- 2) มีประวัติการบาดเจ็บสมองระดับปานกลาง ประเมินจากเกณฑ์ Glasgow coma scale (GCS) 9 – 12 หรือมีประวัติหมดสติจากอุบัติเหตุน้อยกว่า 6 ชม.
 - 3) ภายหลังจำหน่ายผู้ป่วยมีความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน(Activity of Daily Living: ADL) ประเมินจาก ดัชนีจุฬาเอดีแอลได้ระดับคะแนน 12 คะแนนขึ้นไป
 - 4) มีการมองเห็นปกติจากแบบประเมินสายตาระยะใกล้ เจเกอร์ชาร์ต (Jaeger's chart)
 - 5) มีการได้ยินปกติประเมินจากแบบสอบถามการได้ยิน Five Minute Hearing Test (FMHT)
 - 6) มีระดับค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation) มากกว่า 98 เปอร์เซ็นต์ขณะพัก 30 นาที ประเมินจากเครื่องวัดความอิ่มตัวของเลือด (Oximeter)
 - 7) ไม่มีประวัติการเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา สามารถใช้ตาทั้งสองข้างได้ตามปกติ
 - 8) ไม่มีประวัติการเจ็บป่วยทางจิตเวช การใช้ยาทางจิตเวชหรือสารเสพติดที่มีผลต่อระบบประสาท
 - 9) ไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มความใส่ใจมาก่อน
 - 10) มีความเต็มใจเข้าร่วมการทดลองตามที่กำหนด
- เกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria)
- 1) มีข้อบ่งชี้ห้ามการใช้สายตาหรือการใช้กล้ามเนื้อตา
 - 2) ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ต่อเนื่อง

การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

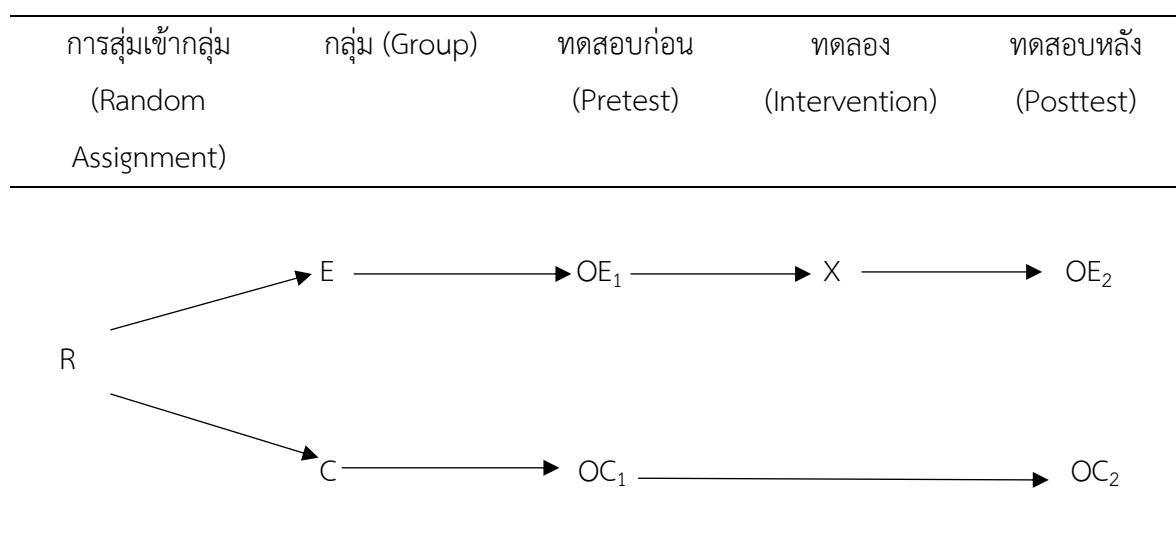
ขนาดกลุ่มตัวอย่างได้จากขนาดอิทธิพลตัวแปร (Effect Size: ES) โดยใช้เกณฑ์ (Cohen, 1988, p. 284) ดังนี้ $ES = 0.2s$ หมายถึง ขนาดของผลการศึกษเป็นขนาดเล็ก $ES = 0.5s$ หมายถึง ขนาดของผลการศึกษเป็นขนาดกลาง และ $ES = 0.8s$ หมายถึง ขนาดของผลการศึกษเป็นขนาดใหญ่ สำหรับการศึกษครั้งนี้ เป็นการทดสอบสมมติฐาน โดยทดสอบความมีนัยสำคัญของขนาดของผลการศึกษาที่ผู้วิจัยกำหนด เป็นขนาดกลางซึ่งผลการศึกษขนาดกลางมีนัยสำคัญของระดับการทดลองที่สามารถยอมรับได้ ซึ่งเป็นการแจกแจงแบบปกติ ใช้คำนวณหาขนาดจำนวนตัวอย่าง การทดสอบสมมติฐานทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ยจาก การทดสอบ Z หรือ t กรณีกลุ่มตัวอย่างเดียว (One Group or One Sample Z -test/ t -test) หรือ การทดสอบ t กรณีกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (Dependent Group or Paired Samples t -test) เท่านั้น

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากการเปิดตารางสำเร็จรูป (Cohen's Table) ทดสอบแบบทางเดียว (Kellar & Kelvin, 2013, pp. 110-111) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อำนาจการทดสอบ (Power of Test) ที่ .80 และขนาดอิทธิพลของตัวแปร (Effect Size) คำนวณโดยใช้สูตรผลต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่มหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่ได้จากการศึกษาที่ผ่านมา

(Kellar & Kelvin, 2013, p. 109) ซึ่งผลการศึกษาที่ผ่านมา (Parker, Parkin, & Dagnall, 2013, p.4) แสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่มีการเคลื่อนไหวตาสองข้างแบบแนวนอน มีคะแนนเฉลี่ยของการเรียกคืนความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory Recalled) เท่ากับ 15.08 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.19 กลุ่มที่ไม่มีการเคลื่อนไหวตา มีคะแนนเฉลี่ยของการเรียกคืนความจำเหตุการณ์เท่ากับ 11.52 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.44 ดังนั้นขนาดอิทธิพลของตัวแปร (Effect Size) จึงมีค่าเท่ากับ $15.08 - 11.52 / 4.44 = .80$ นำค่าที่ได้มาเปิดตารางสำเร็จรูป (Cohen's Table) ทดสอบแบบทางเดียว (Kellar & Kelvin, 2013, pp. 110-111) โดยมีอำนาจการทดสอบ (Power of Test) ที่ .80 และขนาดอิทธิพลของตัวแปร (Effect Size) เท่ากับ .80 จะต้องใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 20 คน รวมเป็นจำนวน 40 คน แต่เพื่อป้องกันการขาดหายของตัวอย่างระหว่างการทดลอง ในการศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดให้มีขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลองจำนวน 22 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 22 คน รวมเป็นจำนวน 44 คน เลือกเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีจับฉลากแบบไม่คืนที่

2. แบบแผนการทดลอง

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สัท เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) ใช้แบบแผนการทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง แบบมีกลุ่มควบคุม (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2017, pp. 24-27) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังภาพที่ 38



ภาพที่ 37 แบบแผนการทดลองแบบ Pretest and Posttest Control Group Design

ความหมายของสัญลักษณ์

R	หมายถึง	การสู่มั่วอย่างเข้ากลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สตูทและเสียงกำกับจังหวะ
E	หมายถึง	กลุ่มใช้โปรแกรม (Experimental Group) หมายถึง กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สตูทและเสียงกำกับจังหวะ
C	หมายถึง	กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (Control Group) หมายถึง กลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สตูทและเสียงกำกับจังหวะ
X	หมายถึง	การฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สตูทและเสียงกำกับจังหวะ
OE1	หมายถึง	การวัดตัวแปรตาม ก่อนใช้โปรแกรมของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สตูทและเสียงกำกับจังหวะ
OE2	หมายถึง	การวัดตัวแปรตาม หลังใช้โปรแกรมของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สตูทและเสียงกำกับจังหวะ
OC1	หมายถึง	การวัดตัวแปรตาม ก่อนการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สตูทและเสียงกำกับจังหวะ
OC2	หมายถึง	การวัดตัวแปรตาม หลังการทดลองของกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สตูทและเสียงกำกับจังหวะ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้คัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย 2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และ 3) เครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรตาม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้คัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย ประกอบด้วย

1.1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ ประวัติ การบาดเจ็บสมองประวัติการได้รับอุบัติเหตุ ประวัติการเจ็บป่วยทางจิตเวชและการมองเห็น

1.2 แบบประเมิน Glasgow Outcome Scale (GOS) (Whyte, 1998) เป็นแบบประเมินที่ใช้ในการประเมินผู้ป่วยในโรงพยาบาล ต่าง ๆ กัน นอกจากนี้ยังใช้ ทำนายผลสัมฤทธิ์ที่ 4 - 6 เดือนของผู้บาดเจ็บสมอง

1.3 แบบวัดระดับสายตาระยะใกล้ (Near Vision) ด้วยเจเกอร์ชาร์ต (Jaeger's Chart) มีลักษณะเป็นแผ่นป้ายที่มี สัญลักษณ์เป็นตัวเลขที่จัดเรียงจากแนวนบนสู่ล่างเป็นแถวโดย สัญลักษณ์เลขมีจัดลำดับโดยเรียงตั้งแต่ขนาดอักษรใหญ่สุด จากแถวบน และถัดลงมาเป็นขนาดที่ลดลงตามลำดับถึง

ขนาดเล็กสุดแถวล่าง ลักษณะอักษรที่เป็นเลขที่อยู่ในแต่ละแถวกำกับด้วยอักษร เช่น เจ 1 (J1) เจ 2 (J2) เป็นต้น เป็นการแสดงระดับของการมองเห็น ผู้อ่านได้แถว “J1” แสดงว่า การมองเห็นปกติ การวัดสายตาจะเริ่มต้นที่ข้างใดข้างหนึ่งก่อน โดยสภาพแวดล้อมต้องมีแสงสว่างเพียงพอ

1.4 แบบสำรวจความถนัดของการใช้มือแบบสั้น โดย เออดินเบิร์ก (Edinburgh Handedness Inventory Short Form) พัฒนาโดย Veale (2014) เป็นแบบประเมินในการใช้มือในการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

1.4.1 คะแนนรวมอยู่ระหว่าง -100 ถึง -61 แสดงว่าถนัดมือซ้าย

1.4.2 คะแนนรวมอยู่ระหว่าง - 60 ถึง 60 แสดงว่าถนัดทั้งซ้ายและขวา

1.4.3 คะแนนรวมอยู่ระหว่าง 61 ถึง 100 แสดงว่าถนัดมือขวา

1.5 เครื่องมือวัดระดับความอึดตัวของอ็อกซิเจนด้วยเครื่องวัดอ็อกซิมิเตอร์ (Oximeter) ครอบปลายนิ้ว อ่านค่าจากหน้าจอแสดงเป็นค่าดิจิทัล เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินระดับอ็อกซิเจนในผู้ป่วยที่โรงพยาบาลโดยทั่วไป เปอร์เซนต์อ็อกซิเจนมากกว่า 95

1.6 แบบสอบถามการได้ยิน Five Minute Hearing Test (FMHT) คะแนน 0-5 คะแนน แสดงถึง การได้ยินปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

2.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนที่ 1 ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เป็นกิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ โดยอาสาสมัครนั่งบนเก้าอี้แบบมีพนักพิงหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในท่านั่งที่สบายไม่เกร็งกล้ามเนื้อ ให้ร่างกายรู้สึกสบายผ่อนคลาย ไม่กังวล

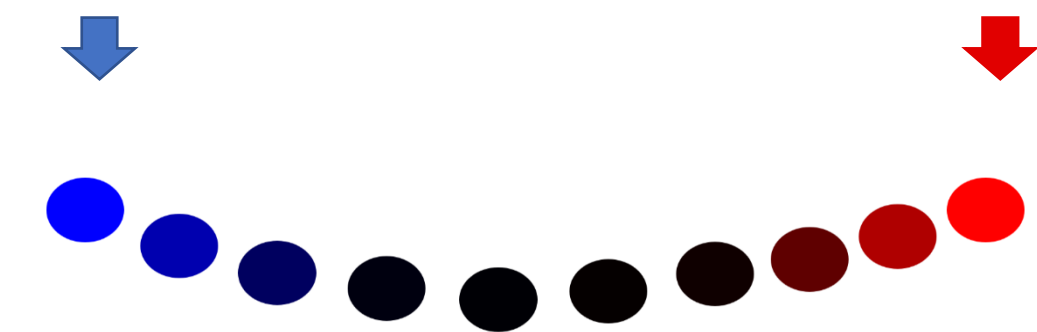
2.2 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เป็นไฟล์ข้อมูลสร้างด้วยโปรแกรมไพธอน (Python) สำหรับการเปิดกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการติดตั้งโปรแกรม Python ประกอบด้วยโปรแกรมการปฏิบัติ 4 สัปดาห์ ขั้นปฏิบัติ ฝึกปฏิบัติตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึก การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะทั้งหมด 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 เซต เซตละ 4 วัน วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ ประมาณ 20 นาที (รวมขึ้นเตรียม 6 นาที) ติดต่อกันนาน 4 สัปดาห์

ระดับสัดส่วนสีผสม (RGB) เป็นรูปวงกลมสีแดง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร บนพื้นสีขาวปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์ รูปวงกลมปรากฏต่อมาเป็นระดับสีที่ต่อเนื่องที่ระดับสายตาที่เปลี่ยนไปช่วงละ 3 องศา อัตราความเร็วของการเคลื่อนที่ของลูกวงกลมที่ปรากฏเคลื่อนที่ตามเสียงกำกับจังหวะความเร็ว โดยแต่ละสัปดาห์ จะเพิ่มระดับความเร็วของการเคลื่อนที่ตามระดับของเสียงกำกับจังหวะ 4 ระดับ เริ่มตั้งแต่ 40, 60, 80, 100, ครั้งต่อนาที การ

เคลื่อนที่ของรูปร่างกลรูปสุดท้ายปรากฏเป็นสีน้ำเงินทางมุมด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์ แต่ละรูปร่างกลที่เปลี่ยนไปมีช่วงเวลาเท่ากันโดยมีจังหวะของเสียงกำกับกับการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง การกำหนดช่วงเวลา ในการเคลื่อนไหวตา ในแต่ละสัปดาห์ (ทั้งหมด 4 สัปดาห์) เป็นชุดการฝึกที่มีการกำหนดการเคลื่อนไหวตาที่มีช่วงเวลาการเปลี่ยนวัตถุรูปร่างกลเคลื่อนที่ เพื่อให้มีการมองติดตามวัตถุที่ถูกกำหนดช่วงเวลาด้วยจังหวะที่สม่ำเสมอและเวลาเท่ากันในแต่ละรูปร่างกลที่ปรากฏ เริ่มจากสัปดาห์ที่ 1 ถึง สัปดาห์ที่ 4 อัตราความเร็วของเสียงกำกับจังหวะเริ่มที่ 40 ครั้งต่อนาที ในสัปดาห์ที่ 1 ถึง 100 ครั้ง ต่อนาที ในสัปดาห์ที่ 4 สามารถสรุปเป็นขั้นตอนของกิจกรรม ได้ดังนี้

ตารางที่ 8 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 1 เซต ที่ 1

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา (วินาที)
ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ อัตราความเร็วของเสียงกำกับจังหวะ 40 ครั้งต่อนาที	1. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปร่างกล จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไปทางด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์	16.5
	2. ภาพรูปร่างกลสุดท้ายขวาสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลอง กดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลม สีน้ำเงิน หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีแดงที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	3. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปร่างกล จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไปทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์	16.5
	4. ภาพรูปร่างกลสุดท้ายซ้ายสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลอง กดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีแดง หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีน้ำเงิน ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	5. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1 - 4 จำนวน 2 ครั้ง	78
	6. พักสายตาโดยการหลับตา แต่ยังคงมีเสียงกำกับจังหวะดังอยู่อย่างต่อเนื่อง (การปฏิบัติตั้งแต่ 1 - 6 เท่ากับ 1 Trial)	60
	7. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1- 6 จำนวน 6 Trial	828
รวมเวลาทั้งสิ้น		13.8 นาที



ภาพที่ 38 วงกลมสีต่างระดับ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตารางที่ 9 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 2 เซต ที่ 2

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา (วินาที)
ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ อัตราความเร็วของเสียงกำกับจังหวะ 60 ครั้งต่อนาที	1. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลม จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไปทางด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์	12
	2. ภาพรูปทรงกลมสุดท้ายขวาสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพทรงกลมสีน้ำเงิน หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีแดง ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	3. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลม จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไปทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์	12
	4. ภาพรูปทรงกลมสุดท้ายซ้ายสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีแดง หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีน้ำเงิน ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	5. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1 - 4 จำนวน 2 ครั้ง	60

ตารางที่ 9 (ต่อ)

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา (วินาที)
	6. พักสายตาโดยการหลับตา แต่ยังคงมีเสียงกำกับ จังหวะดังอยู่อย่างต่อเนื่อง (การปฏิบัติตั้งแต่ 1 – 6 เท่ากับ 1 Trial)	60
	7. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1- 6 จำนวน 7 Trial	840
รวมเวลาทั้งสิ้น		14 นาที

ตารางที่ 10 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 3
เซต ที่ 3

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา (วินาที)
ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ อัตราความเร็วของเสียงกำกับจังหวะ 80 ครั้งต่อนาที	1. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลม จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไหวไปทางด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์	7.5
	2. ภาพรูปทรงกลมสุดท้ายขวาสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีน้ำเงิน หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีแดง ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	3. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลม จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไหวไปทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์	7.5
	4. ภาพรูปทรงกลมสุดท้ายซ้ายสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีแดง หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีน้ำเงิน ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	5. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1 - 4 จำนวน 2 ครั้ง	42
	6. พักสายตาโดยการหลับตา แต่ยังคงมีเสียงกำกับจังหวะดังอยู่อย่างต่อเนื่อง (การปฏิบัติตั้งแต่ 1 – 6 เท่ากับ 1 Trial)	60

ตารางที่ 10 (ต่อ)

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา (วินาที)
	7. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1- 6 จำนวน 8 Trial	816
	รวมเวลาทั้งสิ้น	13.6 นาที

ตารางที่ 11 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 4
เซต ที่ 4

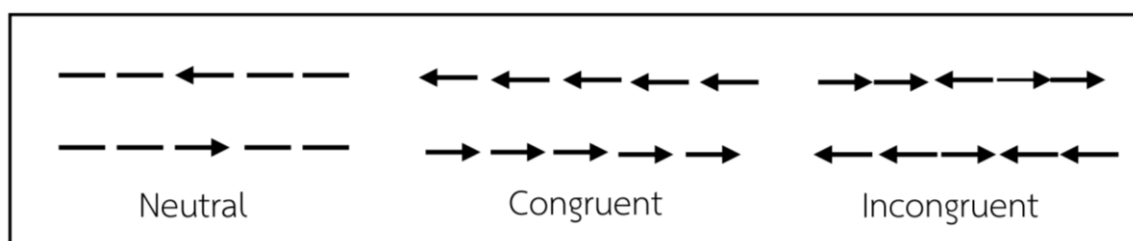
กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา(วินาที)
ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ อัตราความเร็วของเสียงกำกับจังหวะ 100 ครั้งต่อนาที	1. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลม จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไหวไปทางด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์	6
	2. ภาพรูปทรงกลมสุดท้ายขวาสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีน้ำเงิน หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีแดง ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	3. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลม จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไหวไปทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์	6
	4. ภาพรูปทรงกลมสุดท้ายซ้ายสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีแดง หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีน้ำเงิน ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	5. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ1 - 4 จำนวน 2 ครั้ง	36
	6. พักสายตาโดยการหลับตา แต่ยังคงมีเสียงกำกับจังหวะดังอยู่อย่างต่อเนื่อง (การปฏิบัติตั้งแต่ 1 – 6 เท่ากับ 1 Trial)	60
	7. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1- 6 จำนวน 9 Trial	864
	รวมเวลาทั้งสิ้น	14.4 นาที

3. เครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรตาม ประกอบด้วย

3.1 แบบทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ที่พัฒนาโดย

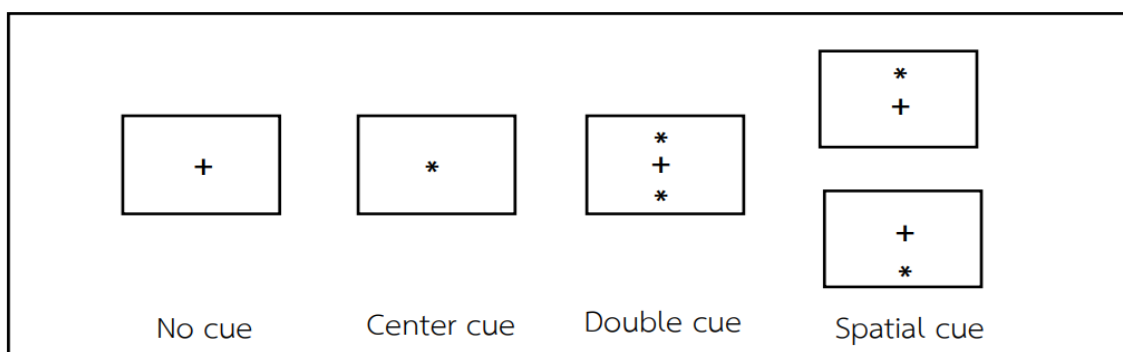
ศาสตราจารย์ ดร.จิน ฟาน (Jin Fan) ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยควีนส์คอลเลจ เมืองนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา (Department of Psychology Queens College, City University of New York) เป็นแบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อหาค่าความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) และเวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) ต่อภาพเป้าหมายที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ 1) Neutral 2) Congruent และ 3) Incongruent โดยผู้ร่วมทดลองจะต้องทำแบบทดสอบความใส่ใจด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการกดปุ่มเพื่อตอบสนองที่แป้นกด (Keyboard) ตามทิศทางของลูกศรที่แสดง โดยมีภาพชี้นำ (Cue) 4 แบบ คือ 1) No Cue หมายถึงไม่แสดงการชี้นำ 2) Center Cue หมายถึง การชี้นำที่แสดงตรงกลาง 3) Double Cue หมายถึงการชี้นำที่แสดงทั้งด้านบนและด้านล่าง 4) Spatial Cue หมายถึง การชี้นำที่อาจแสดงด้านบนหรือล่าง โดยภาพเป้าหมายและภาพชี้นำในแบบทดสอบความใส่ใจ ของ Fan et al. (2005) แสดงได้ดังภาพที่ 40

ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบความใส่ใจ ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จ ตามงานวิจัยของ Fan et al. (2005) และ Konrad et al. (2007) เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป



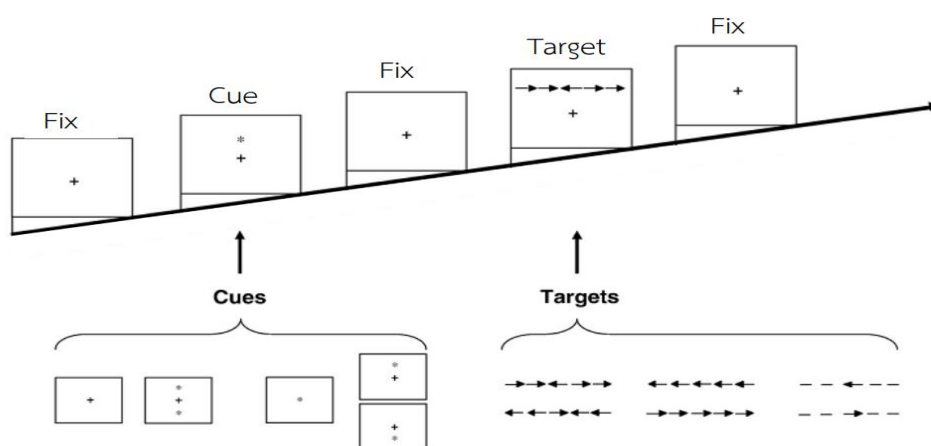
ภาพที่ 39 ภาพเป้าหมายที่แสดงทิศทางในแบบทดสอบความใส่ใจ

ที่มา: Fan et al. (2005 p. 341)



ภาพที่ 40 ภาพชี้แนะ (Cue) ในแบบทดสอบความใส่ใจ

ที่มา: Fan et al. (2005, p. 341)



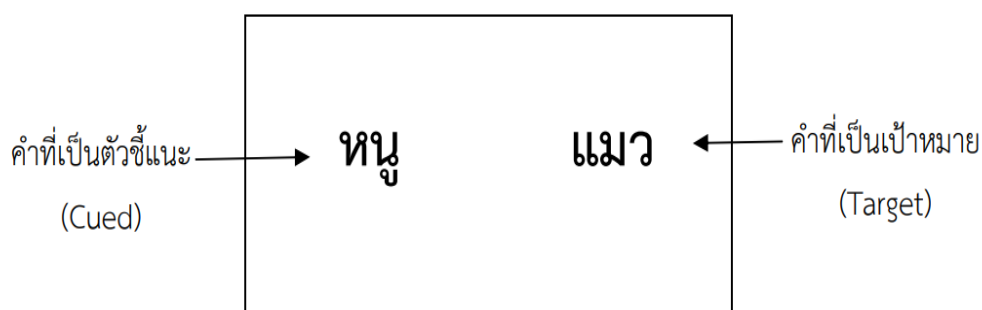
ภาพที่ 41 ภาพเป้าหมายและภาพชี้แนะ ในแบบทดสอบความใส่ใจ

ที่มา: Fan et al. (2005, p. 341)

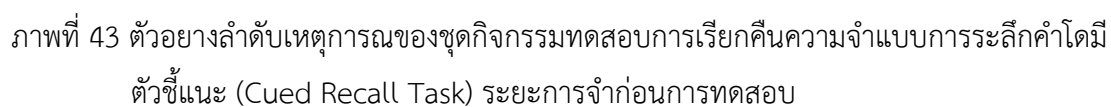
การมีปฏิสัมพันธ์ตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ผู้วิจัยใช้เป็นแบบทดสอบความใส่ใจ ผู้ร่วมการทดลองต้องจดจ่อและใส่ใจต่อเครื่องหมาย ลูกศรที่ชี้แสดงทิศทางขวาหรือซ้ายเป็นลูกศรในตำแหน่งกลางของแถวลูกศรที่ปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ซึ่งตรงกับสัญลักษณ์แสดง Fix (+) ซึ่งผู้ทดลองควรต้องจำกัดการเคลื่อนไหวของตา เพราะควรต้องจดจ่ออยู่เพียงตำแหน่งกลางของหน้าจอที่จะมีลูกศรปรากฏให้เห็น การปฏิบัติตามวิธีการที่กล่าวมาจะช่วยทำให้ผู้ทดลองใช้สายตาจดจ่อและสามารถตอบสนองต่อเป้าหมายได้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุด เมื่อมีสัญญาณจากสิ่งเร้าที่ปรากฏจนกระทั่งการทดลองเสร็จสิ้น

3.2 แบบทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) ที่พัฒนาโดย ทศนีย์ เชื้อมทอง (2558) เป็นแบบทดสอบการเรียกคืนความจำด้วยคอมพิวเตอร์

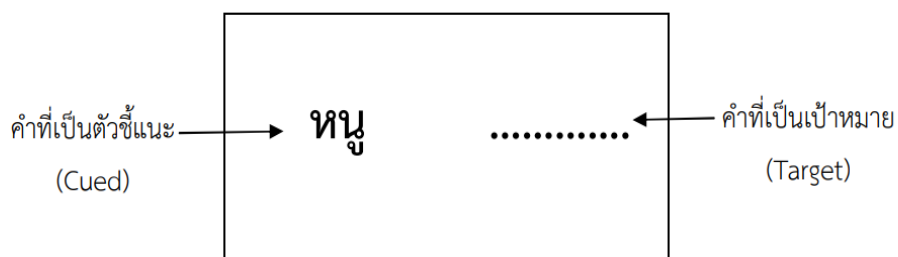
และได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว เป็นแบบ ชุดรายการคำศัพท์ที่เป็นเป้าหมาย (Target) คู่กับรายการคำศัพท์ที่เป็นตัวชี้แนะ (Cued) โดยใช้รายการคำศัพท์ภาษาไทยใน ราชบัณฑิตยสถาน (2542) และรายการ คำศัพท์ในคลังคำ (นววรรณ พันธุมธา, 2544) กำหนดให้ใน ชุดรายการคำศัพท์มีคำศัพท์ที่มี ความหมายกลาง (Neutral Word) จำนวน 20 คู่ มีคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง อารมณ์ (Emotion Word) ด้านบวกจำนวน 20 คู่ ด้านลบจำนวน 20 คู่ รวมเป็น 60 คู่ ประกอบด้วย กิจกรรม 2 ชุด ได้แก่ 1) ชุดการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำ โดยมีตัวชี้แนะระยะการจำเป็นชุด แบบทดสอบ 2) ชุดการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำ โดยมีตัวชี้แนะเป็นชุดระยะการทดสอบการ เรียกคืนความจำ ดังภาพที่ 43 และ 44



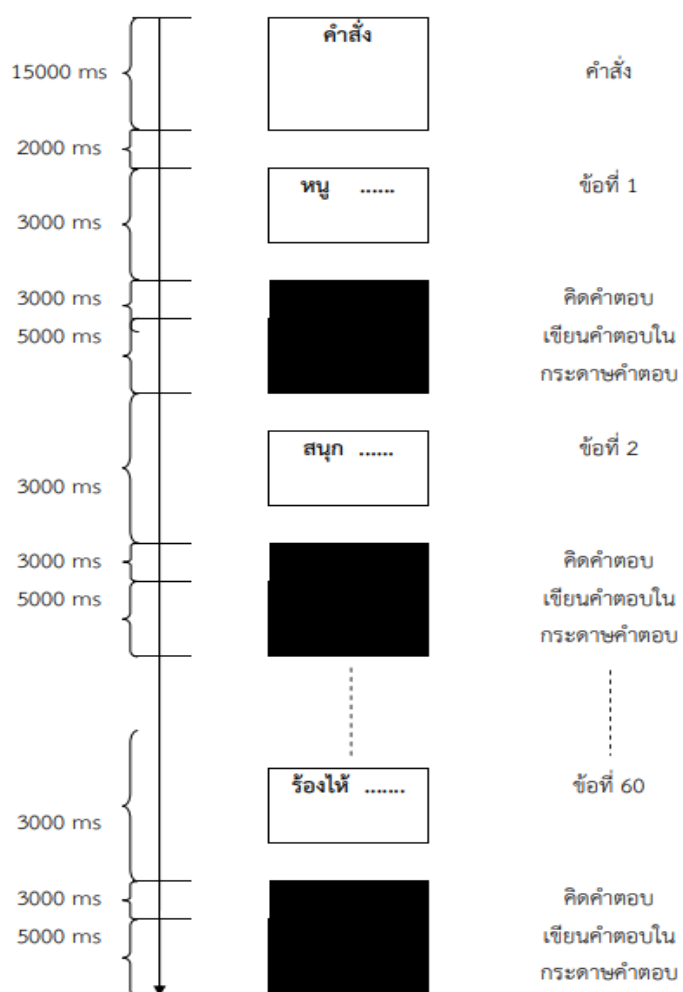
ภาพที่ 42 ตัวอย่างกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ ระยะการจำ ก่อนการทดสอบ



ชุดกิจกรรมทดสอบสร้างโดย โปรแกรม ulead videostudio 11 โดยในระยะเวลาที่ผู้ทดลองดู
 คำในระยะเวลาการจำทั้ง 60 คำแล้ว เว้นช่วงระยะเวลา 30 นาที หลังจากนั้นทำชุดกิจกรรมทดสอบ
 การเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) ซึ่งเป็นระยะทดสอบการ
 เรียกคืนความจำคำที่เป็นเป้าหมาย โดยใช้การบันทึกคำตอบในกระดาษคำตอบ กำหนดให้คำที่เป็น
 ตัวชี้แนะ (Cued) คำที่เป็นอักษรสีดำขนาด 48 point Font TH SarabunPSK ปรากฏบน
 จอคอมพิวเตอร์พื้นขาว คำที่ปรากฏ นาน 3 วินาที ให้ผู้ทดลองนึกถึงคำที่เป็นเป้าหมาย (Target)
 คำตอบที่ถูกต้องการปรากฏของคำต่อไปจะเว้นช่วงห่างนาน 3 นาที เป็นการให้เวลาผู้ทดลองนึก
 คำตอบ โดยใช้เวลา 5 วินาที เพื่อบันทึกคำตอบในกระดาษแบบฟอร์มที่กำหนดให้ ผู้ทดลองปฏิบัติจน
 ครบ 60 คำ ใช้เวลารวม 11 นาที ดังภาพที่ 45 และ 46



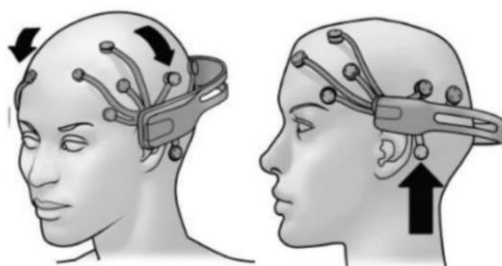
ภาพที่ 44 แสดงชุดกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) ระยะทดสอบการเรียกคืนความจำ



ภาพที่ 45 ตัวอย่างลำดับเหตุการณ์ของชุดกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำ โดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) ระยะการทดสอบการเรียกคืนความจำ

3.3 เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง EMOTIV

Neuroheadset เป็นเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีความแม่นยำ ใช้งานง่าย เพราะเป็นระบบไร้สาย เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง โดยใช้เซนเซอร์ 16 จุด ที่อ้างอิงระบบมาตรฐานสากล 10-20 (Electro Cap) 19 ช่องสัญญาณ (Chanel) ผู้รับการทดสอบต้องสวมอุปกรณ์ EMOTIV รุ่น EPOC⁺ โดยค่าต่าง ๆ จะแสดงต่อเมื่อทำการสวมเครื่อง EMOTIV รุ่น EPOC⁺ Neuroheadset และจุด เซนเซอร์ทั้งหมด 16 จุด (14 Channel) ดังภาพที่ 47



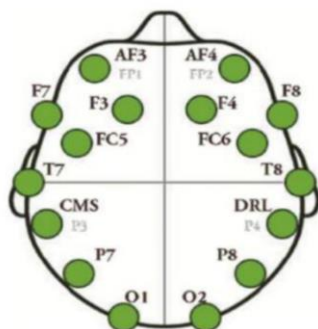
ภาพที่ 46 แสดงการสวมอุปกรณ์ EMOTIV รุ่น EPOC⁺

สามารถแบ่งตามบริเวณได้ดังนี้

1. บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F7 F8
2. บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6
3. บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8
4. บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8
5. บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2

การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง บันทึกโดยเครื่อง EMOTIV รุ่น EPOC⁺ จากประเทศ สหรัฐอเมริกา ที่ประกอบด้วยโปรแกรม EMOTIVPRO ซึ่งเป็นโปรแกรมบันทึกค่าพลังงานสัมบูรณ์ของ ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ใช้วิธีการวัดแบบสองขั้ว บันทึกความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรด (Electrode) ตำแหน่งหนึ่งบนหนังศีรษะกับอิเล็กโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) ที่กระดูกล้าง หูข้างขวาและซ้าย ความถี่ในการสุ่ม 128 เฮิร์ตซ์ (Hz) มีความกว้างของแถบคลื่นความถี่ 0.2-45 เฮิร์ตซ์ (Hz) ตัวกรองรอยบากแบบดิจิทัลอยู่ที่ 50 เฮิร์ตซ์ (Hz) และ 60 เฮิร์ตซ์ (Hz) สำหรับตำแหน่ง เซนเซอร์ทั้งหมด 14 ตำแหน่งบน EMOTIV EEG Headset โดยไม่มีการทับซ้อนกัน ได้แก่ ย่าน Theta (4-8 Hz), Alpha (8-12 Hz), Low Beta (12-16 Hz), High Beta (16-25 Hz) และ Gamma (25-45 Hz) ได้ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง สำหรับแต่ละคลื่น ความถี่ซึ่งคำนวณจากทั้ง 14 ช่องสัญญาณ

การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าของอุปกรณ์ EMOTIV รุ่น EPOC+ เป็นตามระบบการวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล 10/20 (10/20 International System) โดยสวม EMOTIV EEG Headset ใช้ติดขั้วไฟฟ้า (Saline Sensors) 14 ขั้ว (Channel) ตามตำแหน่งขั้วไฟฟ้าสากล ประกอบด้วย CMS, DRL = Ear Lobe, C = Central, P = Parietal, F = Frontal, T = Temporal Lobe, O = Occipital แสดงดังภาพที่ 48



ภาพที่ 47 ตำแหน่งช่องสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง EMOTIV EEG
ที่มา: McMahan (2015)

4. วิธีดำเนินการทดลอง

การศึกษานี้แบ่งวิธีดำเนินการทดลองออกเป็น 3 ระยะ คือ 1) ระยะก่อนการทดลอง

2) ระยะการทดลอง และ 3) ระยะหลังการทดลอง

1) ระยะก่อนการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1.1) ทำหนังสือติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1.2) ชี้แจงให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัยและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย

1.3) ดำเนินการคัดกรองอาสาสมัครที่ยินดีเข้าร่วมการวิจัย

1.4) รวบรวมสรุปผลการคัดกรอง นำข้อมูลที่ได้มาคัดเลือกเฉพาะผู้ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.5) นัดประชุมกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือก ชี้แจงวิธีการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ในการปฏิบัติตัวเพื่อเตรียมการ ตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง การปฏิบัติตัวขณะทดลอง และตลอดช่วงระยะระหว่างการทดลอง พร้อมทั้งนัดวันเวลาในการดำเนินการทดลองทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 22 คน ใช้เวลาการสอนกิจกรรมการฝึกบนโปรแกรม 20 นาทีต่อครั้ง แสดงตัวอย่าง ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 กำหนดการสอนกิจกรรมการทดลองบนโปรแกรม ระยะก่อนการทดลอง

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	กิจกรรม	กลุ่มตัวอย่าง
1	1 พฤษภาคม 2564	08.00 – 10.00	การสอนการฝึกบนโปรแกรม	11
2	1 พฤษภาคม 2564	13.00 – 14.00	การสอนการฝึกบนโปรแกรม	11
3	7 พฤษภาคม 2564	08.00 – 10.00	การสอนการฝึกบนโปรแกรม	11
4	7 พฤษภาคม 2564	13.00 – 14.00	การสอนการฝึกบนโปรแกรม	11

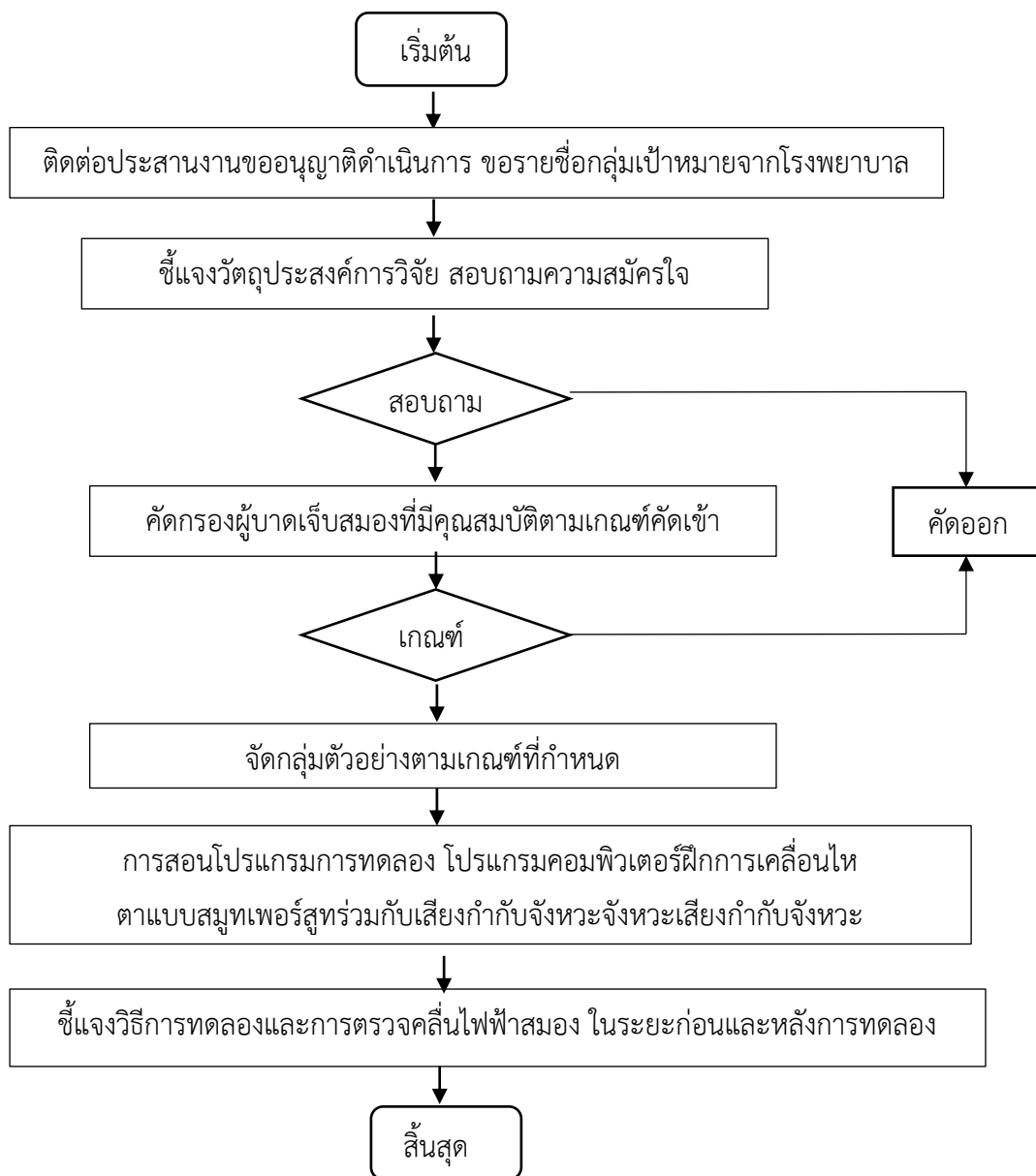
1.6) ชี้แจงวิธีการทดลอง ในการปฏิบัติเพื่อเตรียมการฝึกเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกด้านร่างกายและจิตใจ ในการเพิ่มความใส่ใจ และการเรียกคืนความจำแบบระยะสั้นโดยมีตัวชี้แนะ การปฏิบัติตัวขณะทดลอง ระยะเวลาในการทดลองและตลอดช่วงระยะเวลาระหว่างทดลอง พร้อมทั้งนัดวันเวลาในการดำเนินการทดลอง โดยกลุ่มที่ใช้โปรแกรม เข้าร่วมโปรแกรมการฝึก ในเวลา 17.00 ของทุกวัน สัปดาห์ละ 4 ครั้ง เข้าโปรแกรมครั้งละ 14 นาที ก่อนเข้าโปรแกรมพักอย่างน้อย 10 นาที ให้นายแพทย์ สัญญาณชีพปกติ ส่วนกลุ่มที่ไม่ใช่โปรแกรม ดำเนินชีวิตตามปกติ

วันที่ 1 พฤษภาคม 2564 เวลา 08.00 – 10.00 และ เวลา 13.00 – 14.00 นักกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง ทั้ง 11 คน เข้ารับการฝึกบนโปรแกรม ครั้งละ 4 คน (ตามจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์) จนครบทั้ง 11 คน

วันที่ 7 พฤษภาคม 2564 เวลา 08.00 – 10.00 และ เวลา 13.00 – 14.00 นักกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง อีก 11 คน เข้ารับการฝึกบนโปรแกรม ครั้งละ 4 คน (ตามจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์) จนครบทั้ง 11 คน(รวมกลุ่มทดลอง ทั้งหมด 22 คน)



ภาพที่ 48 กิจกรรมการสอนการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัท
ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



ภาพที่ 49 ขั้นตอนระยะก่อนการทดลอง

2) ระยะการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

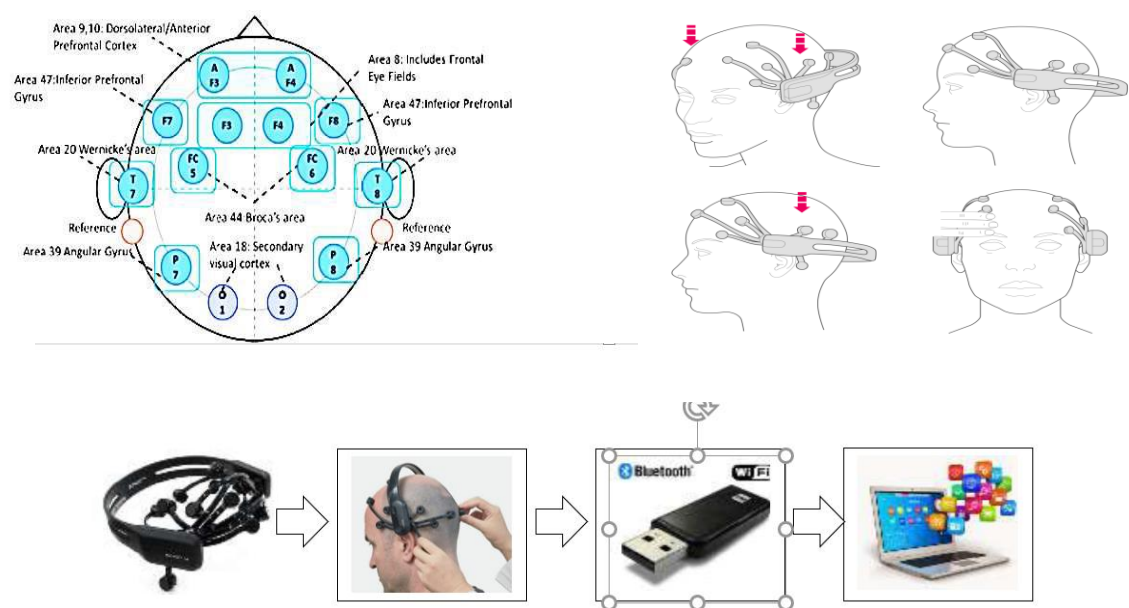
2.1) ดำเนินกิจกรรมการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่จังหวัดนครนายกและจังหวัดสระแก้ว ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เทศบาลประจำตำบล รวมถึงสถานที่ ที่กลุ่มตัวอย่างสามารถรับความสะดวกในการเข้าร่วมโครงการได้ ตามตารางกำหนดเวลาที่นัดหมาย

2.2) ผู้ร่วมการทดลองจะได้รับการสาธิตและทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำแบบทดสอบความใส่ใจ

2.3) การรวบรวมข้อมูล ณ พื้นที่ ที่กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโครงการวิจัย

2.4) ผู้ร่วมการทดลองจะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง เครื่อง EMOTIV รุ่น EPOC+ ผู้ร่วมการทดลองที่ได้รับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีขั้นตอนการเตรียมการสำหรับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ดังนี้

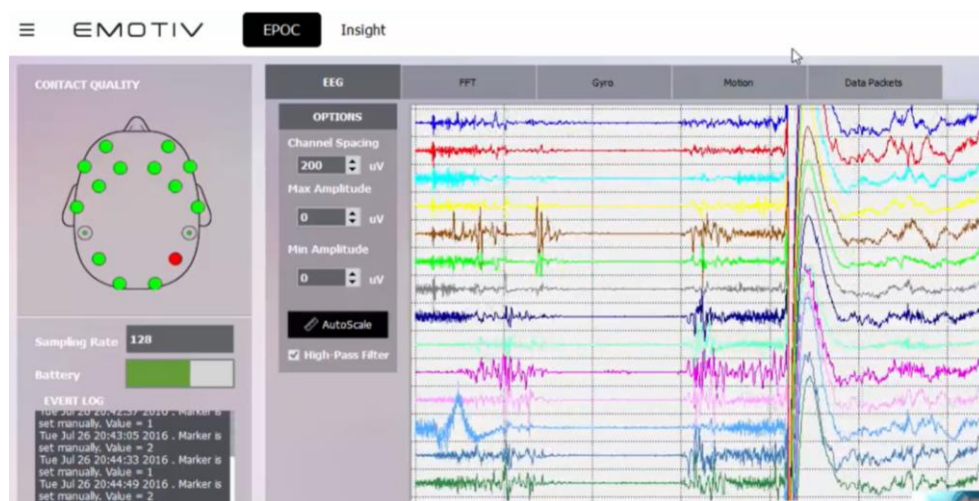
2.4.1) กลุ่มตัวอย่างสวมอุปกรณ์ EMOTIV รุ่น EPOC+ ซึ่งทำการ Calibrate ด้วยโปรแกรมEMOTIVPRO แล้วหลังจากนั้น กลุ่มตัวอย่างได้รับคำชี้แจงขั้นตอนการปฏิบัติขณะตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยขอให้กลุ่มตัวอย่างหลีกเลี่ยงการเคลื่อนไหวร่างกาย ขณะตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ใช้เวลาประมาณ 24 นาที แสดงดังภาพที่ 51 และ 52



ภาพที่ 50 ตำแหน่งของอิเล็กโทรดทั้ง 14 Channel ของ Emotiv Epoc+ รองรับสมองส่วนต่าง ๆ
ที่มา: Suh and Yim (2018)



ภาพที่ 51 การสวมHeadset ที่มีขั้วไฟฟ้า (Electrode) และการบรรจุน้ำเกลือ (Electrolyte) เพื่อนำสัญญาณไฟฟ้า



ภาพที่ 52 หน้าจอแสดงค่าความต้านทานในแต่ละขั้วไฟฟ้า (Impedance)

2.4.2) ผู้วิจัยใส่อุปกรณ์และเครื่องมือตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง อุปกรณ์ EMOTIV รุ่น EPOC⁺ กับกลุ่มตัวอย่าง การเตรียมอิเล็กโทรด ทำโดยใส่สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte Solution) ในแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด ก่อนการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ใช้เวลาประมาณ 24 นาที ดังภาพที่ 51

2.4.3 ดำเนินการทดสอบ ด้านพฤติกรรมความใส่ใจ ขณะทำกิจกรรมการทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Task; ANT) พร้อมกับตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยเครื่องมือ EMOTIV รุ่น EPOC⁺ ซึ่งในการวัดผลของตัวแปรตาม กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะลืมตาและหลับตาเป็นเวลา 2 นาที และต่อด้วยการทำกิจกรรมการทดสอบพฤติกรรมความใส่ใจระยะเวลาในการทดสอบประมาณ 24 นาทีต่อกลุ่มตัวอย่าง 1 คน และภายใน 1 วัน สามารถบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองและทำแบบทดสอบด้านพฤติกรรมความใส่ใจ ได้จำนวน 4-5 คน โดยรวมกลุ่มตัวอย่างก่อนการฝึกจำนวน 22 คน ใช้เวลาบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองและทำแบบทดสอบทางพฤติกรรมความใส่ใจ จำนวน 7 วัน วัน ละ 2 -5 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 10-22 มิถุนายน 2564 ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การเก็บข้อมูลและวัดคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนการทดลอง

โปรแกรมการฝึก						
ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหว				ไม่ใช้โปรแกรมดำเนินกิจกรรมตามปกติ		
ตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับ						
จังหวัด						
ที่	รหัส	วัน เดือน ปี	เวลา	รหัส	วัน เดือน ปี	เวลา
1	E01	10 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C01	10 มิ.ย.64	17.00 -19.00
2	E02	10 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C02	10 มิ.ย.64	17.00 -19.00
3	E03	10 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C03	10 มิ.ย.64	17.00 -19.00
4	E04	15 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C04	15 มิ.ย.64	17.00 -19.00
5	E05	15 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C05	15 มิ.ย.64	17.00 -19.00
6	E06	15 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C06	15 มิ.ย.64	17.00 -19.00
7	E07	16 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C07	16 มิ.ย.64	17.00 -19.00
8	E08	16 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C08	16 มิ.ย.64	17.00 -19.00
9	E09	16 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C09	16 มิ.ย.64	17.00 -19.00
10	E10	17 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C10	17 มิ.ย.64	17.00 -19.00
11	E11	17 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C11	17 มิ.ย.64	17.00 -19.00
12	E12	17 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C12	17 มิ.ย.64	17.00 -19.00
13	E13	19 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C13	19 มิ.ย.64	17.00 -19.00
14	E14	19 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C14	19 มิ.ย.64	17.00 -19.00
15	E15	19 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C15	19 มิ.ย.64	17.00 -19.00

ตารางที่ 13 (ต่อ)

โปรแกรมการฝึก						
ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหว ตาแบบสมูทเพอร์สัทพร้อมกับเสียงกำกับ จังหวะ				ไม่ใช้โปรแกรมดำเนินกิจกรรมตามปกติ		
ที่	รหัส	วัน เดือน ปี	เวลา	รหัส	วัน เดือน ปี	เวลา
16	E16	19 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C16	19 มิ.ย.64	17.00 -19.00
17	E17	21 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C17	21 มิ.ย.64	17.00 -19.00
18	E18	21 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C18	21 มิ.ย.64	17.00 -19.00
19	E19	21 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C19	21 มิ.ย.64	17.00 -19.00
20	E20	22 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C20	22 มิ.ย.64	17.00 -19.00
21	E21	22 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C21	22 มิ.ย.64	17.00 -19.00
22	E22	22 มิ.ย.64	17.00 -19.00	C22	22 มิ.ย.64	17.00 -19.00

*หมายเหตุ รหัส E หมายถึง กลุ่มทดลอง C หมายถึง กลุ่มควบคุม

2.4.4) ผู้ร่วมการทดลองนั่งบนเก้าอี้แบบมีพนักพิงหน้าจอคอมพิวเตอร์บนเก้าอี้ในท่าที่สบายไม่เกร็งกล้ามเนื้อ ห่างจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 60 เซนติเมตร ที่ต่อสายจากขั้วไฟฟ้าเข้ากับระบบบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง เมื่อพร้อมแล้วให้ผู้ร่วมทดลองทำแบบทดสอบความใส่ใจ จนครบทั้ง 3 ตอน (Block) พร้อมกับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองแบบต่อเนื่อง โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมและให้การดูแลตลอด

2.4.5) บันทึกเพิ่มข้อมูลพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการดำเนินการกับข้อมูลต่อไป

กลุ่มควบคุม (Control Group) ไม่มีการดำเนินการทดลองใด ๆ ดำเนินการตามรูปแบบการรักษาตามปกติ ของโรงพยาบาล ฯ (Standard care)

3) ระยะหลังการทดลอง

3.1) หลังจากดำเนินการทำการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ตามระยะเวลาที่กำหนด 4 สัปดาห์แล้ว จึงดำเนินการทดสอบพฤติกรรมความใส่ใจต่อเนื่อง (Attention Network Task) และการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cue Recall Test) ในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม หลังการฝึกโปรแกรมฯ ภายใน 2 สัปดาห์

3.2) ดำเนินการทดสอบตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง ในระยะติดตามผลการทดลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1) การเตรียมความพร้อมก่อนการทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการทดลองสวมอุปกรณ์ EMOTIV รุ่น EPOC⁺ ซึ่งทำการ Calibrate ด้วยโปรแกรม EMOTIV PRO แล้ว หลังจากนั้น กลุ่มตัวอย่างได้ รับคำแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติในระหว่างที่มีการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยแนะนำให้กลุ่มตัวอย่างงดการขยับร่างกายในระหว่างที่มีการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยใช้เวลาประมาณ 24 นาที โดย

3.2.2) ผู้วิจัยใส่อุปกรณ์และเครื่องมือตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง EMOTIV รุ่น EPOC⁺ กับกลุ่มตัวอย่าง การเตรียมอิเล็กโทรด ทำโดยใส่สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte Solution) ในแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด ก่อนการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ใช้เวลาประมาณ 24 นาที

3.2.3) ดำเนินการทดสอบ ด้านพฤติกรรมความใส่ใจ ขณะทำกิจกรรมการทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Task: ANT) พร้อมกับตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยเครื่องมือ EMOTIV รุ่น EPOC⁺ ซึ่งในการวัดผลของตัวแปรตาม กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ขณะลืมตาและหลับตาเป็นเวลา 2 นาที และต่อด้วยการทำกิจกรรมการทดสอบความใส่ใจระยะเวลาในการทดสอบประมาณ 24 นาทีต่อกลุ่มตัวอย่าง 1 คน และภายใน 1 วัน สามารถบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองและทำแบบทดสอบด้านพฤติกรรมความใส่ใจ ได้จำนวน 4-5 คน คน โดยรวมกลุ่มตัวอย่างหลังการฝึกจำนวน 22 คน ใช้เวลาบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองและทำแบบทดสอบความใส่ใจ จำนวน 7 วัน วันละ 2-5 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 10-22 สิงหาคม 2564 ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การเก็บข้อมูลและวัดคลื่นไฟฟ้าสมองหลังการทดลอง

โปรแกรมการฝึก						
ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ				ไม่ใช้โปรแกรมดำเนินกิจกรรมตามปกติ		
ที่	รหัส	วัน เดือน ปี	เวลา	รหัส	วัน เดือน ปี	เวลา
1	E01	10 ส.ค.64	17.00 -19.00	C01	10 ส.ค.64	17.00 -19.00
2	E02	10 ส.ค.64	17.00 -19.00	C02	10 ส.ค.64	17.00 -19.00
3	E03	10 ส.ค.64	17.00 -19.00	C03	10 ส.ค.64	17.00 -19.00
4	E04	15 ส.ค.64	17.00 -19.00	C04	15 ส.ค.64	17.00 -19.00
5	E05	15 ส.ค.64	17.00 -19.00	C05	15 ส.ค.64	17.00 -19.00

ตารางที่ 14 (ต่อ)

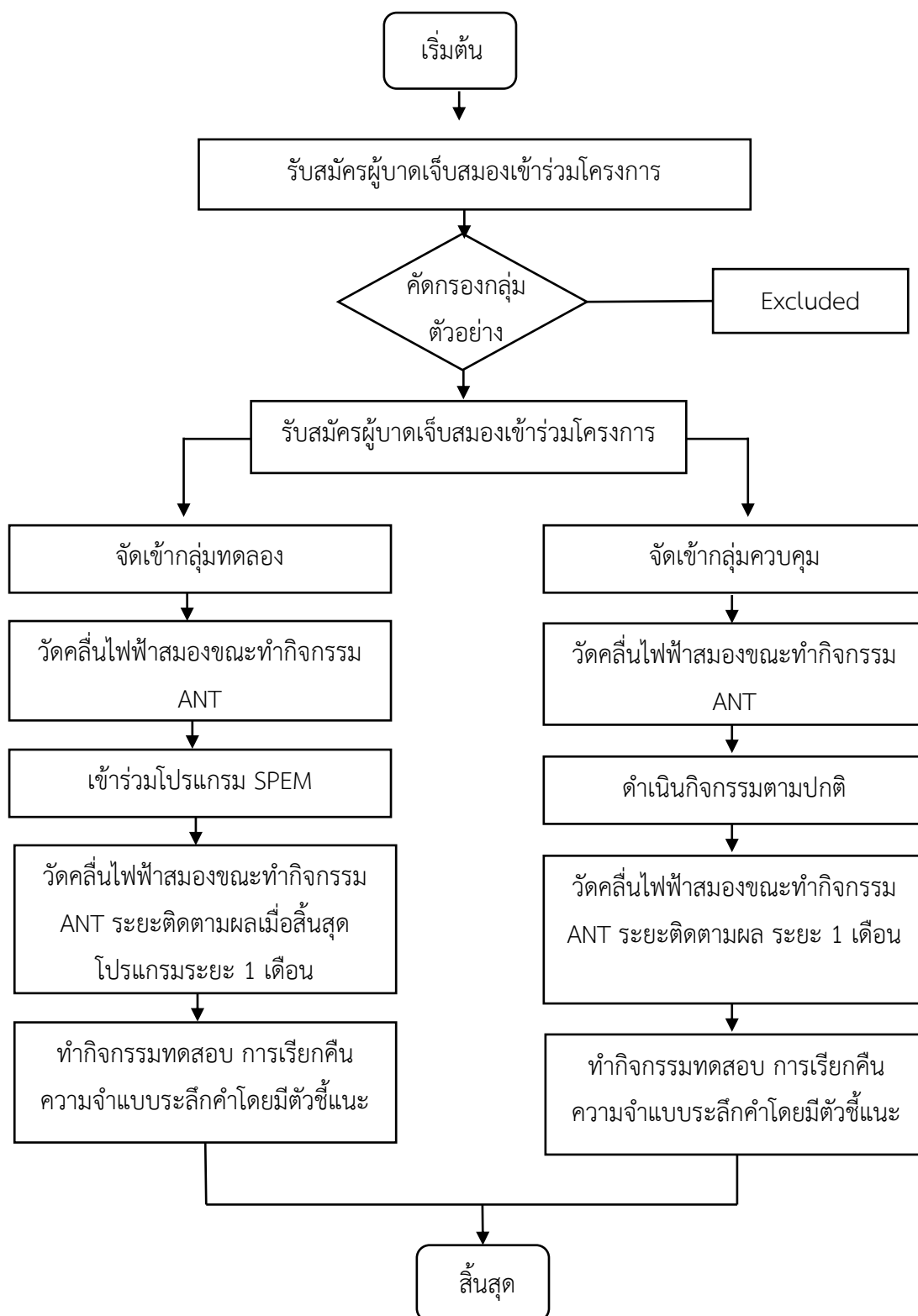
โปรแกรมการฝึก						
ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ				ไม่ใช้โปรแกรมดำเนินกิจกรรมตามปกติ		
ที่	รหัส	วัน เดือน ปี	เวลา	รหัส	วัน เดือน ปี	เวลา
6	E06	15 ส.ค.64	17.00 -19.00	C06	15 ส.ค.64	17.00 -19.00
7	E07	16 ส.ค.64	17.00 -19.00	C07	16 ส.ค.64	17.00 -19.00
8	E08	16 ส.ค.64	17.00 -19.00	C08	16 ส.ค.64	17.00 -19.00
9	E09	16 ส.ค.64	17.00 -19.00	C09	16 ส.ค.64	17.00 -19.00
10	E10	17 ส.ค.64	17.00 -19.00	C10	17 ส.ค.64	17.00 -19.00
11	E11	17 ส.ค.64	17.00 -19.00	C11	17 ส.ค.64	17.00 -19.00
12	E12	17 ส.ค.64	17.00 -19.00	C12	17 ส.ค.64	17.00 -19.00
13	E13	19 ส.ค.64	17.00 -19.00	C13	19 ส.ค.64	17.00 -19.00
14	E14	19 ส.ค.64	17.00 -19.00	C14	19 ส.ค.64	17.00 -19.00
15	E15	19 ส.ค.64	17.00 -19.00	C15	19 ส.ค.64	17.00 -19.00
16	E16	19 ส.ค.64	17.00 -19.00	C16	19 ส.ค.64	17.00 -19.00
17	E17	21 ส.ค.64	17.00 -19.00	C17	21 ส.ค.64	17.00 -19.00
18	E18	21 ส.ค.64	17.00 -19.00	C18	21 ส.ค.64	17.00 -19.00
19	E19	21 ส.ค.64	17.00 -19.00	C19	21 ส.ค.64	17.00 -19.00
20	E20	22 ส.ค.64	17.00 -19.00	C20	22 ส.ค.64	17.00 -19.00
21	E21	22 ส.ค.64	17.00 -19.00	C21	22 ส.ค.64	17.00 -19.00
22	E22	22 ส.ค.64	17.00 -19.00	C22	22 ส.ค.64	17.00 -19.00

*หมายเหตุ รหัส E หมายถึง กลุ่มทดลอง C หมายถึง กลุ่มควบคุม

ตารางที่ 15 การเก็บข้อมูลการทำแบบทดสอบการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะใน
ระยะติดตามผล

โปรแกรมการฝึก						
ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการ เคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์ร่วมกับ เสียงกำกับจังหวะ				ไม่ใช้โปรแกรมดำเนินกิจกรรมตามปกติ		
ที่	รหัส	วัน เดือน ปี	เวลา	รหัส	วัน เดือน ปี	เวลา
1	E01	10 ส.ค.64	17.00 -19.00	C01	10 ส.ค.64	17.00 -19.00
2	E02	10 ส.ค.64	17.00 -19.00	C02	10 ส.ค.64	17.00 -19.00
3	E03	10 ส.ค.64	17.00 -19.00	C03	10 ส.ค.64	17.00 -19.00
4	E04	15 ส.ค.64	17.00 -19.00	C04	15 ส.ค.64	17.00 -19.00
5	E05	15 ส.ค.64	17.00 -19.00	C05	15 ส.ค.64	17.00 -19.00
6	E06	15 ส.ค.64	17.00 -19.00	C06	15 ส.ค.64	17.00 -19.00
7	E07	16 ส.ค.64	17.00 -19.00	C07	16 ส.ค.64	17.00 -19.00
8	E08	16 ส.ค.64	17.00 -19.00	C08	16 ส.ค.64	17.00 -19.00
9	E09	16 ส.ค.64	17.00 -19.00	C09	16 ส.ค.64	17.00 -19.00
10	E10	17 ส.ค.64	17.00 -19.00	C10	17 ส.ค.64	17.00 -19.00
11	E11	17 ส.ค.64	17.00 -19.00	C11	17 ส.ค.64	17.00 -19.00
12	E12	17 ส.ค.64	17.00 -19.00	C12	17 ส.ค.64	17.00 -19.00
13	E13	19 ส.ค.64	17.00 -19.00	C13	19 ส.ค.64	17.00 -19.00
14	E14	19 ส.ค.64	17.00 -19.00	C14	19 ส.ค.64	17.00 -19.00
15	E15	19 ส.ค.64	17.00 -19.00	C15	19 ส.ค.64	17.00 -19.00
16	E16	19 ส.ค.64	17.00 -19.00	C16	19 ส.ค.64	17.00 -19.00
17	E17	21 ส.ค.64	17.00 -19.00	C17	21 ส.ค.64	17.00 -19.00
18	E18	21 ส.ค.64	17.00 -19.00	C18	21 ส.ค.64	17.00 -19.00
19	E19	21 ส.ค.64	17.00 -19.00	C19	21 ส.ค.64	17.00 -19.00
20	E20	22 ส.ค.64	17.00 -19.00	C20	22 ส.ค.64	17.00 -19.00
21	E21	22 ส.ค.64	17.00 -19.00	C21	22 ส.ค.64	17.00 -19.00
22	E22	22 ส.ค.64	17.00 -19.00	C22	22 ส.ค.64	17.00 -19.00

*หมายเหตุ รหัส E หมายถึง กลุ่มทดลอง C หมายถึง กลุ่มควบคุม



ภาพที่ 53 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ จะมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1. ขอนหนังสือจากวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อขอความอนุเคราะห์ให้อาสาสมัครเข้าร่วมวิจัย

5.2. คัดเลือกเฉพาะผู้ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 44 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ กลุ่มละ 22 คน ประชุมชี้แจงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง การเตรียมตัวก่อนเข้ารับการทดลองและให้ลงนามในแบบฟอร์มแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย และจัดทำตารางนัดหมายกลุ่มตัวอย่างเพื่อดำเนินการตามขั้นตอนการทดลอง

5.3. จัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จัดทำตารางนัดหมายการเข้าร่วมโครงการวิจัย

5.4 ให้อาสาสมัครที่ประสงค์เข้าร่วมการวิจัยกรอกแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ ประวัติ การบาดเจ็บสมอง ประวัติการได้รับอุบัติเหตุ ประวัติการเจ็บป่วยทางจิตเวชและการมองเห็น แบบประเมิน Glasgow Outcome Scale (GOS) วัดระดับสายตาระยะใกล้ (Near Vision) ด้วยเจเกอร์ชาร์ต (Jaeger's Chart) ตรวจสอบความถนัดในการใช้มือของเอดินเบิร์กแบบสั้น (Edinburgh Handedness Inventory Short Form) วัดระดับความอึดตัวของอ็อกซิเจนด้วยเครื่องวัดอ็อกซิมิเตอร์ (Oximeter) ครอบปลายนิ้ว อ่านค่าจากหน้าจอแสดงเป็นค่าดิจิตอลอ็อกซิเจนมากกว่า 95

5.5. การเก็บข้อมูลการวิจัยด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ทำ ณ สถานที่ ที่กำหนดตามความสะดวกของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เทศบาลประจำตำบล ที่บ้านของกลุ่มตัวอย่าง เป็นต้น ด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ก่อนการทดลอง (Pre-test) ทั้ง 2 กลุ่ม จำนวน 44 คน 1 ดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมแบบทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ตามขั้นตอนการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ด้วยเครื่อง EMOTIV รุ่น EPOC+ แบบ Real-Time Recorder โดยใช้ EMOTIV EEG Headset ตามมาตรฐานสากล ระบบวางขั้วไฟฟ้า แบบ 10/20 ที่มีขั้วไฟฟ้า จำนวน 14 ขั้ว ได้แก่ FC5, FC6, AF3, AF4, F3, F4, F7, F8, P7, P8, T7, T8, O1 และ O2 พร้อมกับตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอ้างอิงจำนวน 2 ขั้วเมื่อเสร็จสิ้นการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง

5.6 กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ดำเนินชีวิตตามปกติและไม่ได้รับการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ

5.7 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัท ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะได้รับการฝึก ตามวันและเวลาที่กำหนด จากนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม จำนวน 44 คน ได้รับการตรวจวัดเพื่อบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองหลังการทดลอง (Post-test) และวัด ความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ณ สถานที่ ที่ กำหนด ตามความสะดวกของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เทศบาลประจำ ตำบล ที่บ้านของกลุ่มตัวอย่าง เป็นต้น

5.8. เก็บรวบรวมข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ข้อมูล พฤติกรรมจากการทำแบบทดสอบความใส่ใจ และข้อมูลการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัว ชี้นำ ที่บันทึกจากโปรแกรมสำเร็จรูป

5.9 ทำการคัดกรองคลื่นไฟฟ้าสมอง เพื่อนำออกเป็นข้อมูลตัวเลขและนำไปวิเคราะห์ ตามขั้นตอน

ภาพที่ 54 หน้าต่างโปรแกรม Excel แสดงการบันทึกค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองแยกตาม ย่านความถี่ต่างๆ ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดของสมอง

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาทั้งด้านพฤติกรรมและสรีรวิทยา คลื่นไฟฟ้าสมอง โดยจำแนกการ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ด้วยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.2. ข้อมูลที่ได้ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ บันทึกจากโปรแกรมสำเร็จรูป Emotiv pro และข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองบันทึกจากโปรแกรม นำมาดำเนินการ ดังนี้

6.2.1 เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะด้วยสถิติทดสอบแบบสองกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent *t*-test)

6.2.2 เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะด้วยสถิติทดสอบแบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent *t*-test)

6.2.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ด้วยสถิติทดสอบแบบสองกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent *t*-test)

6.2.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ด้วยสถิติทดสอบแบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent *t*-test)

6.2.5 เปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำ โดยมีตัวชี้แนะ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ด้วยสถิติทดสอบแบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent *t*-test)

6.3 วิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

$$\text{ค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size: ES)} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S}$$

เมื่อ: $\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยข้อมูลกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตา
แบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

แทน $\bar{X}_2$ ค่าเฉลี่ยข้อมูลกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตา
แบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

แทน S ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตา
แบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

โดยมีเกณฑ์การแปลผลดังนี้

0.20 หมายถึง มีขนาดอิทธิพลในระดับน้อย

0.50 หมายถึง มีขนาดอิทธิพลในระดับปานกลาง

0.80 หมายถึง มีขนาดอิทธิพลในระดับมาก

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยดัชนีความตรงตามเนื้อหา
(Content Validity Index: CVI) จำนวนข้อที่ผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนความคิดเห็นในระดับ 4 และ 5 มี
จำนวน 22 ข้อ จากจำนวนทั้งหมด 22 ข้อ (CVI = 22/ 22) ได้ค่า CVI เท่ากับ 1.00 ซึ่งค่า CVI ต้องมี
ค่าไม่น้อยกว่า .80 (Strickland, Lenz, & Waltz, 2010, p. 271) ดังนั้น จึงเหมาะสมสำหรับนำไปใช้
ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะ
สำหรับผู้บาดเจ็บสมอง

7. การพิทักษ์สิทธิผู้เข้าร่วมการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงหลักความปลอดภัย การยอมรับในความเป็นบุคคล
ของผู้ให้ข้อมูล โดยการวิจัยเรื่อง การเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการ
เคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง ได้เสนอขอรับ
รองจริยธรรมโครงการวิจัยจาก คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัย
บูรพา รหัสโครงการวิจัย G-SH 058/2563 เพื่อทวนสอบการพิทักษ์สิทธิก่อนดำเนินการวิจัย ซึ่งผู้วิจัย
ปกป้องผู้ให้ข้อมูลโดยไม่มีการเปิดเผยชื่อสกุล และผู้ให้ข้อมูลสามารถขอถอนตัวจากงานวิจัยได้
ตลอดเวลาที่ต้องการ ซึ่งมีรายละเอียดด้านจริยธรรมการวิจัย ดังนี้

7.1 ผู้วิจัยให้ข้อมูลเกี่ยวกับชื่อโครงการวิจัย หลักการและเหตุผลการทำวิจัยขั้นตอนการ
ดำเนินการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย และสิ่งที่อาสาสมัครต้องปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติ
ระหว่างการวิจัย รวมถึงเหตุผลในการขอให้อาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยอย่างเปิดเผยและครบถ้วน

7.2 ผู้วิจัยสอบถามความเข้าใจในโครงการวิจัยของอาสาสมัครและให้อิสระในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย โดยเน้นว่าหากอาสาสมัครไม่ยินยอมเข้าร่วมการวิจัยจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่ออาสาสมัคร เมื่ออาสาสมัครยินยอมเข้าร่วมการวิจัยให้เซ็นชื่อในเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent Form)

7.3 ระหว่างดำเนินการวิจัย หากเกิดความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่ออาสาสมัครทั้งทางร่างกายและจิตใจ เช่น ความคับข้องใจ ความเครียด เป็นต้น ผู้วิจัยดำเนินการช่วยเหลือทันทีโดยการให้คำปรึกษารายบุคคล

7.4 ผู้วิจัยเคารพในการรักษาความลับของอาสาสมัคร โดยในแบบบันทึกข้อมูลและการรายงานผลการวิจัยไม่มีการระบุตัวอาสาสมัคร

7.5 การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ทุกขั้นตอนของกระบวนการวิจัย ผู้วิจัยได้คำนึงถึงศักดิ์ศรีและคุณค่าของผู้ร่วมวิจัย ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจะไม่ทำการใดๆ ที่เป็นการก่อให้เกิดอันตราย หรือคุกคามต่อร่างกาย จิตใจ สังคม และจิตวิญญาณของผู้ร่วมวิจัย โดยการยินยอมให้เข้าร่วมวิจัย การป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดกับผู้ร่วมวิจัย ความรับผิดชอบของผู้วิจัย จริยธรรมในการวิจัยเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยตระหนักและให้ความสำคัญอย่างยิ่ง จึงต้องมีการพิทักษ์สิทธิของกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยในทุกขั้นตอน โดยยึดหลักจริยธรรมการวิจัย ประกอบด้วย 3 ประการ มีรายละเอียด ดังนี้

1) หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person) ผู้วิจัยเคารพการตัดสินใจและตระหนักในสิทธิของอาสาสมัคร ผู้วิจัยได้แนะนำตนเอง พร้อมทั้งชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การทำวิจัย ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย การรักษาความลับของผู้ร่วมวิจัย ให้โอกาสและสิทธิการตัดสินใจในการเข้าร่วมวิจัย ซึ่งได้ทำการยินยอมด้วยวาจาแทนการลงนาม ยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร การบันทึกเสียงและการถ่ายภาพต้องได้รับการอนุญาตจากอาสาสมัคร หรือ ผู้ให้ข้อมูลก่อนทุกครั้ง

2) หลักคุณประโยชน์และไม่ก่ออันตราย (Beneficence) ผู้วิจัยให้ข้อมูลอย่างชัดเจนในกระบวนการและขั้นตอนการดำเนินโครงการวิจัย การรักษาความลับของผู้ให้ข้อมูล

3) หลักยุติธรรม (Justice) ผู้วิจัยปฏิบัติต่อผู้ร่วมวิจัยแต่ละบุคคลอย่างเหมาะสม ให้แต่ละบุคคลได้รับในสิ่งที่พึงได้รับ ผู้วิจัยให้ความเคารพสิทธิของผู้ร่วมวิจัยแต่ละคนอย่างเท่าเทียมกัน ทั้งความเป็นส่วนตัว การปกปิดความลับ ไม่เปิดเผยชื่อสกุลจริง ให้เกียรติทุกคน นอกจากนี้ตัวของ ผู้วิจัยได้ยึดมั่นในความมีจริยธรรมและความซื่อสัตย์ในการดำเนินการวิจัย ประพฤติตนบนพื้นฐานมารยาทสุภาพชน ตรงต่อเวลา ไม่ผิดคำพูด และอย่าให้ทราบถึงความเคร่งครัดในการพิทักษ์สิทธิและ การรักษาความลับเพื่อช่วยให้ผู้ร่วมวิจัย มีอิสระ รู้สึกปลอดภัยในการให้ข้อมูล

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึก การเคลื่อนไหวตาแบบสมูท เพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะและเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เป็นการศึกษาทั้งด้านพฤติกรรมและการทำงานของสมอง นำเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มความใส่ใจของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่พัฒนาขึ้น

1. ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

2. ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

3. ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

4. ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่พัฒนาขึ้น

สัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

n	หมายถึง	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
M	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)
SD	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
MD	หมายถึง	ผลต่างค่าเฉลี่ย (Mean Difference)
df	หมายถึง	องศาอิสระ (Degrees of Freedom)
p	หมายถึง	ค่าความน่าจะเป็น (Probability)
t	หมายถึง	ค่าที่คำนวณได้จากสถิติทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม ตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน และกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูท ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

1. แนวคิดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

จากแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะที่พัฒนาขึ้น และผ่านการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน วิเคราะห์หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา CVI (Content Validity Index) เท่ากับ 1 และนำโปรแกรมไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน สรุปได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เพื่อกระตุ้นการบริหารสมองช่วยเพิ่มความใส่ใจ โดยใช้เวลาฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สัปดาห์ละ 4 วัน วันละ 14 นาที ต่อเนื่อง 4 สัปดาห์ รวม 16 วัน ประกอบด้วย กิจกรรมหลัก คือ ส่วนของกิจกรรมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

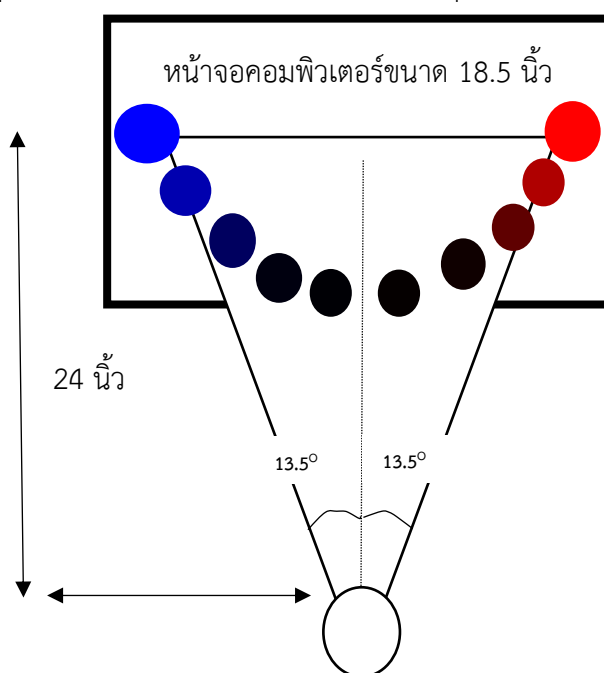
ส่วนที่ 1 คำชี้แจงขั้นตอนการฝึกปฏิบัติ เพื่อการเตรียมความพร้อมก่อนการฝึกปฏิบัติ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ประกอบด้วย คำอธิบายและสาธิตวิธีการนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ วิธีการเคลื่อนไหวตาทั้งสองข้างแบบสมูทเพอร์สูท ร่วมกับการฟังเสียงที่กำกับจังหวะการเคลื่อนไหวตา มุมการเคลื่อนไหวตาสองข้างแบบสมูทเพอร์สูท ขึ้นตอน วิธีการ ระยะเวลา การเคลื่อนไหวตาทั้งสองข้างแบบสมูทเพอร์สูท และการประเมินสภาพความพร้อมของร่างกาย ที่ถูกต้อง

ส่วนที่ 2 การฝึกปฏิบัติโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะประกอบด้วย 2 กิจกรรม ได้แก่ 1) การเคลื่อนไหวตาทั้งสองข้างแบบสมูท

เพอร์สัท ร่วมกับ 2) การฟังเสียงกำกับจังหวะที่มีอัตราความเร็วของจังหวะแบ่งออกเป็น 4 แบบ ความเร็วตั้งแต่ 40, 60, 80 และ 100 ครั้งต่อนาที

1) การเคลื่อนไหวตาทั้งสองข้างแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีลักษณะดังนี้

1.1) มุมการเคลื่อนไหวของตาสองข้างแบบสมูทเพอร์สัท ให้ทำมุม 27 องศา ไปทางซ้ายและทางขวาในแนวนอน (Christman, Garvey, Propper, & Phaneuf, 2003) โดยมีวิธีการเคลื่อนไหวของตาในลักษณะติดตามวัตถุวงกลมเคลื่อนที่ลักษณะวิถีโค้ง โดยวิธีการกำหนดให้ผู้รับการฝึกนั่งเก้าอี้ ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ขนาด 18.5 นิ้ว มีระยะห่างระหว่างตากับหน้าจอคอมพิวเตอร์ 24 นิ้ว ในระดับเดียวกับสายตา (Lyle & Edlin, 2014, p. 6) จะทำให้ได้มุมการเคลื่อนไหวของตาสองข้างแบบแนวนอน 27 องศา หรือเท่ากับ 13.5 องศา ระหว่างแนวกึ่งกลาง ไปทางซ้าย และทางขวาในแนวนอนซึ่งเป็นมุมการเคลื่อนไหวตาที่สามารถมองเห็นวัตถุได้ทั้งสองตาในขณะที่ใบหน้าตั้งตรง



ภาพที่ 55 มุมการเคลื่อนไหวตา และระยะห่างระหว่างตา กับหน้าจอคอมพิวเตอร์

1.2) สีของรูปวงกลมที่เคลื่อนที่เป็นระดับสัดส่วนสีผสม (RGB) เป็นรูปวงกลมสีแดง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร บนพื้นสีขาวปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์ รูปวงกลมปรากฏต่อมาในระดับสีที่ต่อเนื่องที่ระดับสายตาที่เปลี่ยนไปช่วงละ 3 องศา อัตราความเร็วของการเคลื่อนที่ของรูปวงกลมที่ปรากฏเคลื่อนที่ตามเสียงกำกับจังหวะ

2) การฟังเสียงกำกับจังหวะที่มีอัตราความเร็วของจังหวะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ความเร็วตั้งแต่ 40, 60, 80 และ 100 ครั้งต่อนาทีแต่ละรูปวงกลมที่เปลี่ยนไปมีช่วงเวลาเท่ากันโดยมีจังหวะของเสียงกำกับเคลื่อนไหวตาอย่างต่อเนื่อง โดยแต่ละสัปดาห์ที่ฝึกตามโปรแกรม จะเพิ่มระดับความเร็วของการเคลื่อนที่ตามระดับของเสียงกำกับจังหวะ 4 ระดับ เริ่มตั้งแต่ 40, 60, 80 และ 100 ครั้งต่อนาที การเคลื่อนที่ของรูปวงกลมรูปสุดท้ายจะปรากฏด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์ปรากฏเป็นสีน้ำเงิน

การกำหนดช่วงเวลา ในการเคลื่อนไหวตา ในแต่ละสัปดาห์ (ทั้งหมด 4 สัปดาห์) เป็นชุดการฝึกที่มีการกำหนดการเคลื่อนไหวตาที่มีช่วงเวลาการเคลื่อนที่ของวัตถุรูปวงกลม เพื่อให้มีการมองติดตามวัตถุที่ถูกกำหนดช่วงเวลาด้วยจังหวะที่สม่ำเสมอและเวลาเท่ากันในแต่ละรูปวงกลมที่ปรากฏ เริ่มจากสัปดาห์ที่ 1 ถึง สัปดาห์ที่ 4 อัตราความเร็วของเสียงกำกับจังหวะเริ่มที่ 40 ครั้งต่อนาที ในสัปดาห์ที่ 1 ถึง 100 ครั้งต่อนาที ในสัปดาห์ที่ 4

2. ผลของการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ด้วยวิธี การกำหนดภาพรูปวงกลมและสี จากโปรแกรมอะโดบี โฟโตชอปเวอร์ชัน CS5 (Adobe Photoshop CS5) และโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) จากนั้น กำหนดจำนวนของภาพรูปวงกลม ระยะเวลา ลักษณะการเคลื่อนที่และความเร็วของการเคลื่อนที่ จากการกำหนดด้วยภาษา ไพทอน (Python Programming Language) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

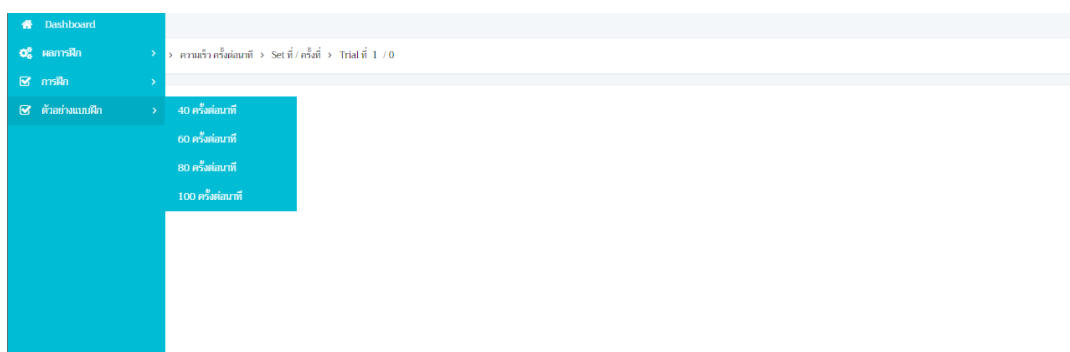
2.1 รูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีโครงสร้างหน้าจอหลัก แสดงดังภาพที่ 57 ถึง 59



ภาพที่ 56 ไอคอนการเข้าโปรแกรม



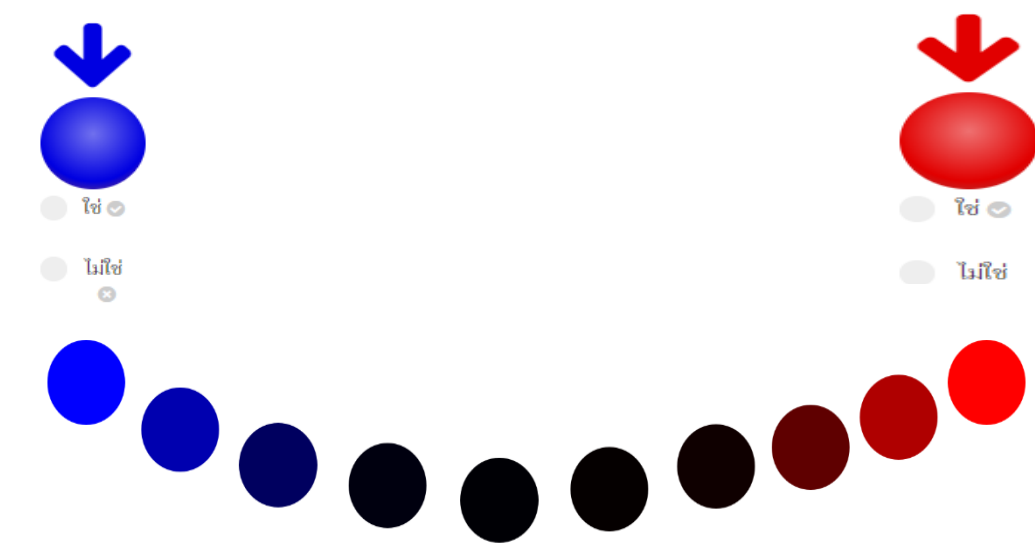
ภาพที่ 57 หน้าจอของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



ภาพที่ 58 แสดงหน้าจอของโปรแกรม ฯ และไอคอนฟังก์ชันต่างๆของการเข้าสู่การฝึก

จากภาพที่ 57 ถึง 59 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะประกอบด้วยเมนูหลักในการใช้งาน และส่วนคำชี้แจงของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

2.2 รายละเอียดของโปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีโครงสร้างหน้าจอคอมพิวเตอร์ภายในส่วนการฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ซึ่งจะแสดงภาพรูปวงกลมสีแดงปรากฏมุมซ้ายบนของหน้าจอคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ตามเวลาและความเร็วที่กำหนด แสดงตามภาพที่ 60



ภาพที่ 59 แสดงภาพรูปร่างกลมสีแดงปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เคลื่อนที่ตามเวลา และความเร็วที่กำหนด

3. ผลตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูท ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะโดยผู้เชี่ยวชาญ นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ด้านอุปกรณ์สำหรับฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ (Smooth Pursuit Eye Movement) ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดหน้าจอ 18.5 นิ้ว มีความคมชัด 1366 x 768 พิกเซล (Pixels) โปรแกรมฝึกเขียนด้วยภาษาไพทอน (Python Programming Language) ใช้คีย์บอร์ดแบบตัวเลข (Numeric Keypad) และเมาส์ (Mouse)

3.2 ด้านรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะประกอบด้วย ภาพรูปร่างกลมจำนวน 10 ภาพ ลักษณะของภาพที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ สีของภาพรูปร่างกลมที่แสดงได้จากการผสมด้วยโปรแกรมเพนท์ (Paint Brush) ความละเอียดของภาพ (Resolution) เท่ากับ 1366 x 768 พิกเซล (Pixels) จำนวนของภาพ รูปร่างกลมที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ปรากฏที่ละภาพทั้งหมด 10 ภาพ การเคลื่อนที่ของภาพรูปร่างกลมด้วยความเร็ว ของเสียงกำกับจังหวะเริ่มที่ 40 ครั้งต่อนาที ในสัปดาห์ที่ 1 ถึง 100 ครั้งต่อนาที ในสัปดาห์ที่ 4

3.3 ด้านวิธีฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ประกอบด้วย ทำนั่งตัวตรง หน้าตรง ใบหน้าไม่เคลื่อนไหวขณะฝึกการเคลื่อนไหวตา มีระยะห่างจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 24 นิ้ว มีมุมการมองที่ 27 องศา ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ 2 รอบ สลับกับการหลับพักสายตา 1 นาที เท่ากับ 1 Trial รวม 6 Trial ระยะเวลาฝึกการเคลื่อนไหวของตาตามโปรแกรมฝึก 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ครั้ง ครั้ง ละ 14 นาที ต่อเนื่องกัน เป็น ระยะเวลา 16 ครั้ง

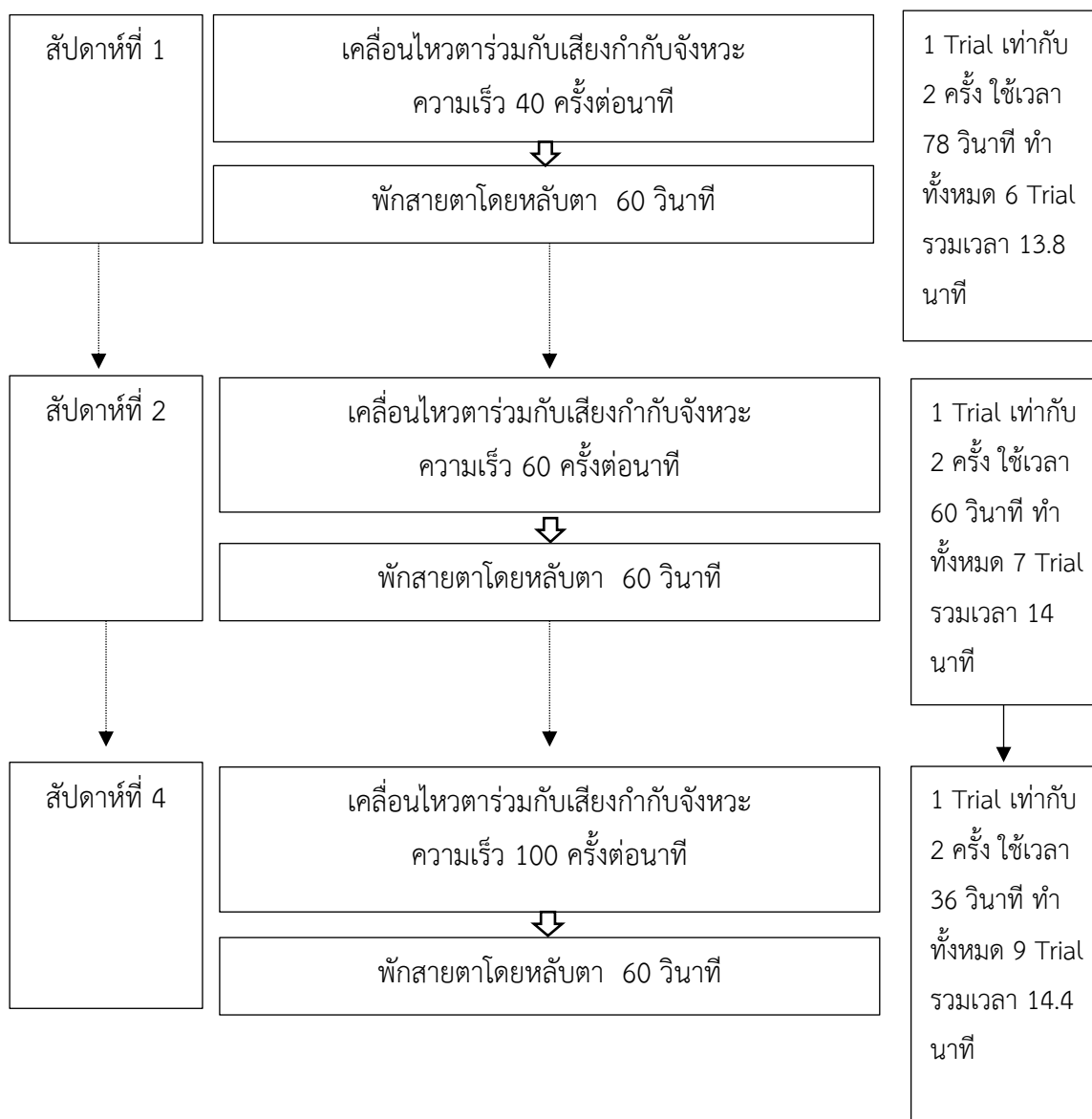
3.4 ด้านรูปแบบการใช้งาน ประกอบด้วย โปรแกรมฝึกเป็นลำดับขั้นตอน รายละเอียด

การฝึกครอบคลุมวัตถุประสงค์ มีความต่อเนื่อง โปรแกรมฝึกมีความง่ายต่อการใช้งาน การประเมินความเหมาะสม ใช้มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ นำผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแปลงเป็นคะแนน เพื่อใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลางระดับน้อยและระดับน้อยที่สุด ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ในด้านต่าง ๆ ปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ให้ความเห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ได้ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) เท่ากับ 1 แสดงว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่พัฒนาขึ้นเหมาะสมสำหรับการเพิ่มความใส่ใจของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง

การตรวจสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เพื่อตรวจสอบ หาข้อบกพร่องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจสอบ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ด้วยตนเองและนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะกับวัยรุ่นบาดเจ็บสมองในระดับปานกลางที่จำหน่ายจากโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา จำนวน 10 คน เพื่อทดสอบความสมบูรณ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฯ ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องของโปรแกรมจนสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ทั้งนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ที่มีการติดตั้งโปรแกรม Python แล้วเท่านั้น

3.5 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สามารถสรุปขั้นตอนการฝึก ได้ดังนี้

สรุปขั้นตอนการปฏิบัติในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ในแต่ละวัน



ภาพที่ 60 สรุปขั้นตอนการปฏิบัติในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดาแบบสมูทเพอร์สุท
ร่วมกับเสียงก่ากับจ้งหะ ในแต่ละวัน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องของผู้บาดเจ็บสมองระดับ ปานกลาง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับ เสียงก่ากับจ้งหะที่พัฒนาขึ้น

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดาแบบสมูทเพอร์
สุทร่วมกับเสียงก่ากับจ้งหะเพื่อเพิ่มความใส่ใจของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง โดยวิธีการวิจัย
เชิงทดลอง (Experimental Research Design) ใช้แบบแผนการทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง

แบบมีกลุ่มควบคุม (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2017, pp. 24-27) ในประเด็นความถูกต้องของการตอบสนอง เวลาปฏิกริยา ขณะทำแบบทดสอบ ความใส่ใจ ความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะและค่าเฉลี่ยพลังงาน สัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีผล การศึกษาดังนี้

ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ การเป็นโรคเกี่ยวกับ กล้ามเนื้อตา ประวัติการเจ็บป่วยทางจิต การมองเห็น ความถนัดในการใช้มือ การใช้คอมพิวเตอร์และ ประสบการณ์ฝึกการเพิ่มความใส่ใจ ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 จำนวนและร้อยละลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม (n = 22)		กลุ่มทดลอง (n = 22)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ				
1. ชาย	14	63.6	13	59.1
2. หญิง	8	36.4	9	40.9
อายุ				
1. 15 – 20 ปี	17	77.3	16	72.7
2. > 20 - 25 ปี	5	22.7	6	27.3
การศึกษา				
1. ประถมศึกษา	3	13.6	5	22.7
2. มัธยมศึกษาต้น	8	36.3	8	36.3
3. มัธยมศึกษาปลาย	8	36.3	6	27.3
4. ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	1	4.5	1	4.5
5. อุดมศึกษา	2	9.1	2	9.1
การรับประทานอาหารหลักในแต่ละวัน				
1. ครบ 3 มื้อ	11	50.0	12	54.5
2. ไม่ครบ 3 มื้อ	11	50.0	10	45.45

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม (n = 22)		กลุ่มทดลอง (n = 22)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
โรคประจำตัว				
1. มี	0	0	0	0
2. ไม่มี	22	100	22	100
การได้รับบาดเจ็บที่สมอง				
1. ได้รับการผ่าตัด	2	9.1	3	13.6
2. ไม่ได้รับการผ่าตัด	20	90.9	19	86.4
การรับประทานยาบำรุงหรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริม				
1. ไม่เคย	20	90.9	20	90.9
2. นานๆ ครั้ง	2	9.1	2	9.1
การนอนหลับ				
1. 4-6 ชม. ต่อก่อน	14	63.6	15	68.2
2. 7-9 ชม. ต่อก่อน	8	36.4	7	31.8
การออกกำลังกาย				
1. ออกกำลังกาย	11	50.0	12	54.5
2. ไม่ออกกำลังกาย	11	50.0	10	45.5
การเล่นเกมในคอมพิวเตอร์ หรือในโทรศัพท์มือถือ				
1. ทุกวัน	9	40.9	11	50.0
2. 1 วันต่อสัปดาห์	9	40.9	6	27.3
3. ไม่เคยเล่นเลย	4	18.2	5	22.7
การสูบบุหรี่				
1. สูบบุหรี่	5	22.7	6	27.3
2. ไม่สูบบุหรี่	17	77.3	16	72.7
คะแนนภาวะซึมเศร้า (PHQ 9 Score)				
1. < 9 คะแนน	22	100	22	100
การเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา				
ไม่มี	22	100	22	100

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม (n = 22)		กลุ่มทดลอง (n = 22)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
การมองเห็น				
ปกติ	22	100	22	100
การได้ยิน				
ปกติ	22	100	22	100
ความถนัดในการใช้มือขวา(Edinburgh Handiness Inventory Score > + 80 คะแนน)	22	100	22	100
การใช้คอมพิวเตอร์				
เป็น	22	100	22	100
ประสบการณ์ฝึกการเพิ่มความใส่ใจ				
ไม่มี	22	100	22	100

จากตารางที่ 16 กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 63.6 และ 59.1 เพศหญิง ร้อยละ 36.4 และ 40.9 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 15 – 20 ปี ร้อยละ 77.3 และ 72.7 การศึกษาระดับมัธยมต้น (ม.3) ร้อยละ 36.4 และ 45.5 ตามลำดับ การรับประทานอาหารหลักในแต่ละวันส่วนใหญ่รับประทานครบทั้ง 3 มื้อ และไม่มีโรคประจำตัว การได้รับบาดเจ็บทางสมองในระดับปานกลางโดยส่วนใหญ่ไม่ได้รับการผ่าตัด ร้อยละ 90.9 และ 86.4 ตามลำดับ ส่วนใหญ่ภายหลังการได้รับบาดเจ็บสมองไม่ได้รับประทานยาประเภทยาบำรุงหรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริม ร้อยละ 90.9 ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง การนอนหลับพักผ่อนส่วนใหญ่นอนได้ 4 – 6 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 63.6 และ 68.2 การออกกำลังกาย ร้อยละ 50 ออกกำลังกายเป็นประจำ ในกลุ่มทดลองมีการเล่นเกมสกีโดยส่วนใหญ่เกือบทุกวัน ร้อยละ 72.7 มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่เล่นเกมสกีทุกวันพบร้อยละ 40.9 ส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ร้อยละ 77.3 และ 72.7 ตามลำดับ ไม่มีประวัติการเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา มีการมองเห็น ปกติ ถนัดในการใช้มือขวา สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้และไม่มีประสบการณ์ในการฝึกการเพิ่มความใส่ใจ

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (เพศ) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	ลักษณะทั่วไป (เพศ)							
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	.35	.55	22	42	1.36	.49	-.30	.76
กลุ่มทดลอง			22		1.40	.50		

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (อายุ) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	ลักษณะทั่วไป (อายุ)							
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	1.77	.19	22	42	1.22	.42	-.66	.51
กลุ่มทดลอง			22		1.31	.47		

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (ระดับการศึกษา) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	ลักษณะทั่วไป (ระดับการศึกษา)							
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	.08	.76	22	42	2.50	1.18	.64	.52
กลุ่มทดลอง			22		2.27	1.16		

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การเล่นเกมส์) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	ลักษณะทั่วไป (การเล่นเกมส์)							
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	.72	.40	22	42	1.77	.75	.19	.85

กลุ่มทดลอง	22	1.72	.82

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การนอนหลับพักผ่อน) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	ลักษณะทั่วไป (การนอนหลับพักผ่อน)							
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	.38	.53	22	42	1.36	.49	.31	.75
กลุ่มทดลอง			22		1.31	.47		

ตารางที่ 22 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การรับประทานยาบำรุงหรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริม) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	ลักษณะทั่วไป (การรับประทานยาบำรุงหรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริม)							
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	.17	.67	22	42	1.50	.51	.29	.76
กลุ่มทดลอง			22		1.40	.50		

ตารางที่ 23 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การสูบบุหรี่) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	ลักษณะทั่วไป (การสูบบุหรี่)							
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	.46	.49	22	42	1.77	.42	.34	.73
กลุ่มทดลอง			22		1.72	.45		

ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การได้รับการผ่าตัด) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	ลักษณะทั่วไป (การได้รับการผ่าตัด)							
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	.88	.35	22	42	1.90	.29	.46	.64

กลุ่มทดลอง	22	1.86	.35

ตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทั่วไป (การออกกำลังกาย) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

	ลักษณะทั่วไป (การออกกำลังกาย)							
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มควบคุม	.17	.67	22	42	1.50	.51	.29	.76
กลุ่มทดลอง			22		1.45	.50		

จากตารางที่ 17 – 25 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลทั่วไปที่แบ่งตามลักษณะต่างๆ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา การเล่นเกมส์ การนอนหลับพักผ่อน การได้รับการรับประทานยาบำรุงหรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริม การสูบบุหรี่ การออกกำลังกาย และการได้รับการผ่าตัด ปรากฏว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกัน

1. ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ แสดงตามตารางที่ 26

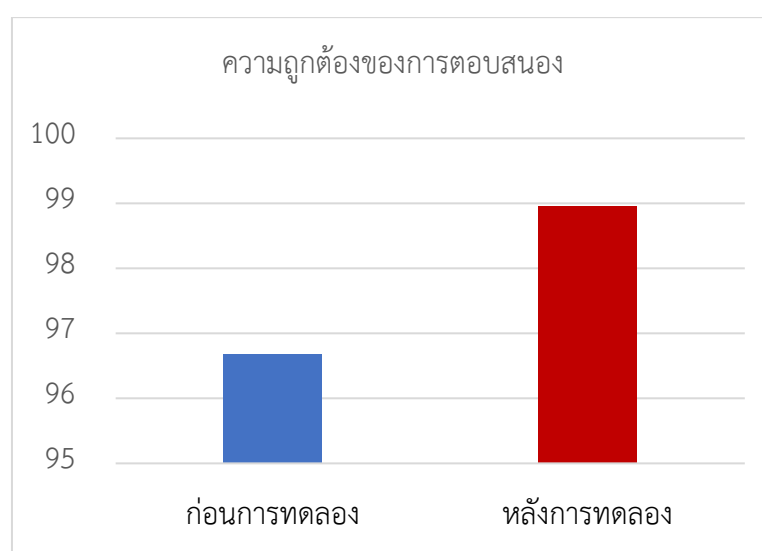
ตารางที่ 26 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

กลุ่ม	ความถูกต้องของการตอบสนอง (ร้อยละ)						
	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>ES</i>
ก่อนใช้โปรแกรม	22	21	96.68	5.46	2.03*	.05	.41
หลังใช้โปรแกรม	22		98.95	.65			

* $p < .05$

จากตารางที่ 26 แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ของกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบ

ความใส่ใจ มากกว่าก่อนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 2.03 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ส่งผลให้กลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 คือ กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่า ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังภาพที่ 62



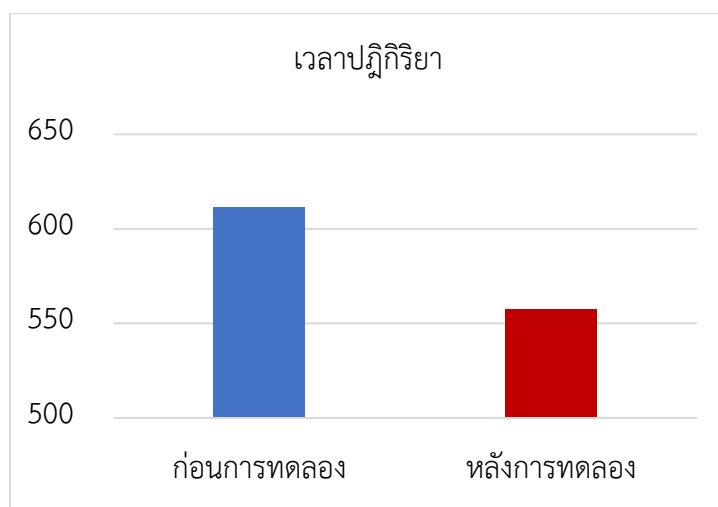
ภาพที่ 61 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความถูกต้องของการตอบสนองของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

กลุ่ม	ความถูกต้องของการตอบสนอง(ร้อยละ)						
	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>ES</i>
ก่อนใช้โปรแกรม	22	21	611.31	113.29	-3.20*	.00	.47
หลังใช้โปรแกรม	22		557.59	48.64			

* $p < .01$

จากตารางที่ 27 แสดงให้เห็นว่า หลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ของกลุ่มทดลองมีเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่าก่อนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ -3.20 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะส่งผลให้กลุ่มทดลองหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะมีเวลาปฏิกิริยาน้อยลง สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังภาพที่ 63



ภาพที่ 62 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ (มิลลิวินาที)

2.2 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังตารางที่ 28 – 29

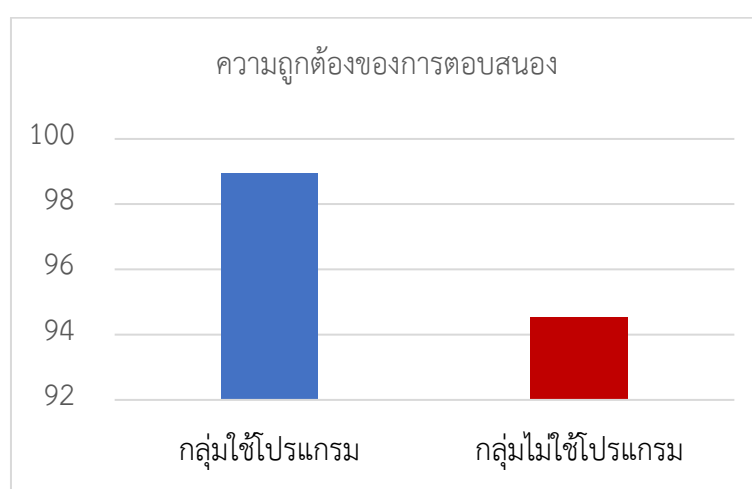
ตารางที่ 28 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

กลุ่ม	ความถูกต้องของการตอบสนอง(ร้อยละ)						
	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>ES</i>
ก่อนใช้โปรแกรม	22	21	98.95	.65	2.14*	.00	.42
หลังใช้โปรแกรม	22		94.54	9.60			

* $p < .01$

จากตารางที่ 28 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 2.14 มีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ส่งผลให้

กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากขึ้น สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 กลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่า กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบ ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังภาพที่ 64



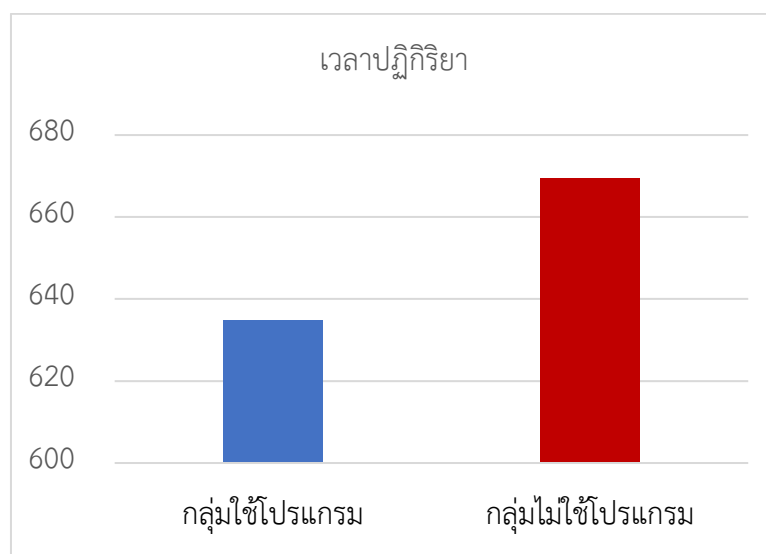
ภาพที่ 63 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยความถูกต้องการตอบสนองหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตารางที่ 29 ผลการเปรียบเทียบเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ (มิลลิวินาที)

กลุ่ม	ระยะเวลาปฏิกิริยา (MS)						
	<i>n</i>	<i>df</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>ES</i>
กลุ่มใช้โปรแกรม	22	21	634.63	57.61	2.52*	.03	.60
กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	22		669.45	44.02			

* $p < .05$

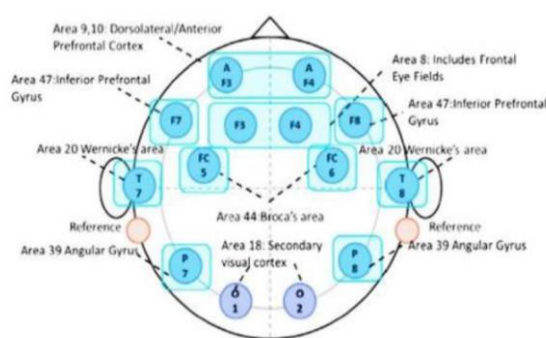
จากตารางที่ 29 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ โดยพิจารณาที่ค่า t เท่ากับ 2.52 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ส่งผลให้กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะมีเวลาปฏิกิริยาน้อยลง สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 คือกลุ่มทดลองหลังใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มีเวลาปฏิกิริยาน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มใช้โปรแกรมกับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังภาพที่ 65



ภาพที่ 64 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ (มิลลิวินาที)

3. ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

1. ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมบูรณ์ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง โดย นำเสนอตามตำแหน่งอิเล็กโทรดทั้ง 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC⁺ ซึ่งรองรับสมองส่วนต่าง ๆ ดังภาพที่ 66



ภาพที่ 65 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC⁺

จากภาพที่ 66 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC⁺ โดยแบ่งการรองรับบริเวณสมองส่วนต่าง ๆ ดังนี้ บริเวณเปลือกสมองส่วนพรอนทัล (Frontal Lobe) ได้แก่ AF3, F7, F3, F4, F8 และ AF4 บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central Lobe) ได้แก่ FC5 และ FC6 บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal Lobe) ได้แก่ P7 และ P8 บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal Lobe) ได้แก่ T7 และ T8 และบริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital Lobe) ได้แก่ O1 และ O2 (McMahan et al., 2015) โดยสำหรับการวิจัยนี้ผู้วิจัยขอแนะนำเฉพาะบริเวณสมองที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ ได้แก่ บริเวณเปลือกสมองส่วนพรอนทัล (Frontal Lobe) บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal Lobe) และบริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal Lobe) (Shearer & Karanian, 2017) สำหรับตรวจสอบด้วยค่าพลังงานสัมบูรณ์ (Absolute Power) ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Alpha (8-12 Hz), Low Beta (12-16 Hz), และ High Beta (16-25 Hz) ตามข้อค้นพบจากรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ

1.1 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมบูรณ์ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha (8-12 Hz) ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัดตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

การวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมีจำนวนเท่ากัน ดังนั้นลักษณะความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม จึงไม่มีผลต่อการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha (8-12 Hz) ในระยะก่อนและหลังการทดลอง (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2014)

ตารางที่ 30 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

ระยะเวลาวัด/ อิเล็กโทรด	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
ระยะก่อนทดลอง						
AF3	3.41	.88	0.67	0.56	.95	.47
F7	3.63	1.00	-0.80	0.89	.94	.24
F3	3.62	.80	0.02	-0.94	.93	.16
FC5	3.43	1.17	0.32	0.34	.98	.98
T7	2.76	.97	0.23	-0.25	.98	.91
P7	2.80	.97	0.30	-0.78	.96	.49
O1	2.76	.77	0.98	0.69	.91	.07
O2	2.67	.67	-0.08	0.84	.97	.74
T8	3.32	2.07	0.95	0.26	.91	.06
P8	3.09	1.64	0.36	-0.96	.94	.28
FC6	3.14	1.52	0.00	-1.43	.92	.09
F4	3.32	2.56	0.58	0.16	.93	.13
F8	3.11	1.26	0.15	-0.89	.95	.41
AF4	3.72	1.07	0.47	-0.70	.92	.09

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ระยะเวลาวัด/ อิเล็กโทรด	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
ระยะหลังทดลอง						
AF3	3.58	.54	0.55	-0.24	.96	.49
F7	3.61	.65	0.52	-0.05	.94	.21
F3	3.93	.85	-0.00	-0.84	.96	.64
FC5	3.54	.85	0.78	0.49	.94	.27
T7	4.56	1.22	-0.31	-1.29	.92	.08
P7	3.79	1.23	0.15	-1.39	.91	.05
O1	3.10	.59	0.45	0.25	.95	.32
O2	3.54	1.19	-0.27	-0.79	.96	.68
T8	2.99	.96	0.27	-0.65	.97	.74
P8	3.79	1.10	0.00	-0.30	.95	.44
FC6	4.20	1.02	0.00	-0.47	.95	.42
F4	4.11	2.34	0.63	-0.75	.91	.05
F8	3.97	.62	-0.01	-0.56	.98	.98
AF4	4.86	1.72	0.13	-0.24	.96	.60

* $p < .05$

จากตารางที่ 30 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ ปรากฏว่า ก่อนการทดลอง ข้อมูลจากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ AF4 มีค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ p ของสถิติทดสอบ Shapiro Wilk มากกว่า .05 ซึ่งให้เห็นว่า ข้อมูล พลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha จากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ AF4 ในก่อนการทดลองมีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ และเมื่อพิจารณาถึงค่าความเบ้และความความโด่ง ของข้อมูลจากตำแหน่ง อิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ

AF4 มีค่ายกกำลังสองไม่เกิน 6 ซึ่งให้เห็นว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ก่อนและหลังการทดลอง มีลักษณะการแจกแจงข้อมูลใกล้เคียงกับโค้งปกติที่สามารถยอมรับได้

สรุปได้ว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha (8-12 Hz) ก่อนและหลังการทดลอง ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) มีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ ซึ่งให้เห็นว่า สามารถนำข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าสมอง ในกลุ่มทดลอง ไปทดสอบ ด้วยสถิติอื่นในขั้นตอนต่อไปได้

1.2 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta (12-16 Hz) ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัดตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

การวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมีจำนวนเท่ากัน ดังนั้นลักษณะความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม จึงไม่มีผลต่อการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta (12-16 Hz) ในระยะก่อนและหลังการทดลอง (Hair et al., 2014)

ตารางที่ 31 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Low Beta ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

ระยะเวลาวัด/ อิเล็กโทรด	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
ระยะก่อนทดลอง						
AF3	1.26	0.46	0.49	0.30	.96	.69
F7	1.35	0.54	0.25	-0.35	.95	.44
F3	1.63	0.78	1.02	2.07	.93	.18
FC5	0.97	0.55	1.00	1.03	.90	.03
T7	0.61	0.29	0.27	-0.88	.95	.33
P7	0.80	0.41	0.26	-1.01	.91	.05
O1	1.09	0.52	0.06	-1.20	.92	.09

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ระยะเวลาวัด/ อิเล็กทรอนิกส์	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
O2	1.24	0.67	1.11	1.18	.91	.06
T8	1.13	0.44	0.39	-1.14	.91	.06
P8	1.40	0.58	-0.38	-0.48	.94	.20
FC6	1.50	0.51	0.91	0.41	.91	.06
F4	1.51	0.96	0.68	-0.54	.92	.09
F8	1.73	0.96	0.92	0.13	.91	.06
AF4	1.46	0.60	0.73	-0.32	.93	.14
ระยะหลังทดลอง						
AF3	1.27	.40	0.01	-0.89	.96	.64
F7	1.22	.49	0.46	-0.01	.91	.07
F3	1.61	.33	-0.03	-0.70	.97	.79
FC5	0.86	.36	0.40	-1.12	.93	.15
T7	1.15	.24	0.33	0.85	.93	.16
P7	1.17	.24	-0.93	0.45	.91	.07
O1	0.94	.40	0.72	0.20	.93	.12
O2	2.13	.50	-0.23	-1.04	.94	.24
T8	1.99	.39	-0.17	-1.22	.94	.25
P8	1.89	.41	0.56	-0.28	.96	.48
FC6	1.35	.72	1.05	0.60	.90*	.04
F4	1.18	.73	0.73	0.02	.93	.17
F8	1.18	.60	1.13	1.77	.91	.06
AF4	1.20	.52	0.28	-0.95	.93	.18

* $p < .05$

จากตารางที่ 31 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์
ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ
(Attention Network Test; ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กทรอนิกส์และแบบทดสอบ

ปรากฏว่า ก่อนการทดลอง ข้อมูลจากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, T7, O1, O2, T8, P8, F4, F8 และ AF4 มีค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ p ของสถิติทดสอบ Shapiro Wilk มากกว่า .05 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้อมูล พลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha จากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, T7, O1, O2, T8, P8, F4, F8 และ AF4 ในก่อนการทดลองมีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ และเมื่อพิจารณาถึงค่าความเบ้และความความโด่ง ของข้อมูลจากตำแหน่ง อิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ AF4 มีค่ายกกำลังสองไม่เกิน 6 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ในกลุ่มทดลอง ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test; ANT) ก่อนและหลังการทดลอง มีลักษณะการแจกแจงข้อมูลใกล้เคียงกับโค้งปกติที่สามารถยอมรับได้

สรุปได้ว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ก่อนและหลังการทดลอง ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) มีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า สามารถนำข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าสมอง ในกลุ่มทดลอง ไปทดสอบ ด้วยสถิติอื่นในขั้นตอนต่อไปได้

1.3 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta (16-25 Hz) ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัดตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

การวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมีจำนวนเท่ากัน ดังนั้นลักษณะความความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม จึงไม่มีผลต่อการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน High Beta (16-25 Hz) ในระยะก่อนและหลังการทดลอง (Hair et al., 2014)

ตารางที่ 32 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน High Beta ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

ระยะเวลาวัด/อิเล็กโทรด	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
ระยะก่อนทดลอง						
AF3	0.49	.26	0.13	-0.80	.95	.38
F7	0.41	.16	-0.10	0.50	.92	.07
F3	0.39	.25	0.33	-1.29	.92	.08

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ระยะเวลาวัด/อิเล็กทรอนิกส์	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
FC5	0.50	.20	-0.09	0.55	.95	.42
T7	0.44	.27	0.49	-0.93	.92	.11
P7	0.41	.20	0.70	-0.37	.92	.09
O1	0.45	.23	0.42	-1.07	.93	.12
O2	0.41	.23	0.66	0.46	.94	.33
T8	0.55	.20	0.55	-0.49	.95	.39
P8	0.61	.28	0.21	0.03	.97	.88
FC6	0.55	.18	-0.79	1.35	.94	.21
F4	0.49	.27	0.13	-0.99	.97	.70
F8	0.49	.25	-0.28	-0.03	.93	.14
AF4	0.61	.29	0.23	-0.78	.96	.51
AF3	0.89	.41	0.29	-1.28	.91	.06
F7	1.13	.26	0.47	0.09	.92	.08
F3	1.06	.27	-0.36	-0.91	.94	.19
FC5	0.75	.42	0.35	-1.32	.91	.05
T7	1.19	.22	0.84	2.45	.91	.06
P7	1.11	.17	-0.26	-1.11	.92	.11
O1	1.03	.32	0.23	-0.43	.94	.23
O2	0.81	.41	0.08	-1.42	.92	.08
T8	0.86	.38	-0.09	-1.24	.91	.06
P8	1.37	.26	-0.49	-0.10	.93	.16
FC6	0.69	.32	0.94	0.87	.93	.12
F4	0.63	.36	0.67	-0.49	.92	.09
F8	1.28	.31	-0.69	-0.49	.91	.06
AF4	0.85	.48	0.79	-0.17	.91	.06

* $p < .05$

จากตารางที่ 32 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ ปรากฏว่า ก่อนการทดลอง ข้อมูลจากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ AF4 มีค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ p ของสถิติทดสอบ Shapiro Wilk มากกว่า .05 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้อมูล พลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta จากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ AF4 ในก่อนการทดลองมีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ และเมื่อพิจารณาถึงค่าความเบ้และความความโด่ง ของข้อมูลจากตำแหน่ง อิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ AF4 มีค่ายกกำลังสองไม่เกิน 6 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ก่อนและหลังการทดลอง มีลักษณะการแจกแจงข้อมูลใกล้เคียงกับโค้งปกติที่สามารถยอมรับได้สรุปได้ว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ก่อนและหลังการทดลอง ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) มีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า สามารถนำข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าสมอง ในกลุ่มทดลอง ไปทดสอบด้วยสถิติอื่นในขั้นตอนต่อไปได้

1.4 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha (8-12 Hz) ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัดตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

การวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมีจำนวนเท่ากัน ดังนั้นลักษณะความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม จึงไม่มีผลต่อการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha (8-12 Hz) ในระยะก่อนและหลังการทดลอง (Hair et al., 2014)

ตารางที่ 33 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Alpha ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

ระยะเวลาวัด/ อิเล็กโทรด	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
ระยะก่อนทดลอง						
AF3	3.28	.96	-0.36	-1.26	.92	.08
F7	3.71	.55	0.42	-0.67	.91	.05
F3	3.63	.86	-0.10	-0.79	.94	.24
FC5	3.25	1.57	0.12	-1.22	.93	.19
T7	3.17	.82	0.53	-0.56	.94	.21
P7	2.93	.42	0.58	-0.45	.92	.08
O1	2.58	1.53	0.28	-1.17	.91	.06
O2	3.04	1.70	0.46	-0.54	.94	.26
T8	3.30	.55	-0.31	-0.33	.97	.89
P8	3.57	.87	-0.30	-1.16	.93	.15
FC6	3.53	1.21	0.05	-1.13	.93	.19
F4	3.70	.96	-0.44	-0.61	.94	.29
F8	3.28	.80	-0.18	-1.18	.91	.05
AF4	3.60	.61	-0.26	-0.27	.94	.27
ระยะหลังทดลอง						
AF3	3.50	.60	0.13	0.22	.97	.74
F7	3.43	.57	-0.16	0.21	.97	.83
F3	3.11	.63	-0.31	-1.16	.93	.17
FC5	3.54	.72	-0.38	-0.10	.94	.28
T7	3.37	.76	0.14	-0.43	.97	.83
P7	3.24	.88	0.46	-0.92	.93	.16
O1	2.69	.55	0.54	-0.33	.96	.48
O2	3.47	1.06	0.92	0.56	.91	.06

ตารางที่ 33 (ต่อ)

ระยะเวลาวัด/ อิเล็กโทรด	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
T8	3.34	.67	0.29	0.83	.95	.36
P8	3.54	1.01	0.61	-0.29	.92	.10
FC6	3.53	1.05	-0.59	-0.33	.93	.14
F4	3.37	1.32	-0.31	-1.03	.93	.12
F8	4.42	2.54	0.79	-0.07	.92	.11
AF4	3.69	.77	-0.99	1.70	.93	.16

* $p < .05$

จากตารางที่ 33 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ ปรากฏว่า ก่อนการทดลอง ข้อมูลจากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ AF4 มีค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ p ของสถิติทดสอบ Shapiro Wilk มากกว่า .05 ซึ่งให้เห็นว่า ข้อมูล พลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha จากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ AF4 ในก่อนการทดลองมีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ และเมื่อพิจารณาถึงค่าความเบ้และความความโด่ง ของข้อมูลจากตำแหน่ง อิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ AF4 มีค่ายกกำลังสองไม่เกิน 6 ซึ่งให้เห็นว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ก่อนและหลังการทดลอง มีลักษณะการแจกแจงข้อมูลใกล้เคียงกับโค้งปกติที่สามารถยอมรับได้

สรุปได้ว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ก่อนและหลังการทดลอง ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) มีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ ซึ่งให้เห็นว่า สามารถนำข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าสมอง ในกลุ่มทดลอง ไปทดสอบด้วยสถิติอื่นในขั้นตอนต่อไปได้

1.5 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Low Beta (12-16 Hz) ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัดตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

การวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมีจำนวนเท่ากัน ดังนั้นลักษณะความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม จึงไม่มีผลต่อการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta (12-16 Hz) ในระยะก่อนและหลังการทดลอง (Hair et al., 2014)

ตารางที่ 34 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

ระยะเวลาวัด/ อิเล็กโทรด	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
ระยะก่อนทดลอง						
AF3	1.96	.82	0.19	-0.56	.95	.43
F7	2.27	1.19	0.47	-0.58	.93	.16
F3	2.06	.94	0.73	1.08	.94	.28
FC5	1.81	.88	0.85	1.90	.92	.10
T7	1.14	.56	0.66	1.34	.93	.14
P7	1.30	.66	0.25	-0.95	.92	.11
O1	1.25	.65	0.47	0.31	.93	.12
O2	1.70	.92	0.59	-0.10	.94	.26
T8	1.68	.72	0.74	0.47	.92	.09
P8	2.18	1.22	0.91	0.80	.92	.08
FC6	2.37	.94	-0.20	1.23	.92	.11
F4	2.27	.94	-0.09	-0.81	.94	.19
F8	2.34	.98	0.11	-1.01	.94	.27
AF4	2.55	1.09	0.05	-0.69	.96	.62
ระยะหลังทดลอง						
AF3	1.59	.63	0.33	-1.24	.92	.08
F7	1.42	.73	0.50	-0.74	.93	.17
F3	1.27	.73	0.67	-0.47	.91	.05

ตารางที่ 34 (ต่อ)

ระยะเวลาวัด/ อิเล็กโทรด	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
FC5	1.22	.71	0.72	-0.47	.91	.07
T7	1.17	.58	0.55	-0.71	.92	.09
P7	1.18	.68	0.71	-0.57	.91	.07
O1	1.19	.60	0.56	-0.82	.92	.09
O2	1.47	.88	0.54	-0.82	.93	.13
T8	1.76	.82	0.36	-1.16	.92	.10
P8	1.63	.88	1.05	1.05	.92	.07
FC6	2.24	.95	0.41	-1.06	.93	.17
F4	1.79	.89	-0.03	-1.58	.90*	.04
F8	2.14	1.03	0.82	0.31	.94	.22
AF4	1.74	.82	0.32	-1.29	.91	.06

* $p < .05$

จากตารางที่ 34 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ ปรากฏว่า ก่อนการทดลอง ข้อมูลจากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F8 และ AF4 มีค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ p ของสถิติทดสอบ Shapiro Wilk มากกว่า .05 ซึ่งให้เห็นว่า ข้อมูล พลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha จากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F8 และ AF4 ในก่อนการทดลองมีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ และเมื่อพิจารณาถึงค่าความเบ้และความความโด่ง ของข้อมูลจากตำแหน่ง อิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F8 และ AF4 มีค่ายกกำลังสองไม่เกิน 6 ซึ่งให้เห็นว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ก่อนและหลังการทดลอง มีลักษณะการแจกแจงข้อมูลใกล้เคียงกับโค้งปกติที่สามารถยอมรับได้

สรุปได้ว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ก่อนและหลังการทดลอง ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test:

ANT) มีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ ซึ่งให้เห็นว่า สามารถนำข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าสมอง ในกลุ่มทดลอง ไปทดสอบ ด้วยสถิติอื่นในขั้นตอนต่อไปได้

1.6 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta (16-25 Hz) ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัดตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

การวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมีจำนวนเท่ากัน ดังนั้นลักษณะความความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม จึงไม่มีผลต่อการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta (16-25 Hz) ในระยะก่อนและหลังการทดลอง (Hair et al., 2014)

ตารางที่ 35 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ

ระยะเวลาวัด/อิเล็กโทรด	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
ระยะก่อนทดลอง						
AF3	1.12	.53	0.84	0.66	.93	.13
F7	1.14	.63	0.91	1.07	.93	.12
F3	1.13	.40	-0.07	-1.08	.96	.57
FC5	1.09	.57	1.23	2.74	.91	.05
T7	0.81	.40	0.56	0.06	.96	.47
P7	0.88	.40	-0.38	-1.18	.92	.10
O1	0.81	.45	0.38	-0.76	.95	.31
O2	1.12	.41	-0.41	-1.22	.91	.05
T8	1.06	.56	0.81	0.32	.92	.08
P8	1.18	.75	0.93	0.41	.91	.05
FC6	1.12	.37	0.01	-1.15	.95	.45
F4	1.19	.49	0.00	-1.02	.92	.09
F8	1.35	.61	0.50	-0.60	.95	.40
AF4	1.64	.76	0.08	-1.32	.92	.10

ตารางที่ 35 (ต่อ)

ระยะเวลาวัด/อิเล็กโทรด	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>SK</i>	<i>KU</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>p</i>
ระยะหลังทดลอง						
AF3	1.01	.52	0.57	-0.63	.92	.07
F7	0.81	.40	0.70	-0.64	.91	.05
F3	0.83	.45	0.33	-1.05	.92	.11
FC5	1.02	.45	0.08	-1.49	.91	.06
T7	1.00	.46	0.02	-0.81	.91	.05
P7	0.95	.34	-0.17	-1.40	.91	.05
O1	0.76	.41	0.17	-1.39	.91	.05
O2	1.01	.44	0.06	-1.10	.93	.13
T8	1.06	.43	0.19	-0.78	.96	.62
P8	0.97	.43	0.62	-0.38	.94	.19
FC6	1.05	.40	0.74	-0.52	.91	.05
F4	0.93	.48	0.63	-0.50	.93	.12
F8	1.03	.44	0.87	0.79	.93	.15
AF4	1.09	.45	0.04	-1.49	.91	.06

* $p < .05$

จากตารางที่ 35 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ของข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) จำแนกตามระยะเวลาวัด ตำแหน่งอิเล็กโทรดและแบบทดสอบ ปรากฏว่า ก่อนการทดลอง ข้อมูลจากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, T7, P7, O1, T8, FC6, F4, F8 และ AF4 มีค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ p ของสถิติทดสอบ Shapiro Wilk มากกว่า .05 ซึ่งให้เห็นว่า ข้อมูล พลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta จากตำแหน่งอิเล็กโทรด AF3, F7, F3, T7, P7, O1, T8, FC6, F4, F8 และ AF4 ในก่อนการทดลองมีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ และเมื่อพิจารณาถึงค่าความเบ้และความความโด่ง ของข้อมูลจากตำแหน่ง อิเล็กโทรด AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, T8, P8, FC6, F4, F8 และ AF4 มีค่ายกกำลังสองไม่เกิน 6 ซึ่งให้เห็นว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High

Beta ในกลุ่มทดลองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ก่อนและหลังการทดลอง มีลักษณะการแจกแจงข้อมูลใกล้เคียงกับโค้งปกติที่สามารถยอมรับได้

สรุปได้ว่า ข้อมูลพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ก่อนและหลังการทดลอง ในกลุ่มควบคุมขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) มีการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติ ซึ่งให้เห็นว่า สามารถนำข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าสมอง ในกลุ่มทดลอง ไปทดสอบด้วยสถิติอื่นในขั้นตอนต่อไปได้

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha และ Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตารางที่ 36 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha (μV^2) ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

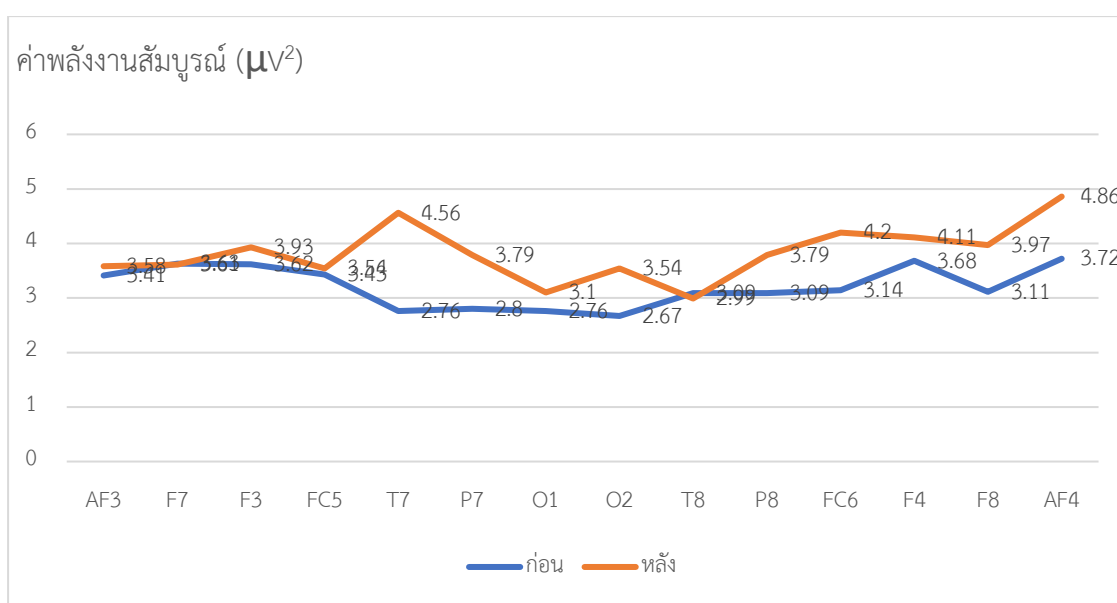
	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=22)							
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม					
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	M	SD	M	SD	MD	t	p	
AF3	3.41	.88	3.58	.54	-0.17	-.78	.44	
F7	3.63	1.00	3.61	.65	0.02	.10	.91	
F3	3.62	.80	3.93	.85	-0.31	-1.38	.18	
FC5	3.43	1.17	3.54	.85	-0.11	-.36	.71	
T7	2.76	.97	4.56	1.22	-1.8	-6.40*	.00	
P7	2.80	.97	3.79	1.23	-0.99	-2.90*	.00	
O1	2.76	.77	3.10	.59	-0.34	-1.54	.13	
O2	2.67	.67	3.54	1.19	-0.87	-2.89*	.00	
T8	3.09	1.31	2.99	.96	0.1	.32	.74	
P8	3.09	1.64	3.79	1.09	-0.7	-2.02	.05	
FC6	3.14	1.52	4.20	1.02	-1.06	-3.01*	.00	
F4	3.68	.85	4.11	2.34	-0.43	-.83	.41	

ตารางที่ 36 (ต่อ)

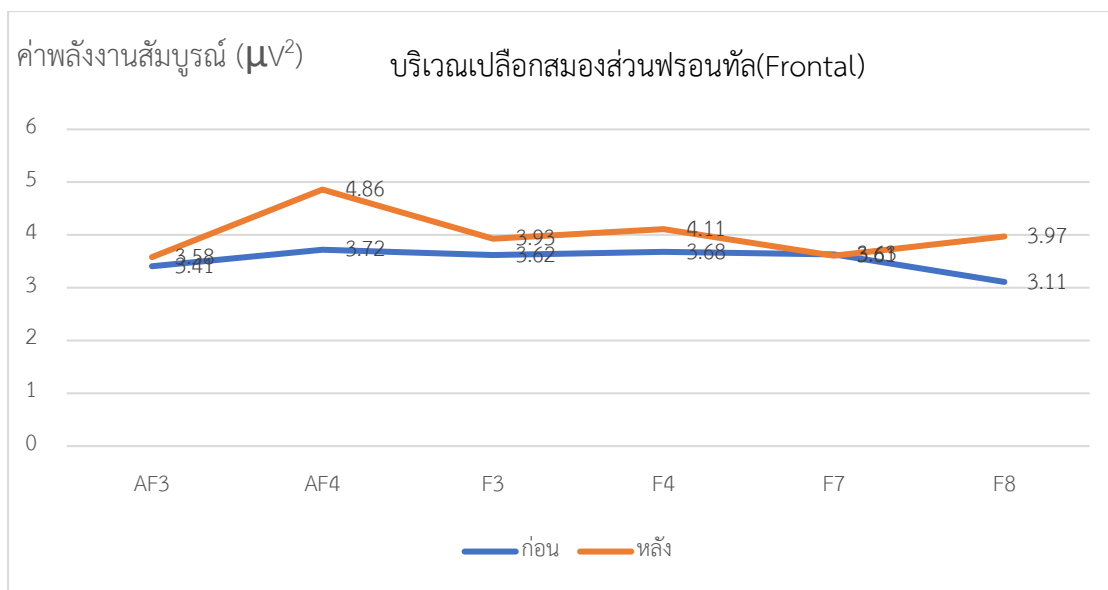
	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=22)				MD	t	p
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม				
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	M	SD	M	SD			
F8	3.11	1.26	3.97	.62	-0.86	-2.98*	.00
AF4	3.72	1.07	4.86	1.72	-1.14	-2.77*	.01

* $p < .01$

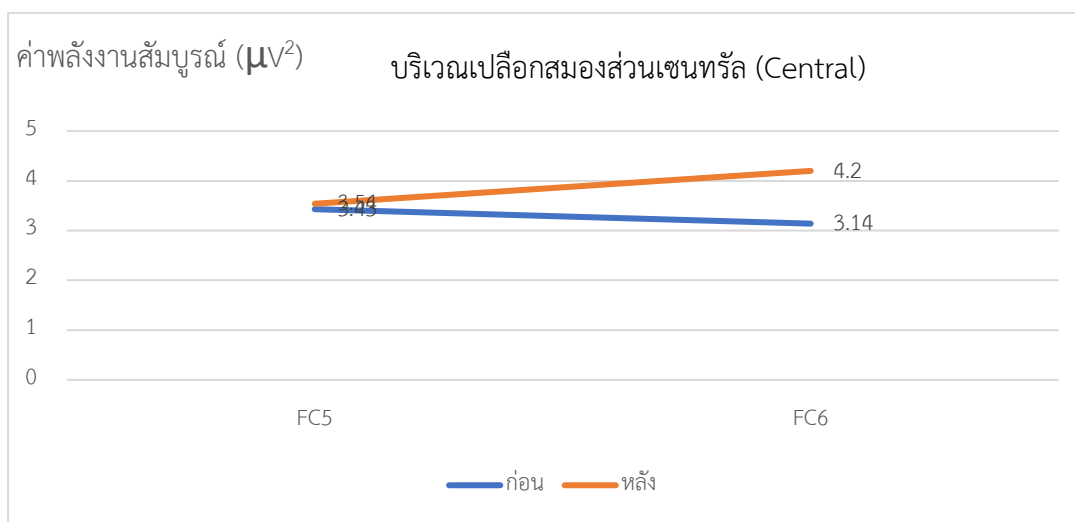
แสดงดังภาพที่ 67 ถึง 73



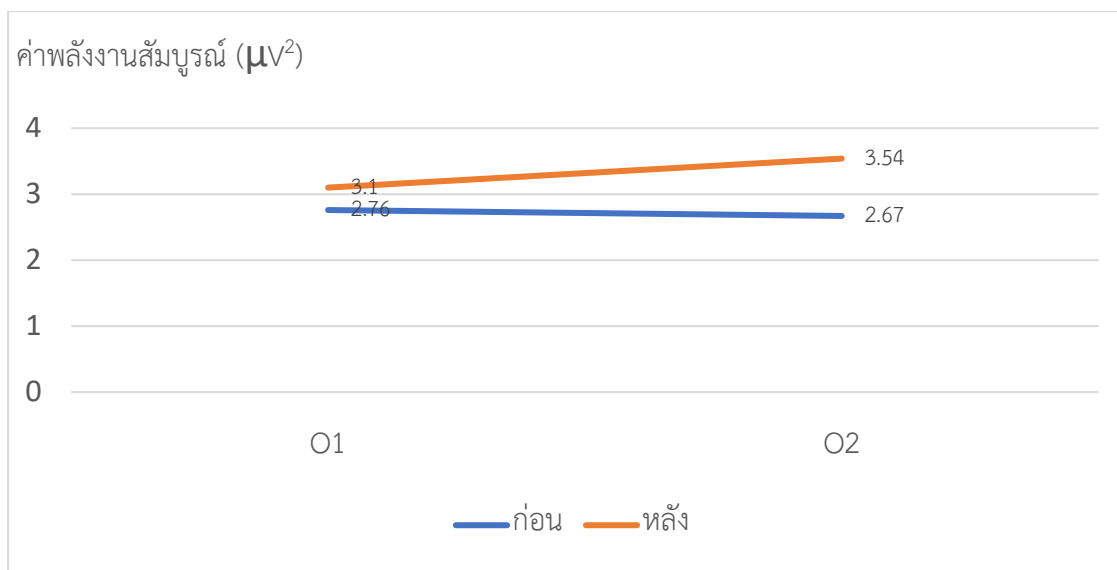
ภาพที่ 66 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรม



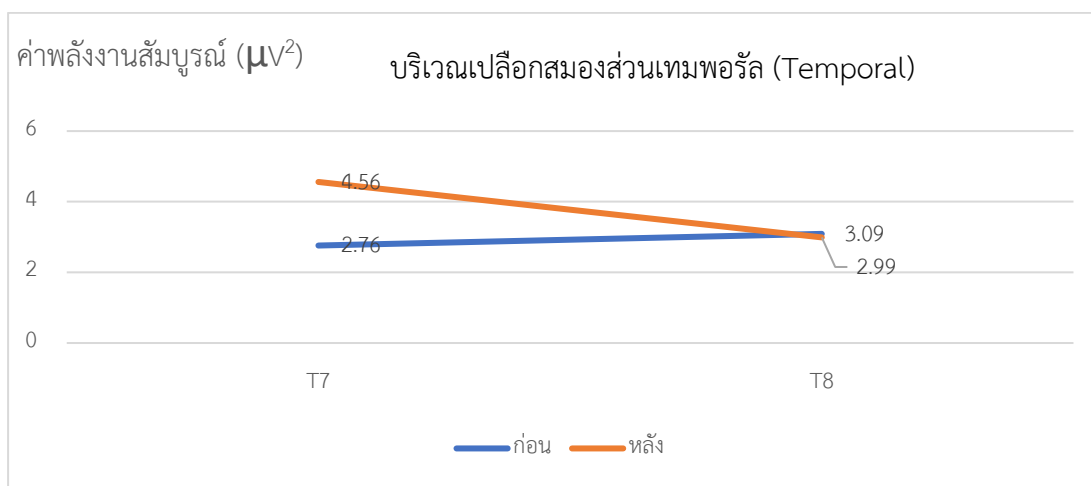
ภาพที่ 67 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ญาณ Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรม



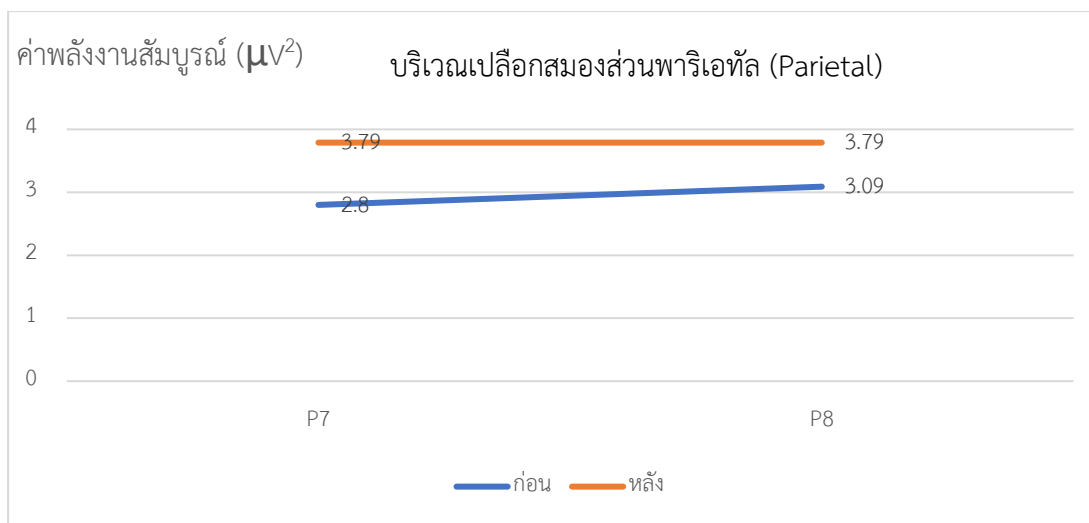
ภาพที่ 68 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ญาณ Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรม



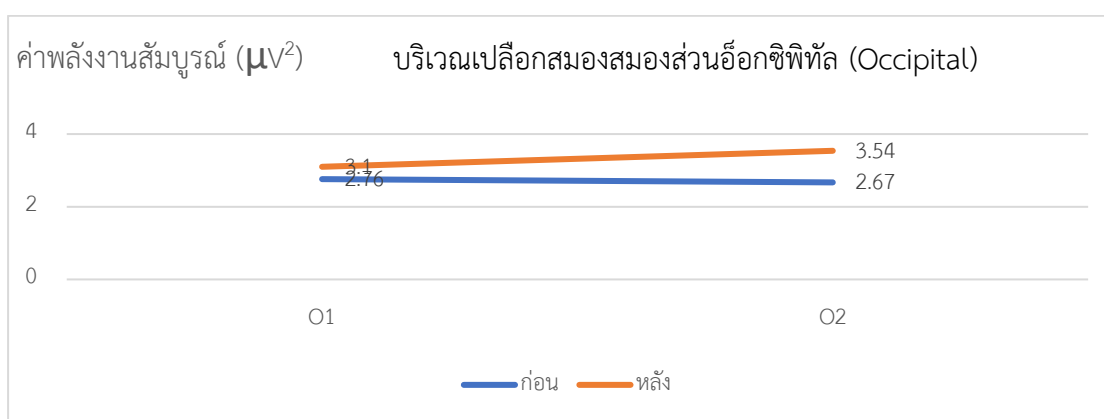
ภาพที่ 69 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital Lobe) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 70 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม



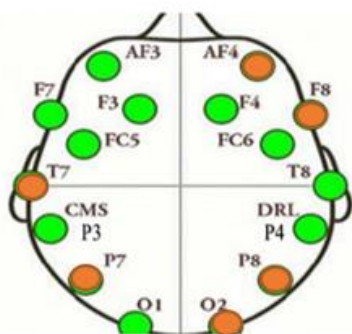
ภาพที่ 71 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 72 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม

จากตารางที่ 36 และภาพที่ 67 ถึง 73 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึก การเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง อิเล็กโทรดบริเวณ เปลือกสมองส่วนพ

รอนทัล (Frontal Lobe) ที่ตำแหน่ง AF4 และ F8 บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal Lobe) ที่ตำแหน่ง P7 และ P8 บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O2 และ บริเวณเปลือกสมองเทมพอร์ลัล (Temporal Lobe) ที่ตำแหน่ง T7 ดังภาพที่ 74



ภาพที่ 73 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+ กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการ ทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง

ตารางที่ 37 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test; ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตา แบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ

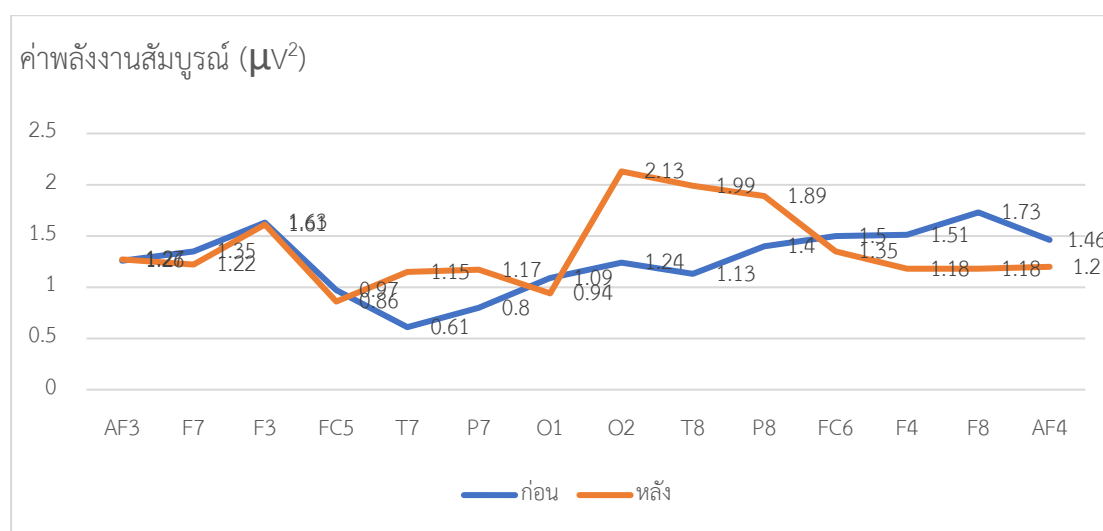
	กลุ่มผู้ใช้โปรแกรม (n=22)				MD	t	p
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม				
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	M	SD	M	SD			
AF3	1.26	.46	1.27	.40	-0.01	-.07	.94
F7	1.35	.54	1.22	.49	0.13	.79	.43
F3	1.63	.78	1.61	.33	0.02	.08	.93
FC5	.97	.55	.86	.36	0.11	.81	.42
T7	.61	.29	1.15	.24	-0.54	-6.9*	.00
P7	.80	.41	1.17	.24	-0.37	-3.5*	.00
O1	1.09	.52	.94	.40	0.15	1.15	.26

ตารางที่ 37 (ต่อ)

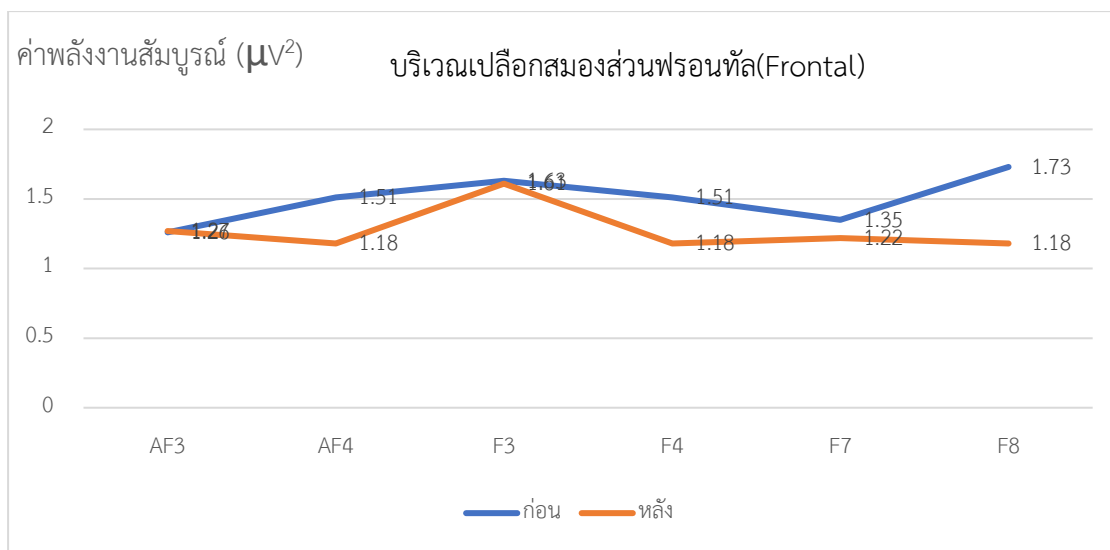
	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=22)				MD	t	p
	ก่อนใช้โปรแกรม		หลังใช้โปรแกรม				
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	M	SD	M	SD			
O2	1.24	.67	2.13	.50	-0.89	-4.94*	.00
T8	1.13	.44	1.99	.39	-0.86	-6.93*	.00
P8	1.40	.58	1.89	.41	-0.49	-3.42*	.00
FC6	1.50	.51	1.35	.72	0.15	.81	.42
F4	1.51	.96	1.18	.73	0.33	1.53	.13
F8	1.73	.96	1.18	.60	0.55	2.62*	.01
AF4	1.46	.60	1.20	.52	0.26	1.51	.14

* $p < .01$

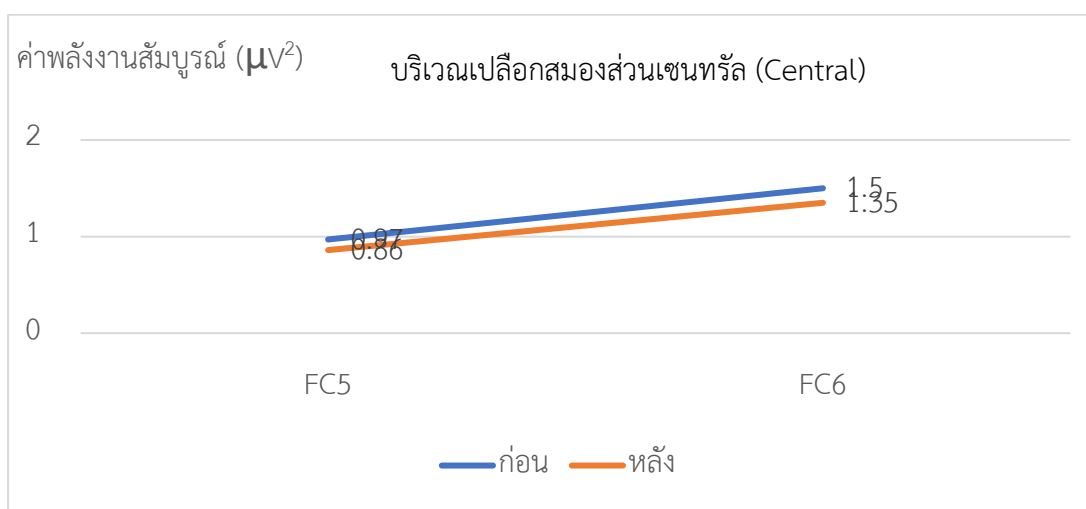
แสดงดังภาพที่ 75 ถึง 80



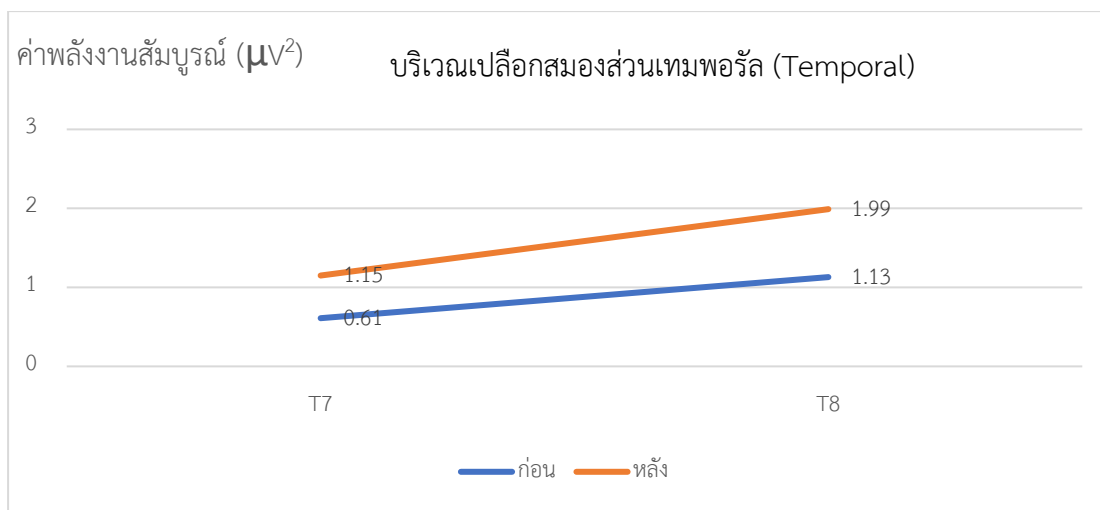
ภาพที่ 74 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรม



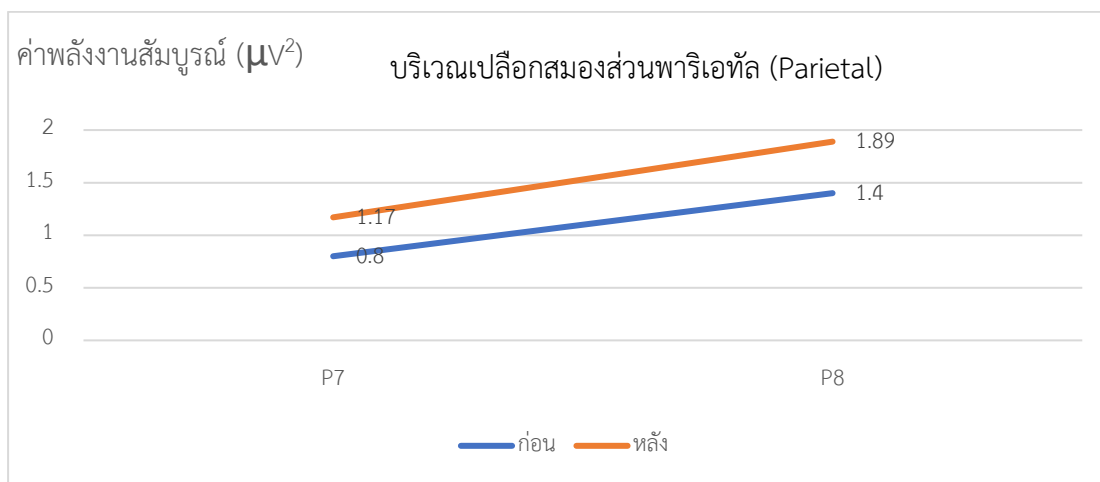
ภาพที่ 75 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม



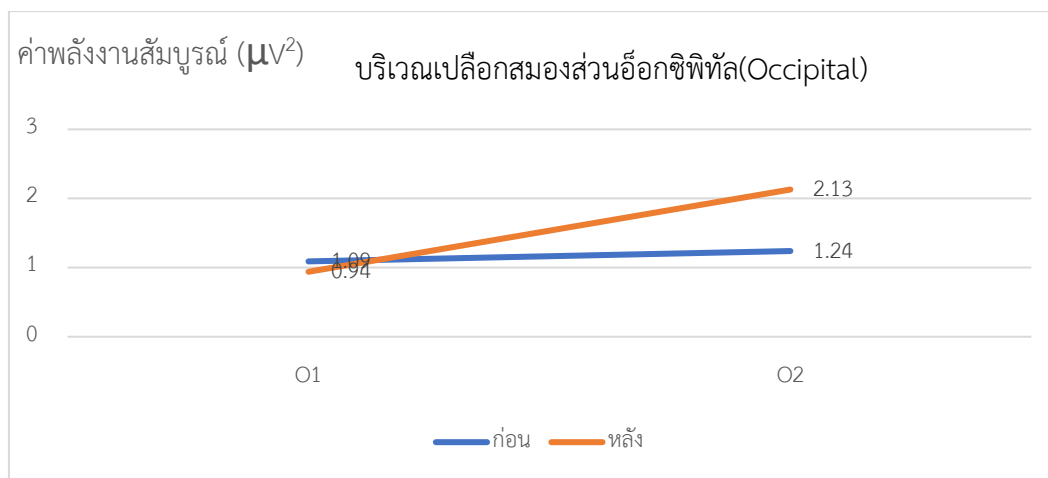
ภาพที่ 76 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 77 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม

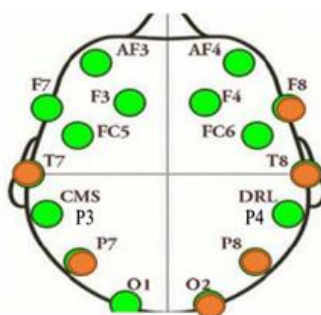


ภาพที่ 78 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 79 แสดงความแตกต่างของพลังงานสเปกตรัมของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างระยะก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรม

จากตารางที่ 37 และภาพที่ 75 ถึง 80 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึก การเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสเปกตรัมของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่ง อิเล็กโทรดบริเวณ เปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ที่ตำแหน่ง F8 บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal Lobe) ที่ตำแหน่ง P7 และ P8 บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง O2 และบริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal Lobe) ที่ตำแหน่ง T7 และ T8 ดังภาพที่ 81



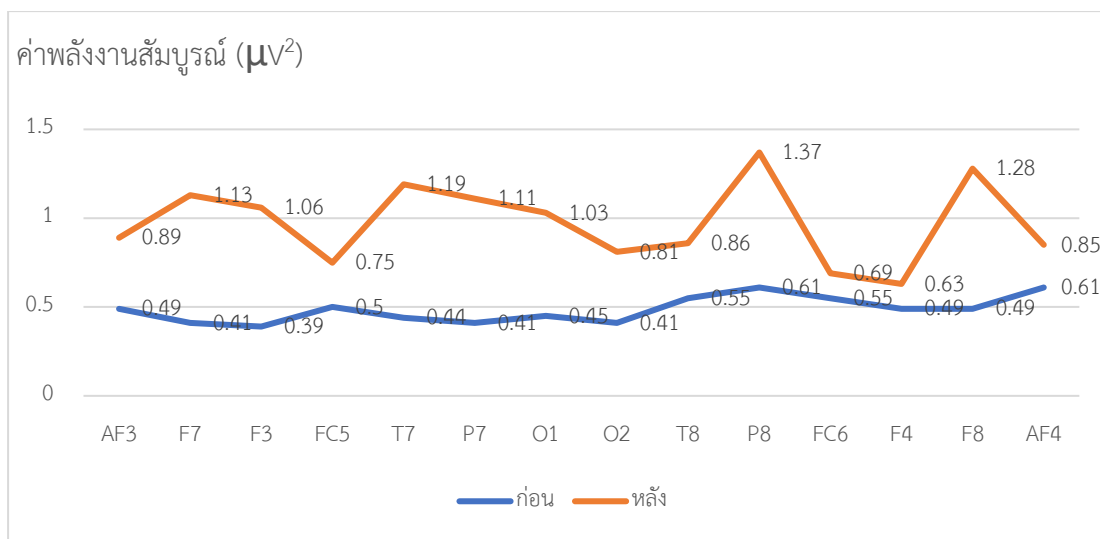
ภาพที่ 80 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+ กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่มีค่าพลังงานสเปกตรัมของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง

ตารางที่ 38 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test; ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทและเสียงกำกับจังหวะ

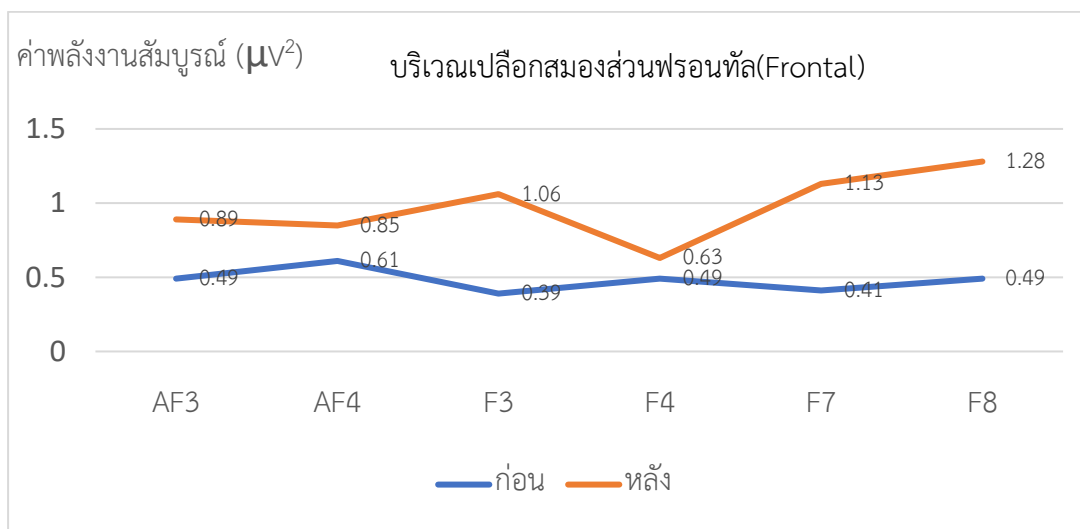
	กลุ่มใช้โปรแกรม (n=22)				MD	t	p
	ก่อนใช้โปรแกรม	หลังใช้โปรแกรม					
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	M	SD	M	SD			
AF3	.49	.26	.89	.41	-0.4	-3.44*	.00
F7	.41	.16	1.13	.26	-0.72	-12.21*	.00
F3	.39	.25	1.06	.27	-0.67	-9.34*	.00
FC5	.50	.20	.75	.42	-0.25	-2.41*	.02
T7	.44	.27	1.19	.22	-0.75	-8.82*	.00
P7	.41	.20	1.11	.17	-0.7	-14.44*	.00
O1	.45	.23	1.03	.32	-0.58	-6.81*	.00
O2	.41	.22	.81	.41	-0.4	-3.87*	.00
T8	.55	.20	.86	.38	-0.31	-4.44*	.00
P8	.61	.28	1.37	.26	-0.76	-8.25*	.00
FC6	.55	.18	.69	.32	-0.14	-1.68	.10
F4	.49	.27	.63	.36	-0.14	-1.44	.16
F8	.49	.25	1.28	.31	-0.79	-9.53*	.00
AF4	.61	.29	.85	.48	-0.24	-2.20*	.03

* $p < .05$

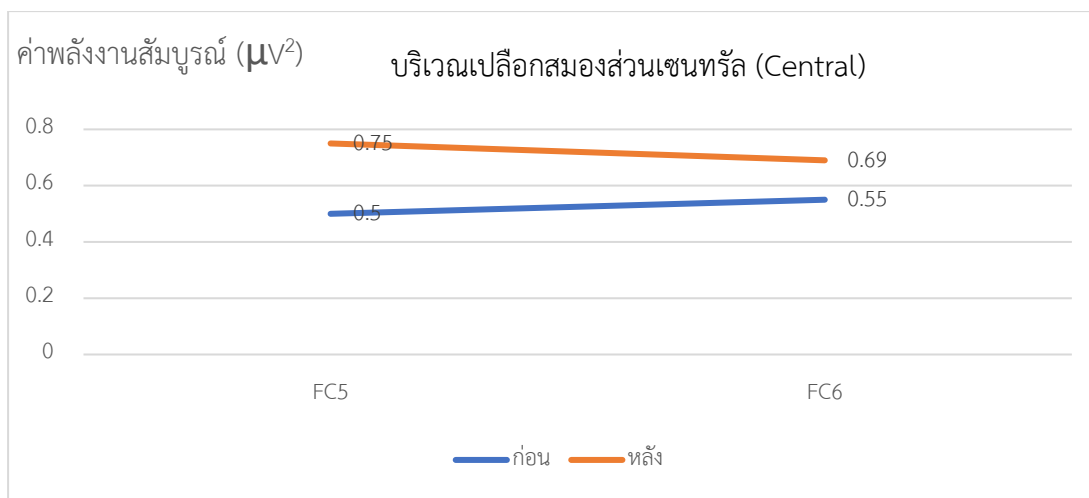
แสดงดังภาพที่ 82 ถึง 87



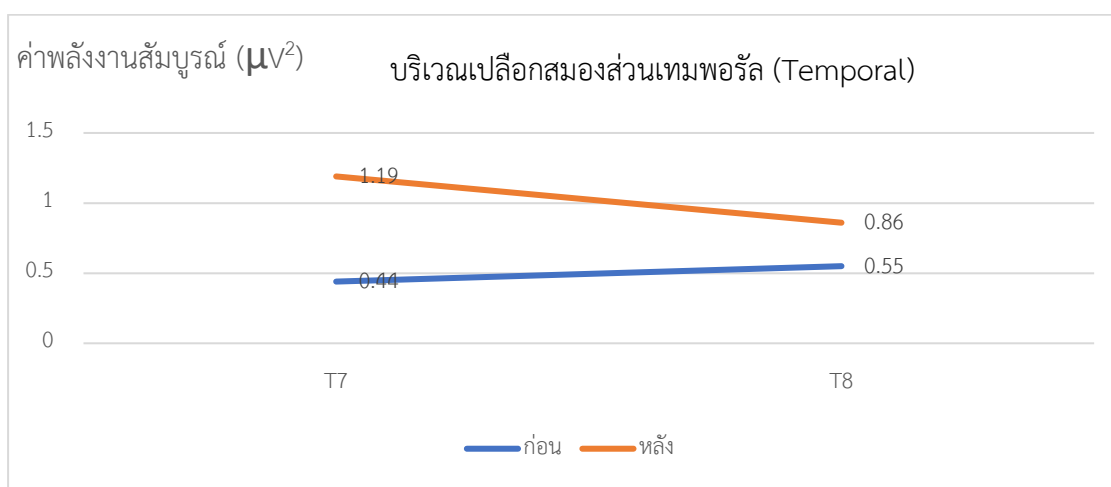
ภาพที่ 81 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม



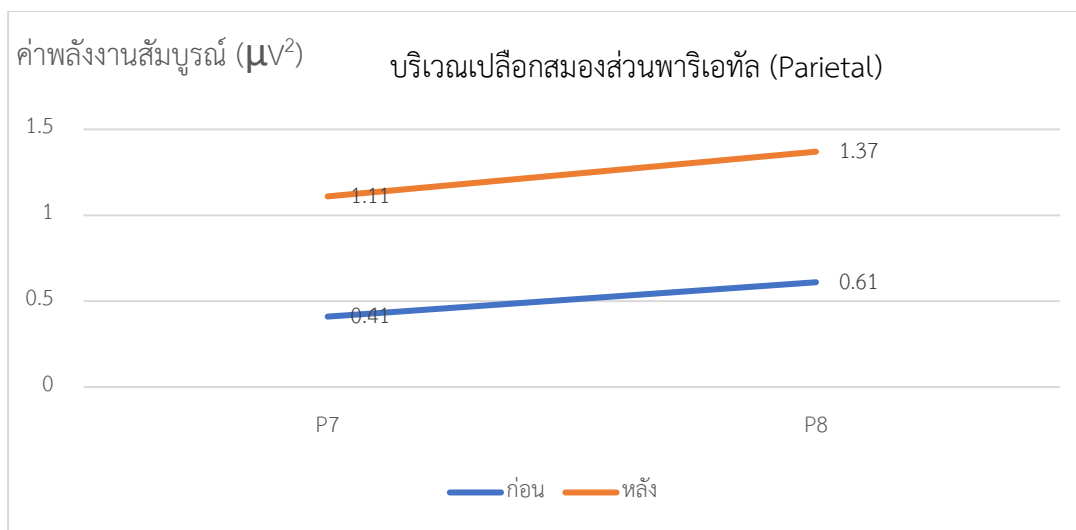
ภาพที่ 82 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล(Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม



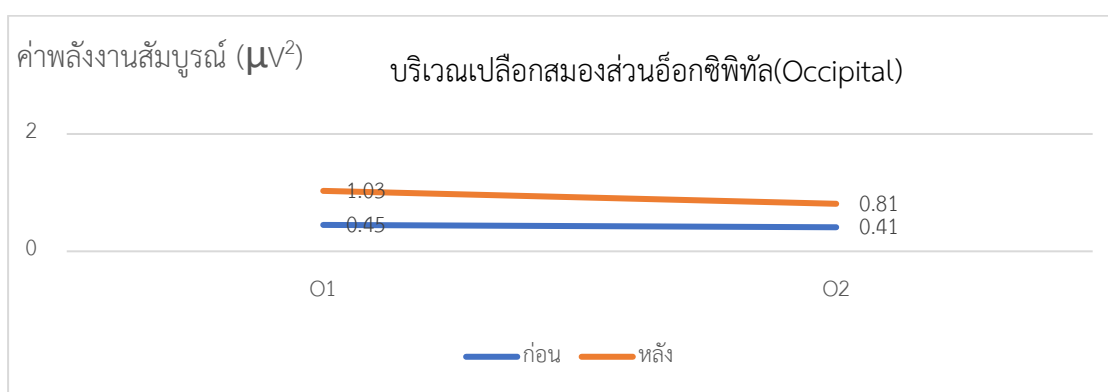
ภาพที่ 83 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อน และหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 84 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อน และหลังการทดลองในกลุ่มผู้ใช้โปรแกรม



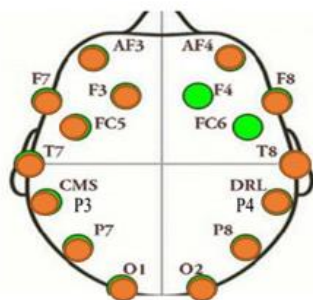
ภาพที่ 85 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรม



ภาพที่ 86 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างระยะก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรม

จากตารางที่ 38 และภาพที่ 82 ถึง 87 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง อิเล็กโทรดบริเวณ เปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal Lobe) ที่ตำแหน่ง AF3 F7 F3 F8 และ AF4 บริเวณเปลือกสมองส่วนเซ

นทรีล(Central Lobe) ที่บริเวณ FC5 บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal Lobe) ที่ตำแหน่ง P7 และ P8 บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 และ O2 และบริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal Lobe) ที่ตำแหน่ง T7 และ T8 ดังภาพที่ 88



ภาพที่ 87 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+ กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง

3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha และ Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

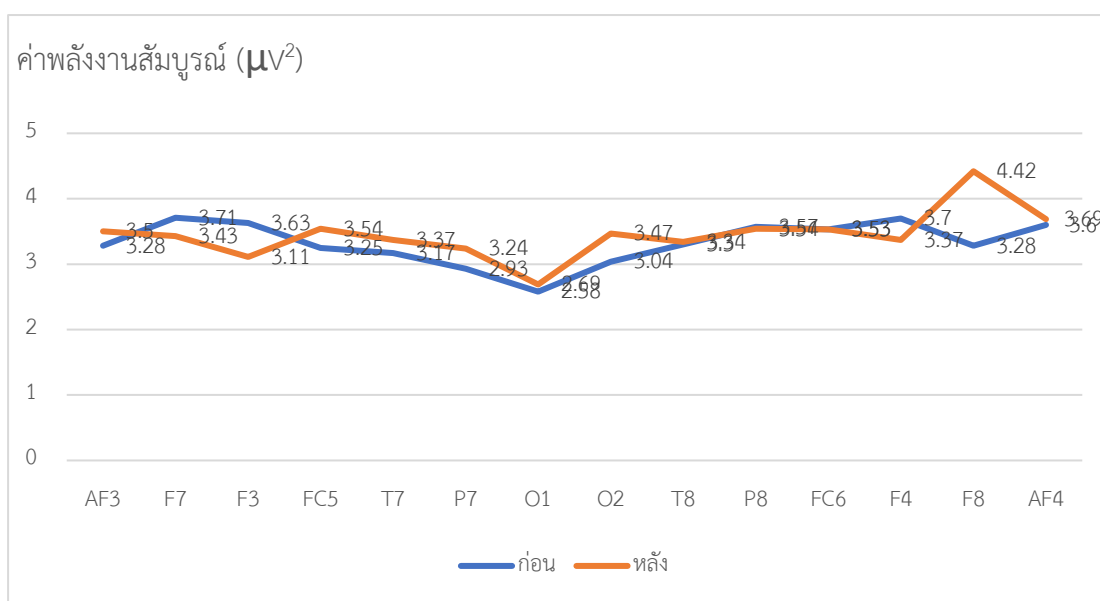
ตารางที่ 39 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test; ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

	กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (n=22)				MD	t	p
	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง				
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	M	SD	M	SD	MD	t	p
AF3	3.28	.96	3.50	.60	-.22	-1.07	.29
F7	3.71	.55	3.43	.57	.28	1.85	.07
F3	3.63	.86	3.11	.63	.52	2.05	.05

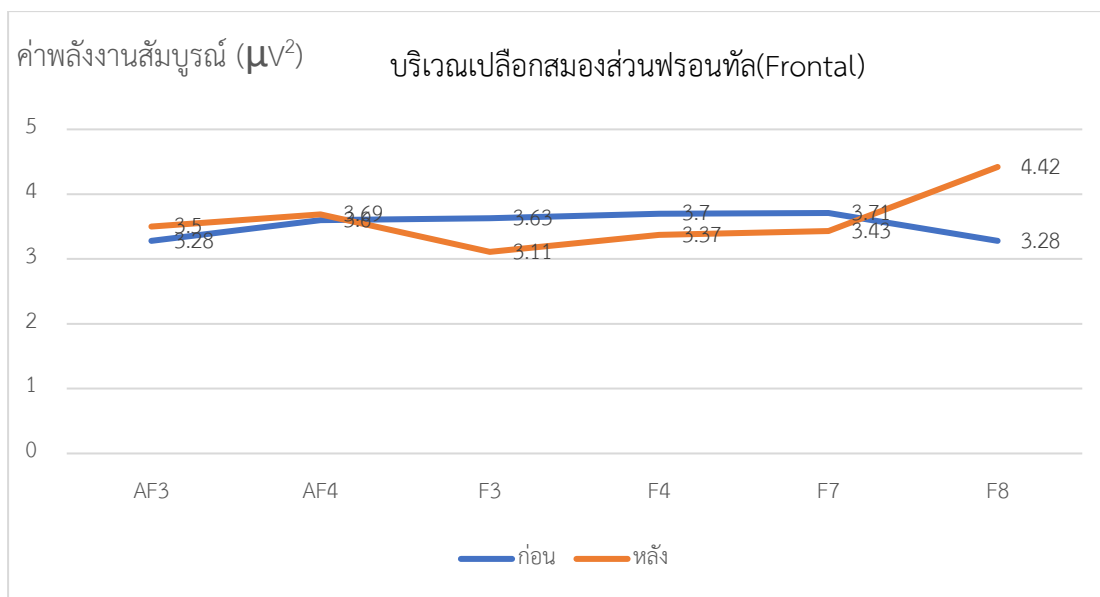
ตารางที่ 39 (ต่อ)

ตำแหน่งอิเล็กโทรด	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		MD	t	p
	M	SD	M	SD			
FC5	3.25	1.57	3.54	.72	-.29	-.73	.47
T7	3.17	.82	3.37	.76	-.2	-.85	.40
P7	2.93	.42	3.24	.88	-.31	-1.60	.12
O1	2.58	1.53	2.69	.55	-.11	-.31	.75
O2	3.04	1.70	3.47	1.06	-.43	-.91	.37
T8	3.30	.55	3.34	.67	-.04	-.18	.85
P8	3.57	.87	3.54	1.01	.03	.09	.92
FC6	3.53	1.21	3.53	1.05	0	-.005	.99
F4	3.70	.96	3.37	1.32	.33	.97	.34
F8	3.28	.80	4.42	2.54	-1.14	-1.86	.07
AF4	3.60	.61	3.69	.77	-.09	-.49	.62

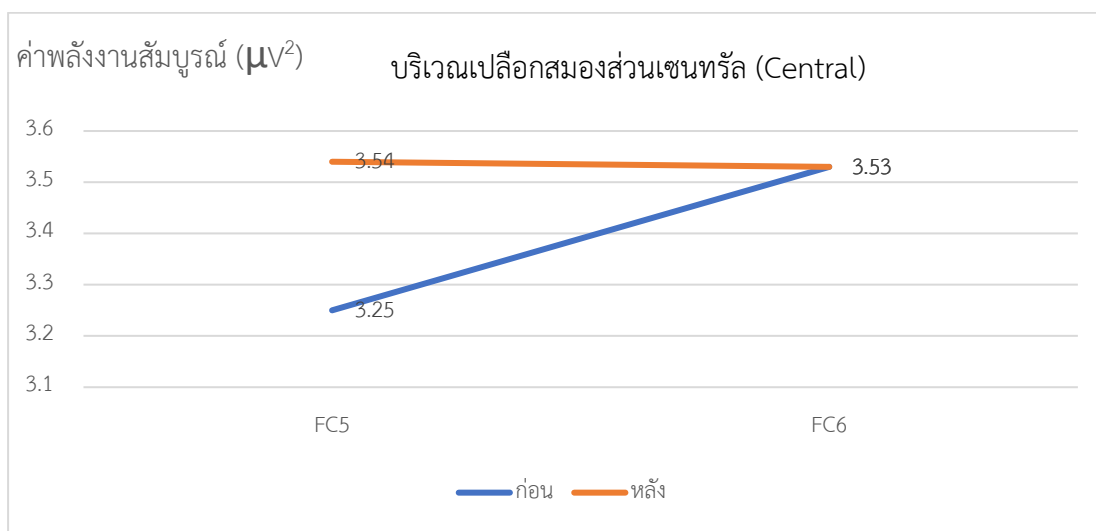
แสดงดังภาพที่ 89 – 94



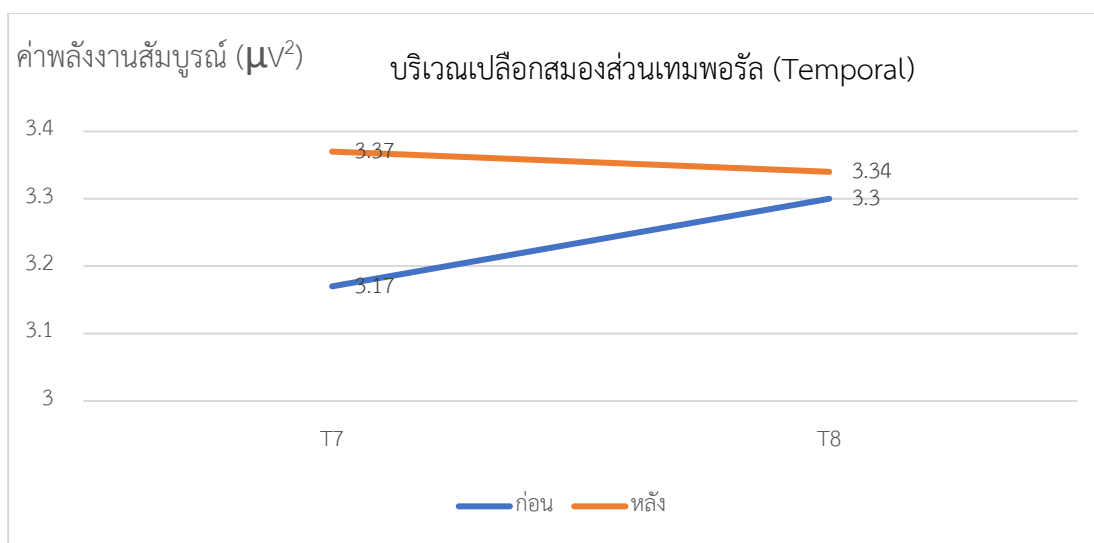
ภาพที่ 88 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



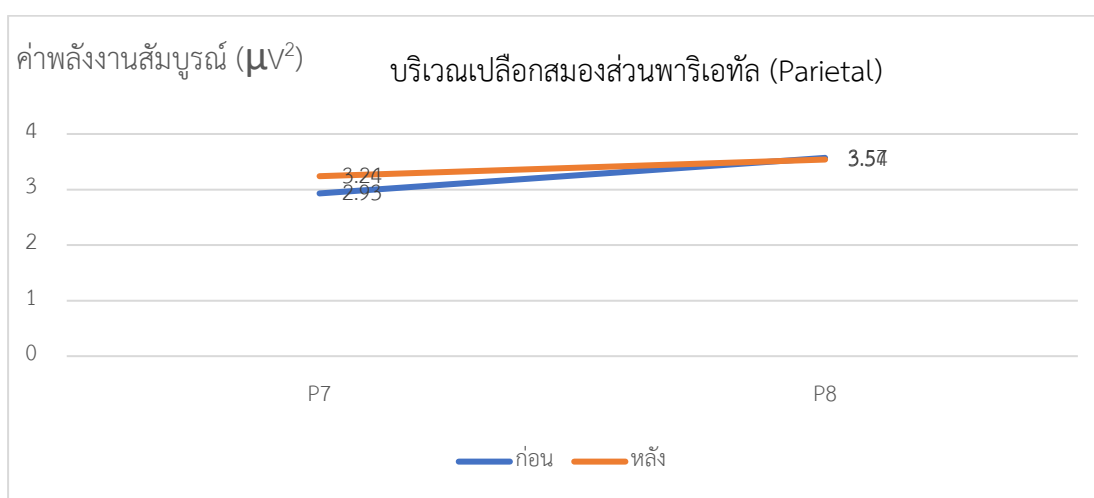
ภาพที่ 89 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ын่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



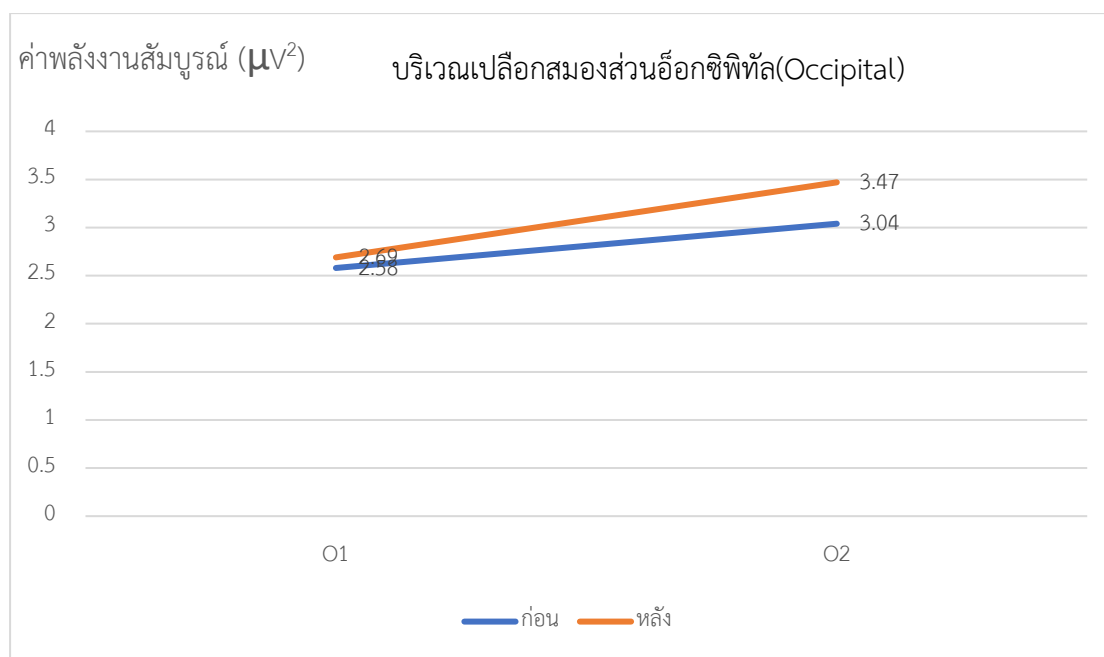
ภาพที่ 90 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ын่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 91 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม

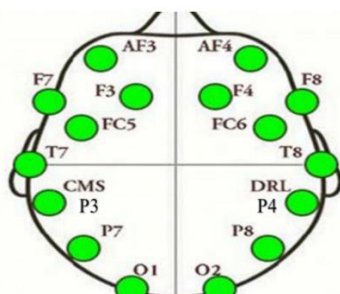


ภาพที่ 92 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 93 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม

จากตารางที่ 39 และภาพที่ 89 ถึง 94 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองดังภาพที่ 95



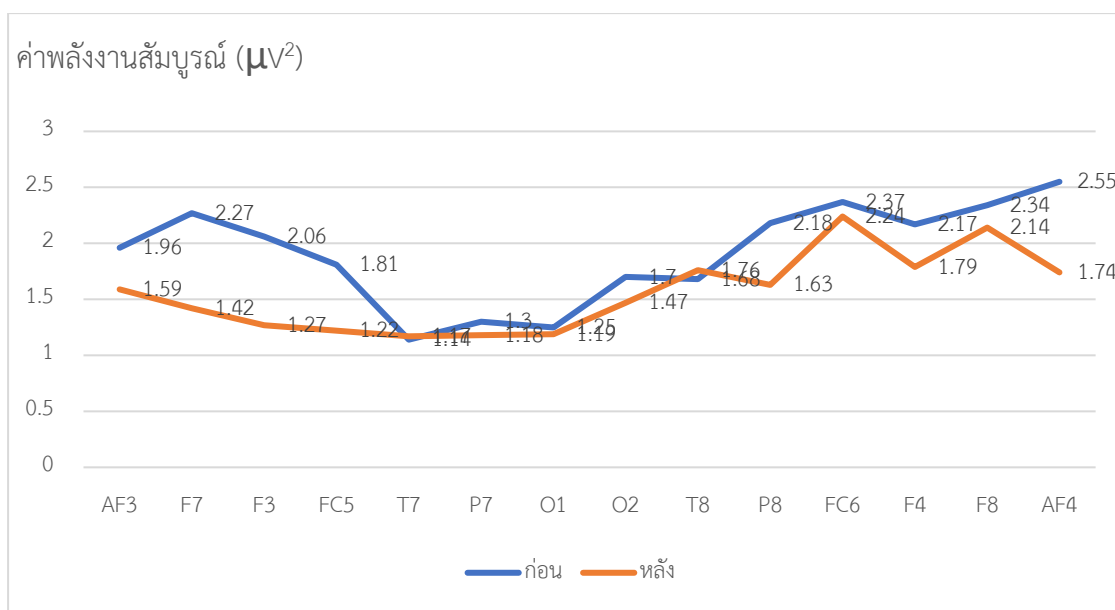
ภาพที่ 94 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+

ตารางที่ 40 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูลูและเสียงกำกับจังหวะ

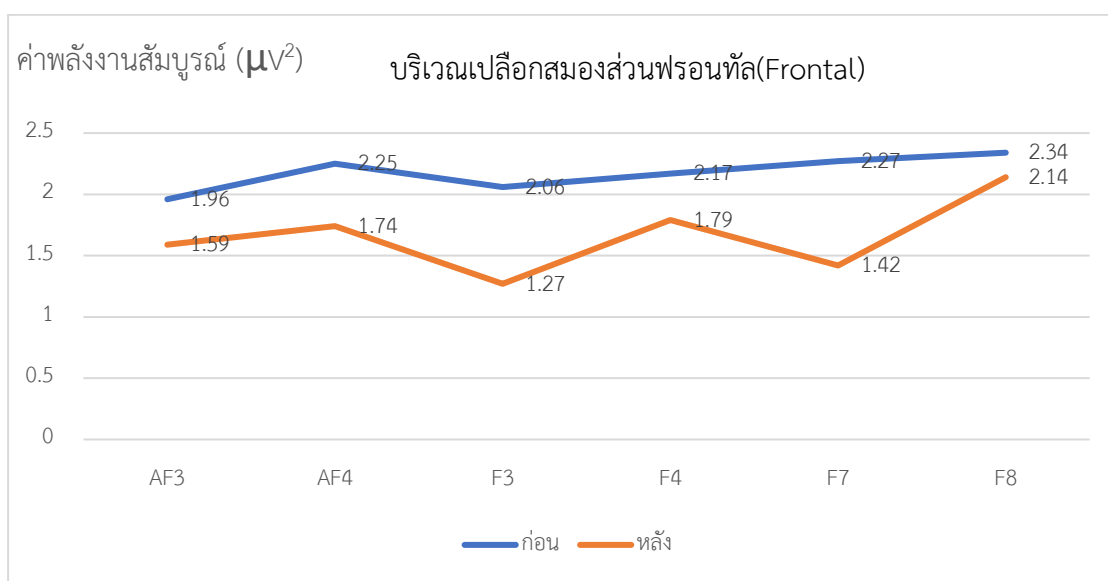
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม ($n=22$)					t	p
	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		MD		
	M	SD	M	SD	MD		
AF3	1.96	.82	1.59	.63	.37	1.71	.10
F7	2.27	1.19	1.42	.73	.85	3.14*	.00
F3	2.06	.94	1.27	.73	.79	3.20*	.00
FC5	1.81	.88	1.22	.71	.59	2.90*	.00
T7	1.14	.56	1.17	.58	-.03	-.16	.86
P7	1.30	.66	1.18	.68	.12	.55	.58
O1	1.25	.65	1.19	.60	.06	.31	.75
O2	1.70	.92	1.47	.88	.23	.82	.41
T8	1.68	.72	1.76	.82	-.08	-.36	.72
P8	2.18	1.22	1.63	.88	.55	1.87	.07
FC6	2.37	.94	2.24	.95	.13	.53	.59
F4	2.17	.84	1.79	.89	.38	1.74	.09
F8	2.34	.98	2.14	1.03	.20	.89	.38
AF4	2.55	1.09	1.74	.82	.81	1.87	.07

* $p < .01$

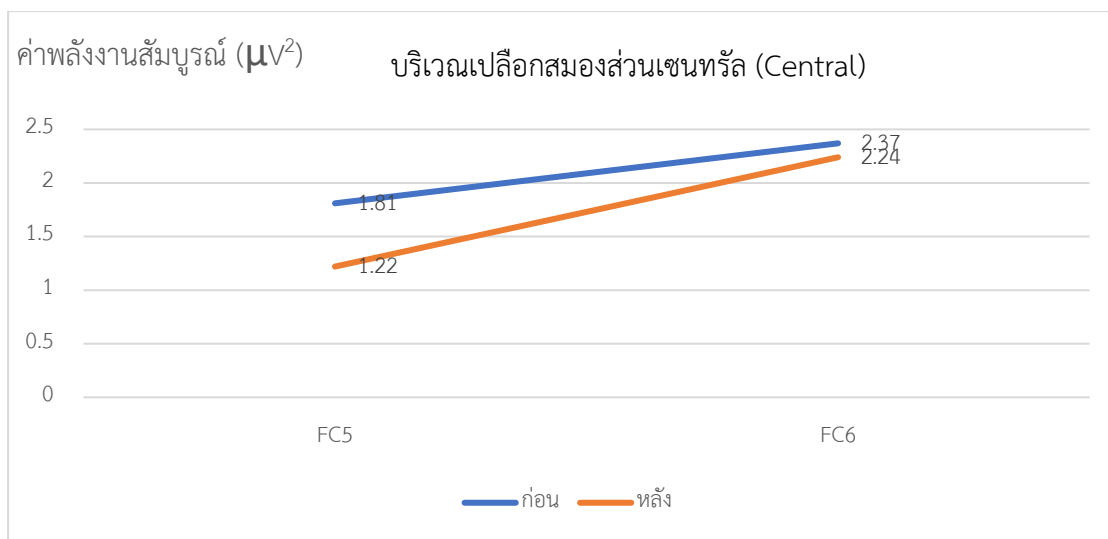
แสดงดังภาพที่ 96 ถึง 101



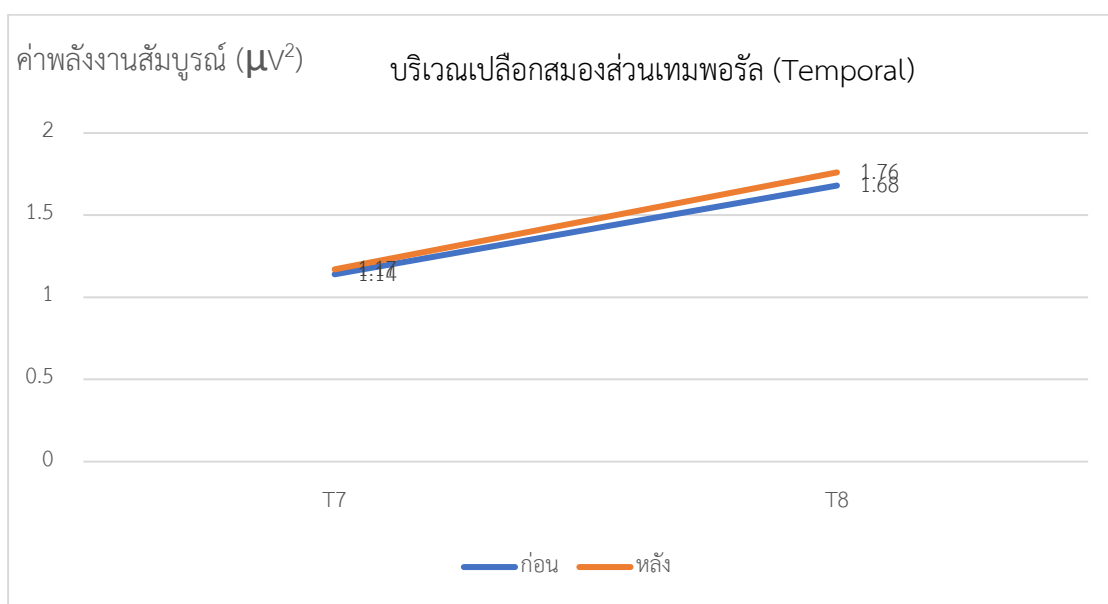
ภาพที่ 95 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



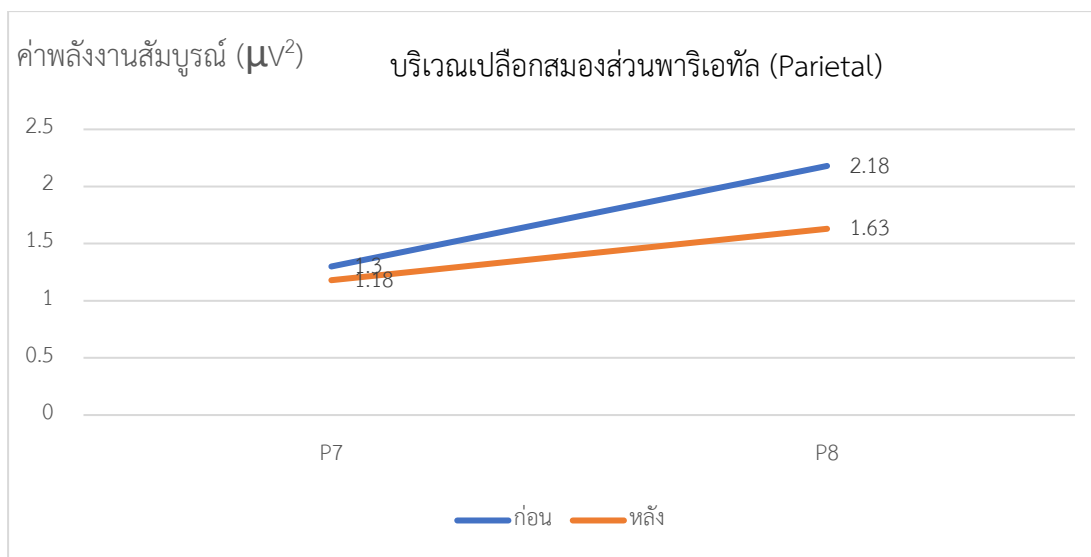
ภาพที่ 96 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



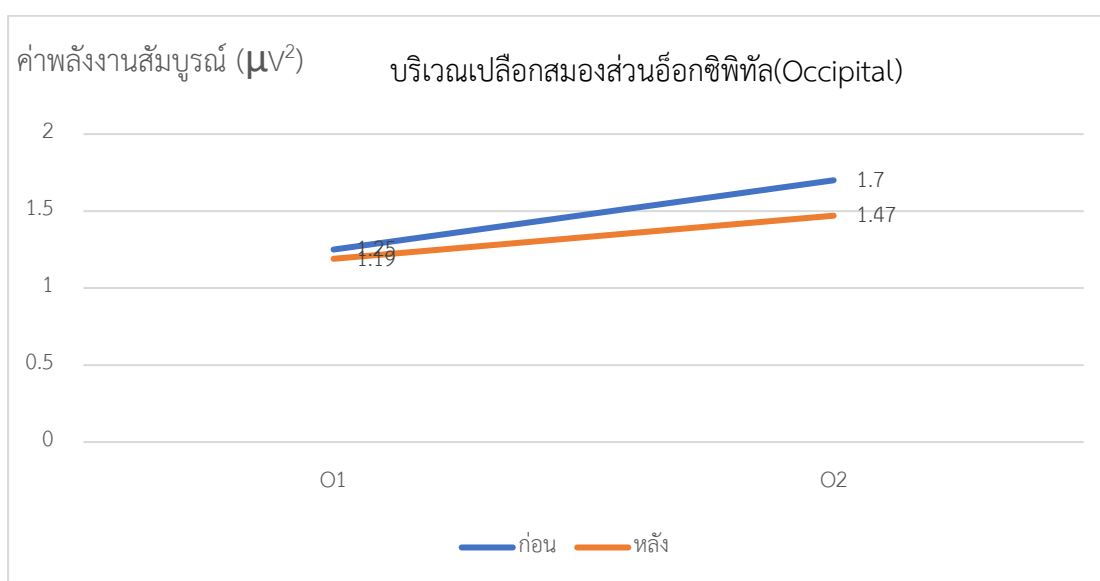
ภาพที่ 97 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 98 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม

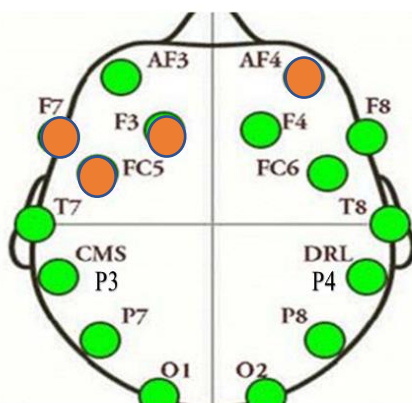


ภาพที่ 99 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 100 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม

จากตารางที่ 40 และภาพที่ 96 ถึง 101 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สัทและเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ตำแหน่ง อิเล็กโทรดบริเวณ เปลือกสมองส่วนพรอนทัล (Frontal Lobe) ที่ตำแหน่ง F7 F3 FC5 และ AF4 ดังภาพที่ 102



ภาพที่ 101 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC⁺

ตารางที่ 41 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

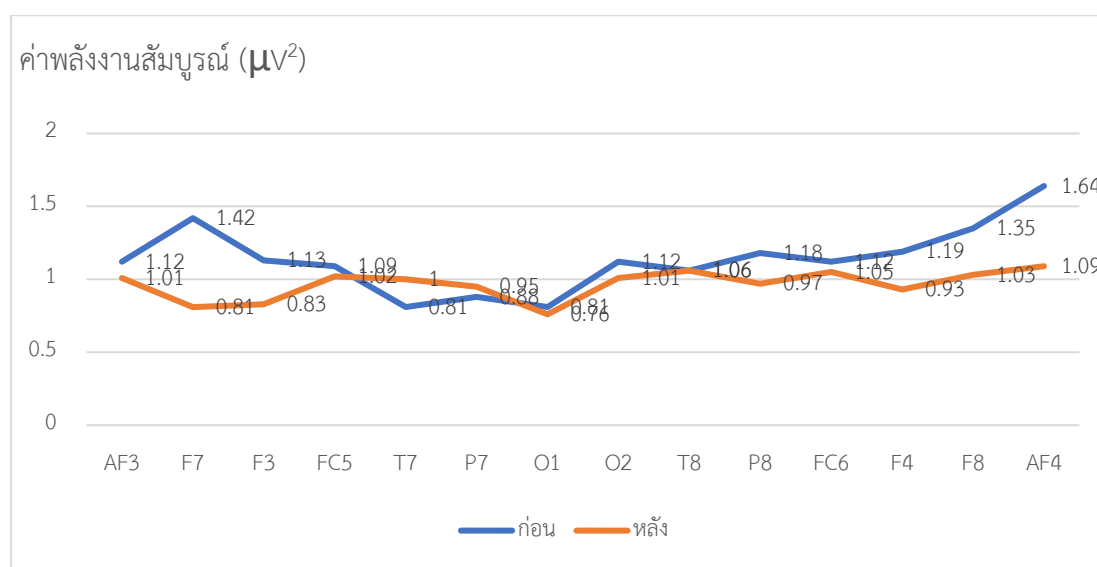
	กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (n=22)						
	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง				
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	M	SD	M	SD	MD	t	p
AF3	1.12	.53	1.01	.52	.11	.86	.39
F7	1.42	.73	.81	.40	.61	4.26*	.00
F3	1.13	.40	.83	.45	.30	2.70*	.01
FC5	1.09	.57	1.02	.45	.07	.57	.57
T7	.81	.40	1.00	.46	-.19	-1.56	.13
P7	.88	.40	.95	.34	-.07	-.58	.56
O1	.81	.45	.76	.41	.05	.38	.70

ตารางที่ 41 (ต่อ)

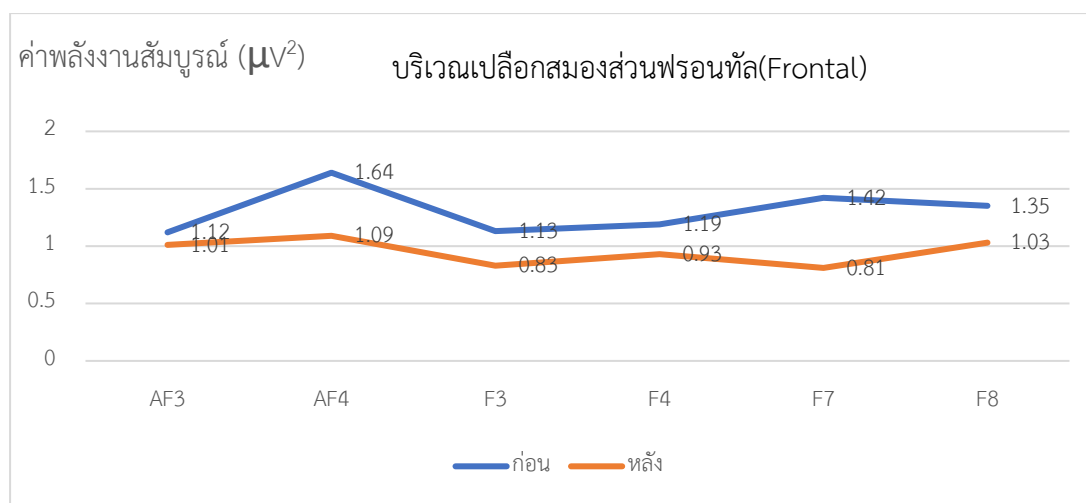
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม (n=22)				MD	t	p
	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง				
	M	SD	M	SD			
O2	1.12	.41	1.01	.44	.11	.94	.35
T8	1.06	.56	1.06	.43	0	- .28	.97
P8	1.18	.75	.97	.43	.21	1.06	.29
FC6	1.12	.37	1.05	.40	.07	.57	.57
F4	1.19	.49	.93	.48	.26	1.83	.08
F8	1.35	.61	1.03	.44	.32	2.10*	.04
AF4	1.64	.76	1.09	.45	.55	3.21*	.00

* $p < .05$

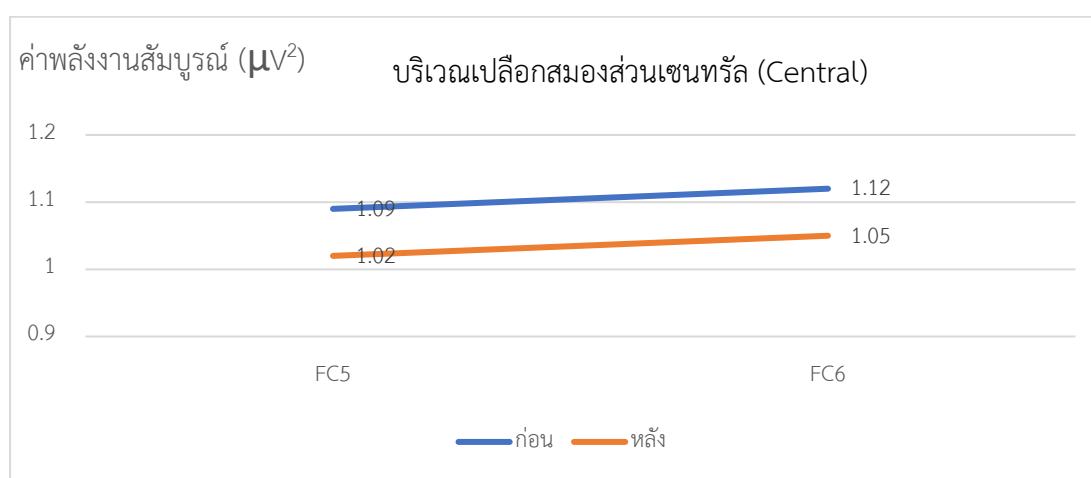
แสดงดังภาพที่ 103 ถึง 108



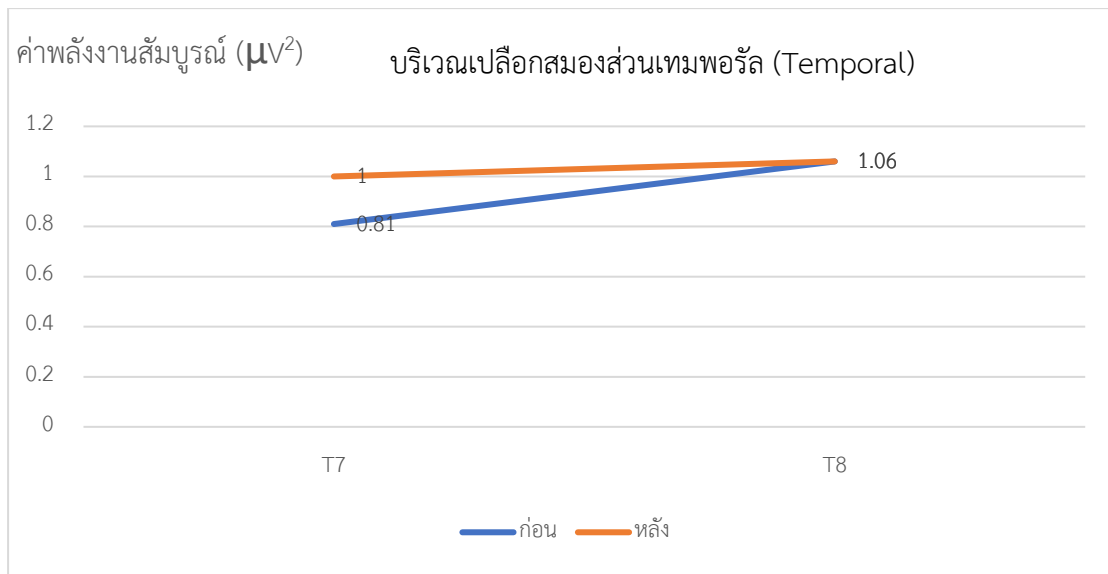
ภาพที่ 102 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



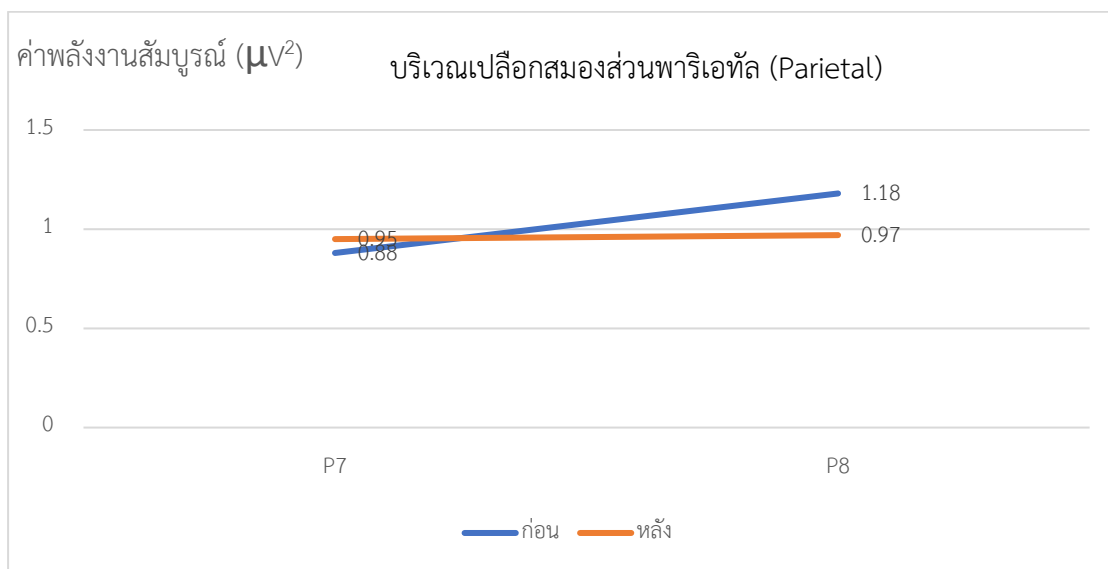
ภาพที่ 103 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ญาณ High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



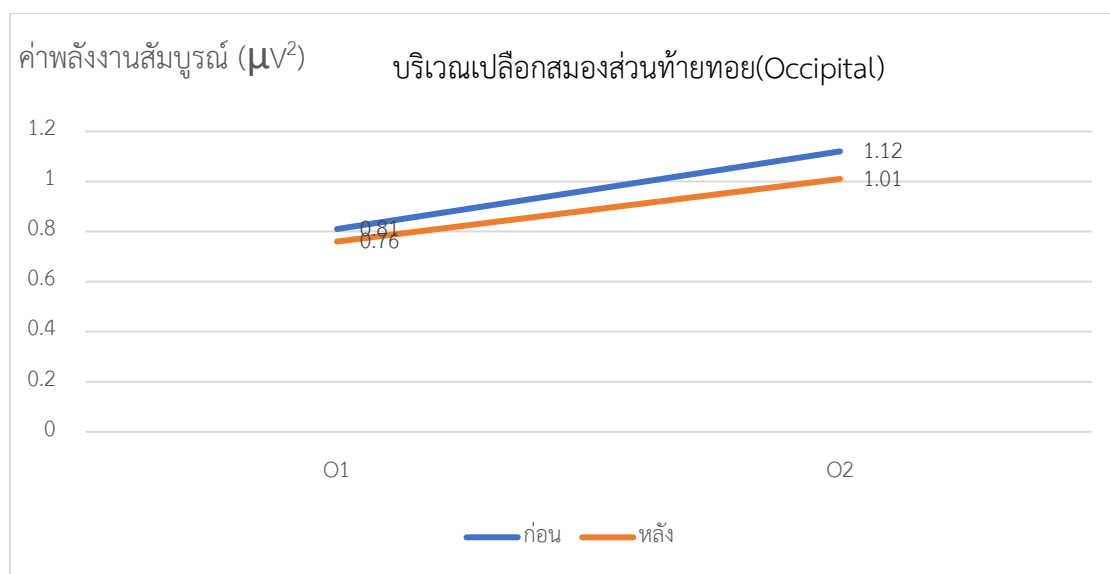
ภาพที่ 104 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ญาณ High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 105 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม

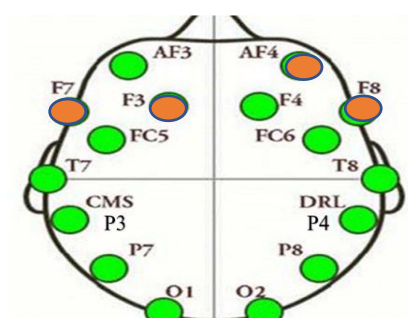


ภาพที่ 106 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 107 แสดงความแตกต่างของพลังงานสมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 ระหว่างก่อน และหลังการทดลองในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม

จากตารางที่ 33 และภาพที่ 103 ถึง 108 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มไม่ใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงาน สัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ดังภาพที่ 109



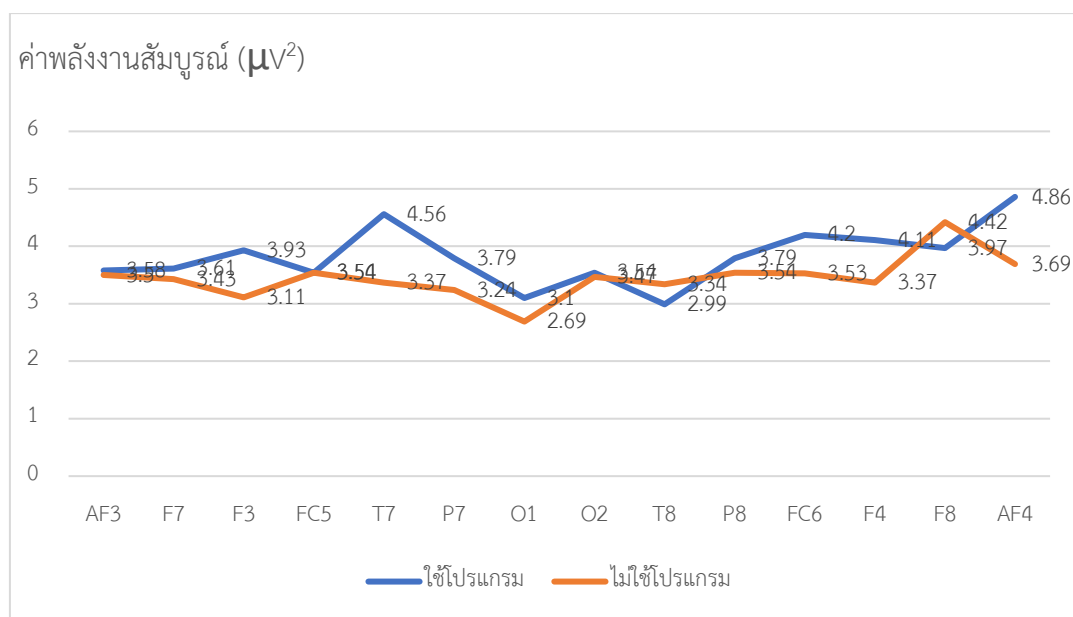
ภาพที่ 108 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+

ตารางที่ 42 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

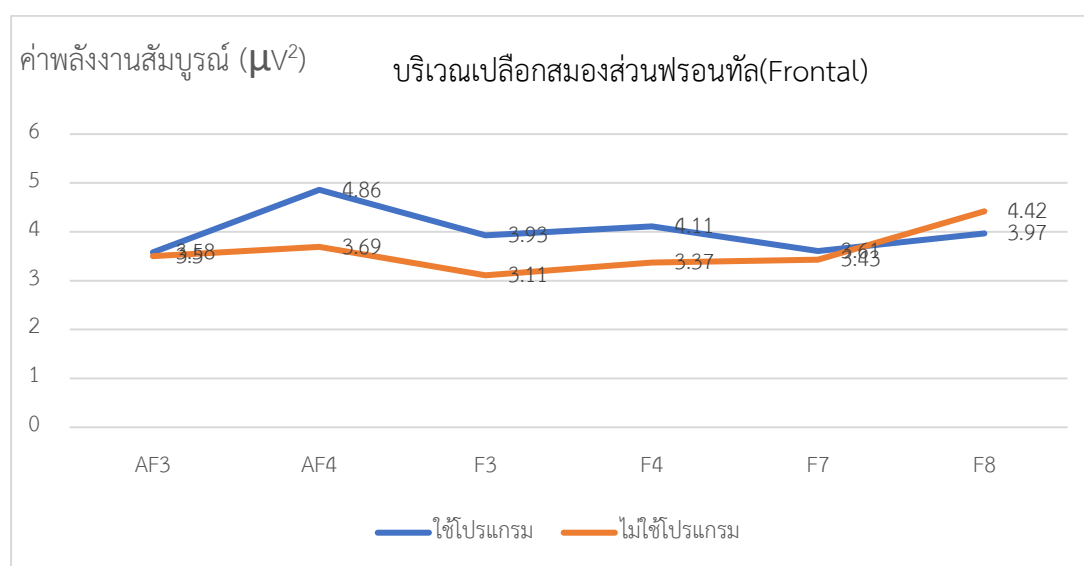
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	หลังการทดลอง (n=22)				MD	t	p	ES
	ใช้โปรแกรมฯ	SD	ไม่ใช้โปรแกรมฯ	SD				
AF3	3.58	.54	3.50	.60	.08	-.48	.62	0.15
F7	3.61	.65	3.43	.57	.18	-.97	.33	0.28
F3	3.93	.85	3.11	.63	.82	-3.61*	.00	0.96
FC5	3.54	.85	3.54	.72	0	-.01	.99	0.00
T7	4.56	1.22	3.37	.76	1.19	-3.85*	.00	0.98
P7	3.79	1.23	3.24	.88	.55	-1.68	.09	0.45
O1	3.10	.59	2.69	.55	.41	-2.38*	.02	0.69
O2	3.54	1.19	3.47	1.06	.07	-.20	.83	0.06
T8	2.99	.96	3.34	.67	-.35	1.38	.17	0.36
P8	3.79	1.10	3.54	1.01	.25	-.77	.44	0.23
FC6	4.20	1.02	3.53	1.05	.67	-2.14*	.03	0.66
F4	4.11	2.34	3.37	1.32	.74	-1.29	.20	0.32
F8	3.97	.62	4.42	2.54	-.45	.815	.42	0.73
AF4	4.86	1.72	3.69	.77	1.17	-2.89*	.00	0.68

* $p < .05$

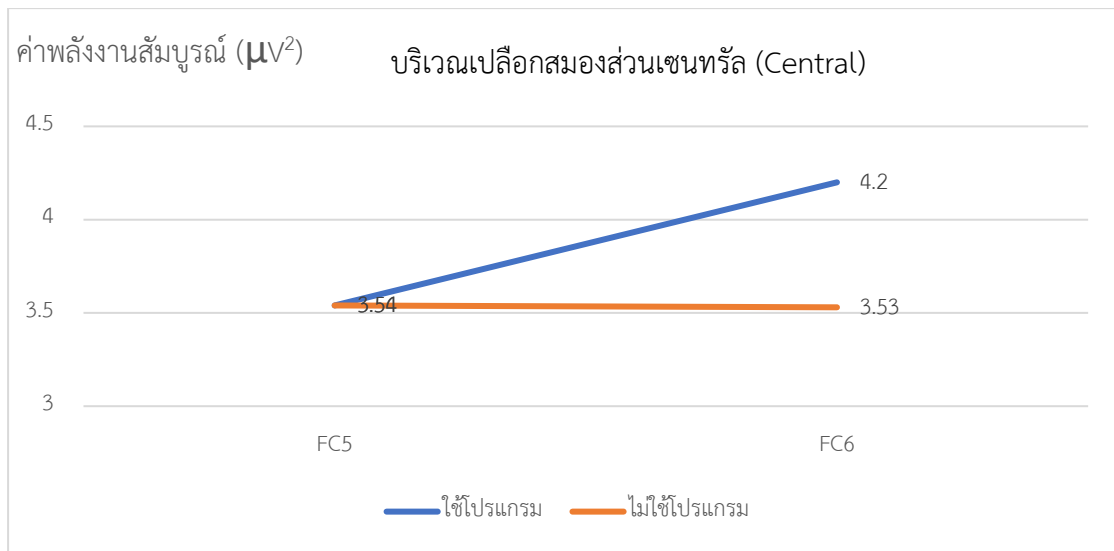
แสดงดังภาพที่ 110 ถึง 116



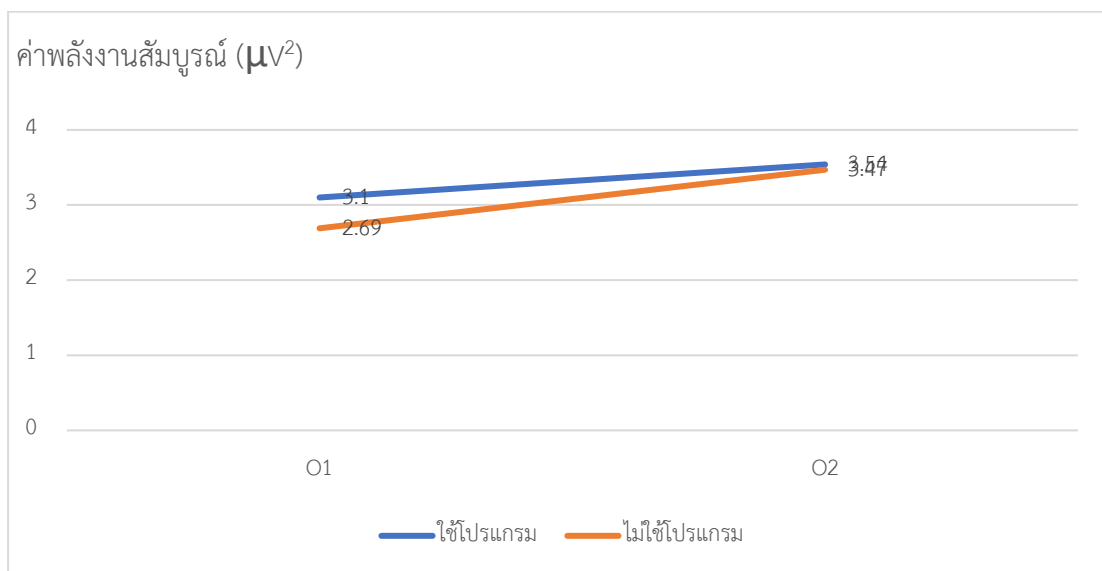
ภาพที่ 109 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



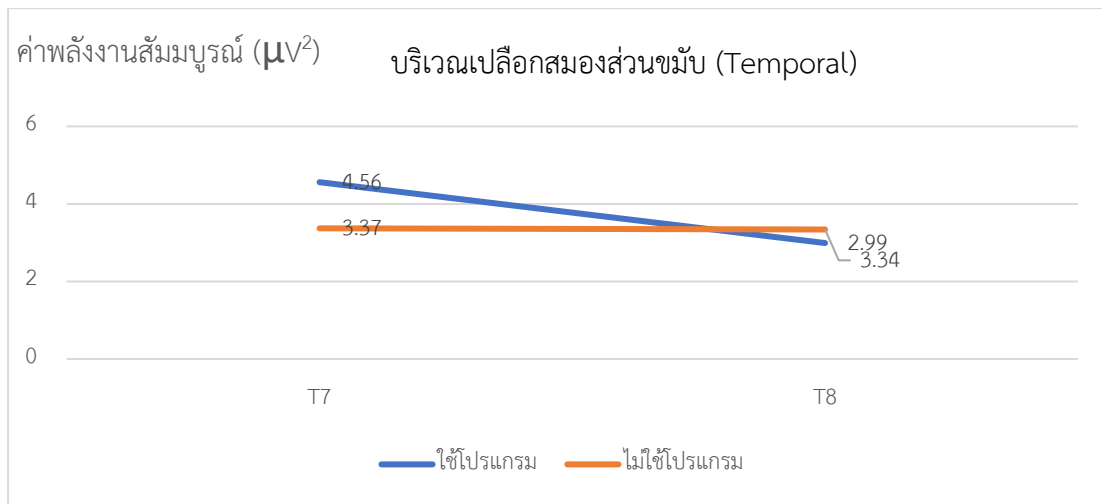
ภาพที่ 110 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



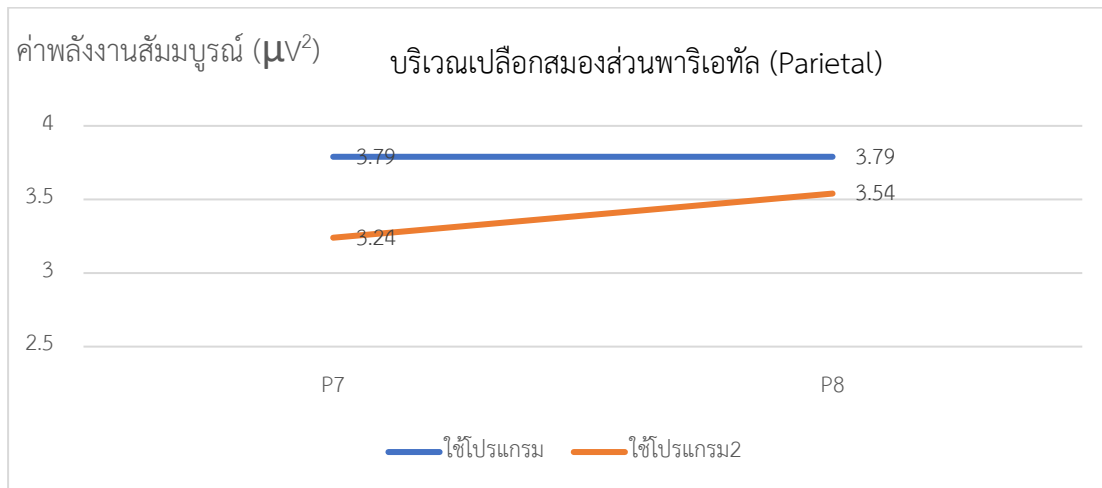
ภาพที่ 111 แสดงความแตกต่างของพลังงานสเปกตรัมของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



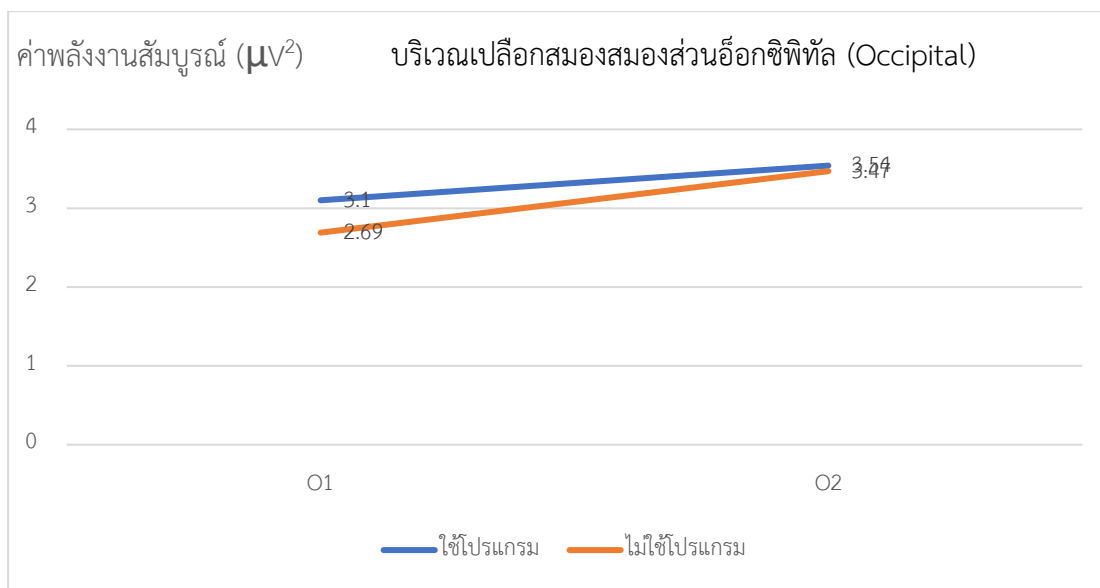
ภาพที่ 112 แสดงความแตกต่างของพลังงานสเปกตรัมของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital Lobe) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



ภาพที่ 113 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ

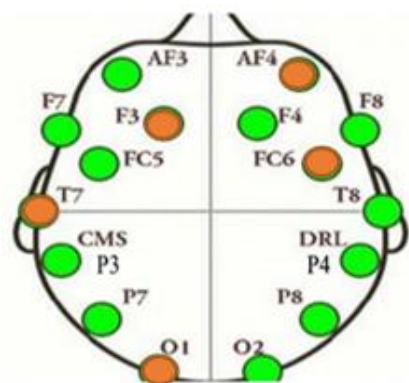


ภาพที่ 114 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ



ภาพที่ 115 แสดงความแตกต่างของพลังงานสเปกตรัมของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

จากตารางที่ 42 และ ภาพที่ 110 ถึง 116 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสเปกตรัมของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Alpha ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง อิเล็กโทรดบริเวณ เปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal Lobe) ที่ตำแหน่ง F3 AF4 บริเวณเปลือกสมองส่วน เซนทรัล (Central) FC6 บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 และบริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal Lobe) ที่ตำแหน่ง T7 ดังภาพที่ 117



ภาพที่ 116 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC⁺

ตารางที่ 43 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

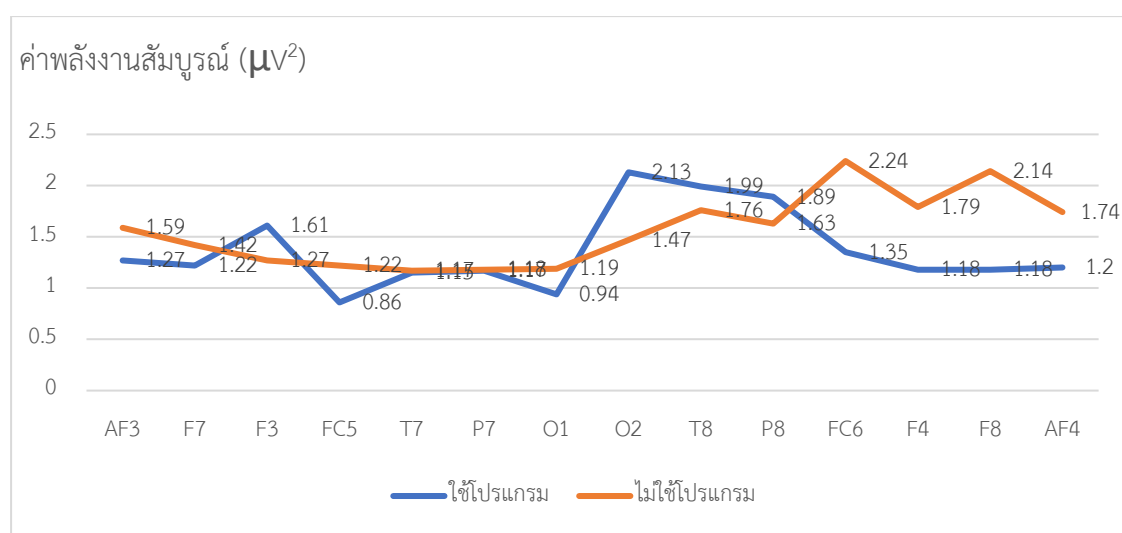
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	หลังการทดลอง (n=22)					MD	t	p	ES
	ใช้โปรแกรมฯ		ไม่ใช้โปรแกรมฯ						
	M	SD	M	SD					
AF3	1.27	.40	1.59	.63	-.32	2.03*	.04	0.80	
F7	1.22	.49	1.42	.73	-.2	1.07	.29	0.41	
F3	1.61	.33	1.27	.73	.34	-1.96*	.05	1.03	
FC5	.86	.36	1.22	.71	-.36	2.11*	.04	1.00	
T7	1.15	.24	1.17	.58	-.02	.09	.92	0.08	
P7	1.17	.24	1.18	.68	-.01	.04	.96	0.04	
O1	.94	.40	1.19	.60	-.25	1.65	.10	0.63	
O2	2.13	.50	1.47	.88	.66	-3.02*	.00	1.32	
T8	1.99	.39	1.76	.82	.23	-1.18	.24	0.59	
P8	1.89	.41	1.63	.88	.26	-1.28	.20	0.63	
FC6	1.35	.72	2.24	.95	-.89	3.46*	.00	1.24	
F4	1.18	.73	1.79	.89	-.61	2.51*	.01	0.84	

ตารางที่ 43 (ต่อ)

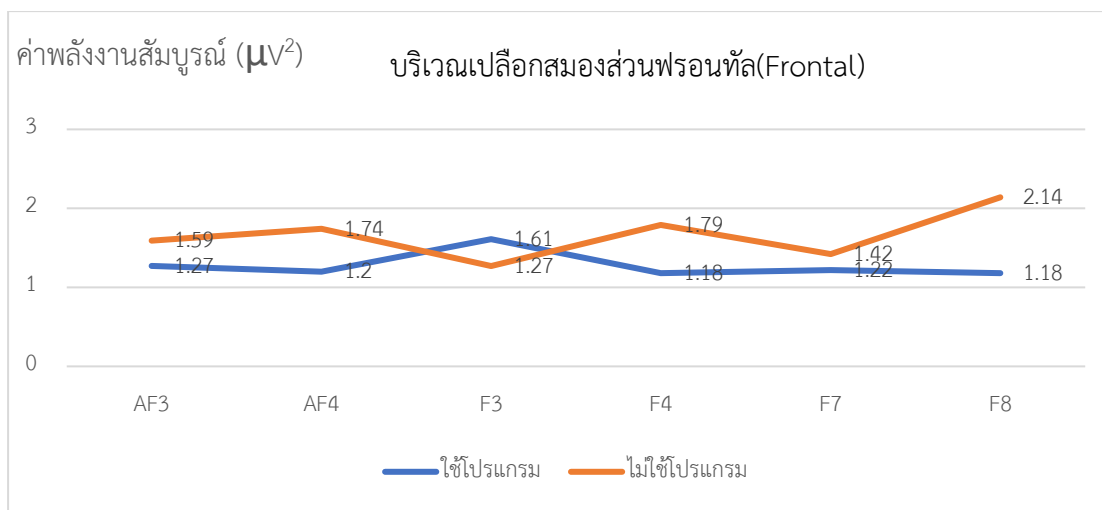
	หลังการทดลอง (n=22)				MD	t	p	ES
	ใช้โปรแกรมฯ		ไม่ใช้โปรแกรมฯ					
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	M	SD	M	SD	MD	t	p	ES
F8	1.18	.60	2.14	1.03	-.96	3.76*	.00	1.60
AF4	1.20	.52	1.74	.82	-.54	2.61*	.01	1.04

* $p < .05$

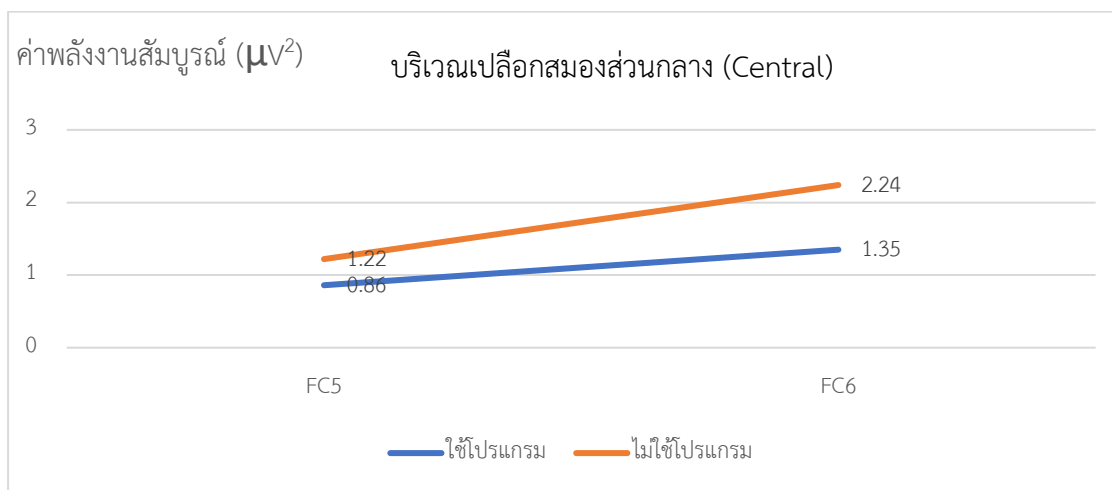
แสดงดังภาพที่ 118 ถึง 124



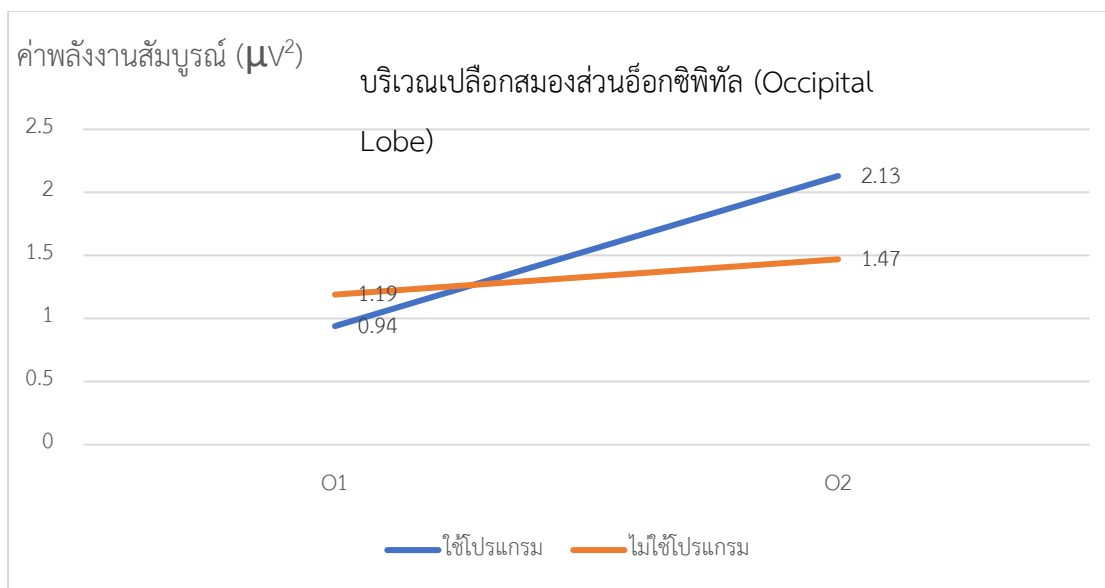
ภาพที่ 117 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



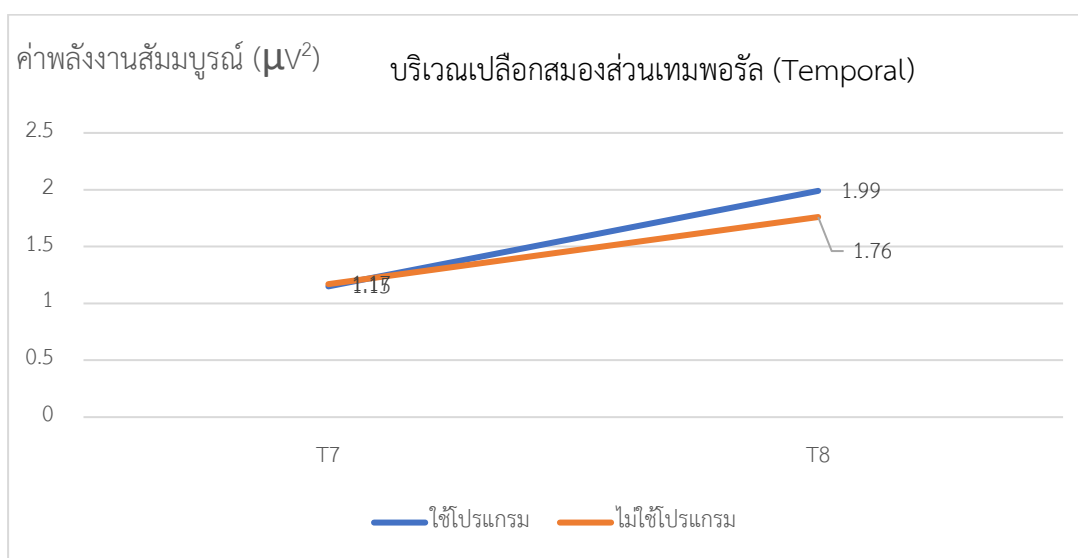
ภาพที่ 118 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F7 F8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



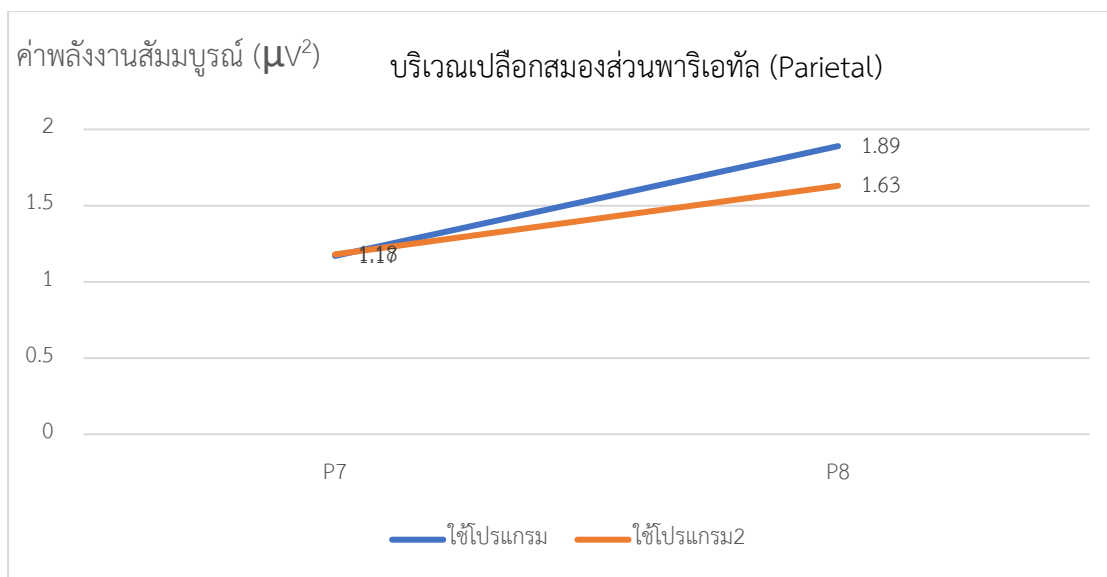
ภาพที่ 119 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนกลาง (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



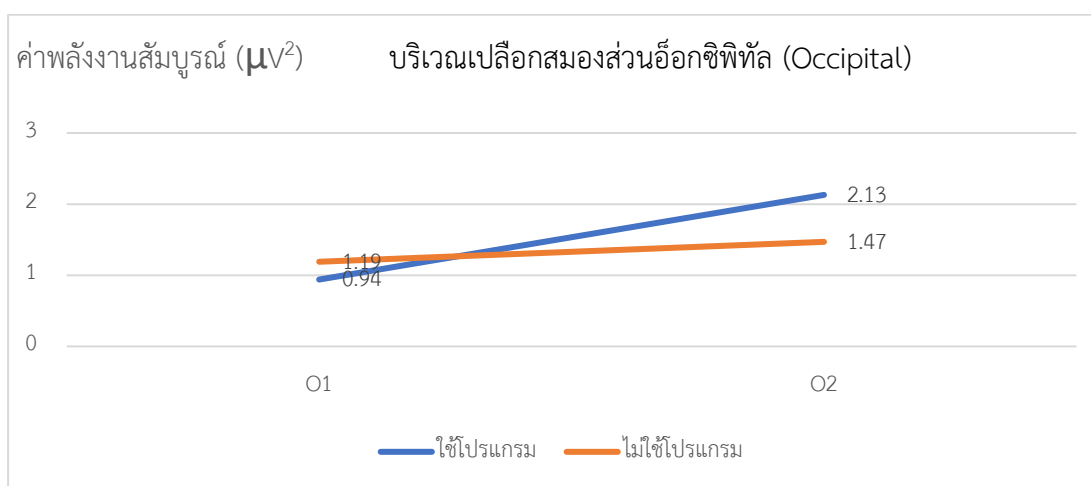
ภาพที่ 120 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital Lobe) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรวรร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



ภาพที่ 121 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนขมับ (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรวรร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

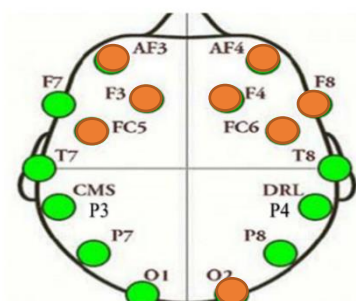


ภาพที่ 122 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



ภาพที่ 123 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

จากตารางที่ 43 และภาพที่ 118 ถึง 124 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง อิเล็กโทรดบริเวณ เปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal Lobe) ที่ตำแหน่ง F3 บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O2 แต่อย่างไรก็ตามค่าพลังงานสัมบูรณ์ในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมากกว่ากลุ่มใช้โปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณ เปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal Lobe) ที่ตำแหน่ง AF3 FC5 FC6 F4 F8 และ AF4 ดังภาพที่ 124



ภาพที่ 124 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC+

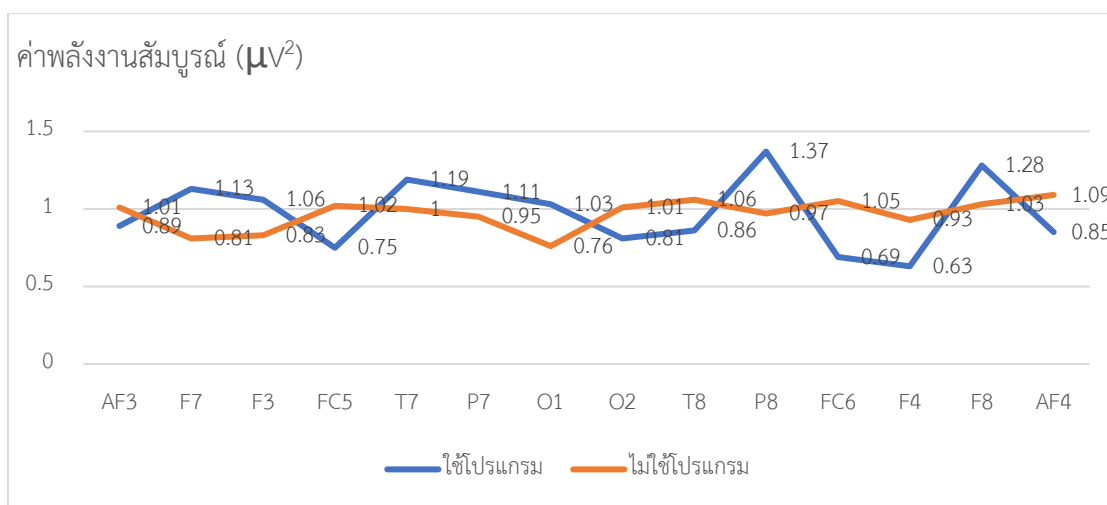
กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน Low Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองมากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตารางที่ 44 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test: ANT) หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรว่กับเสียงกำกับจังหวะ

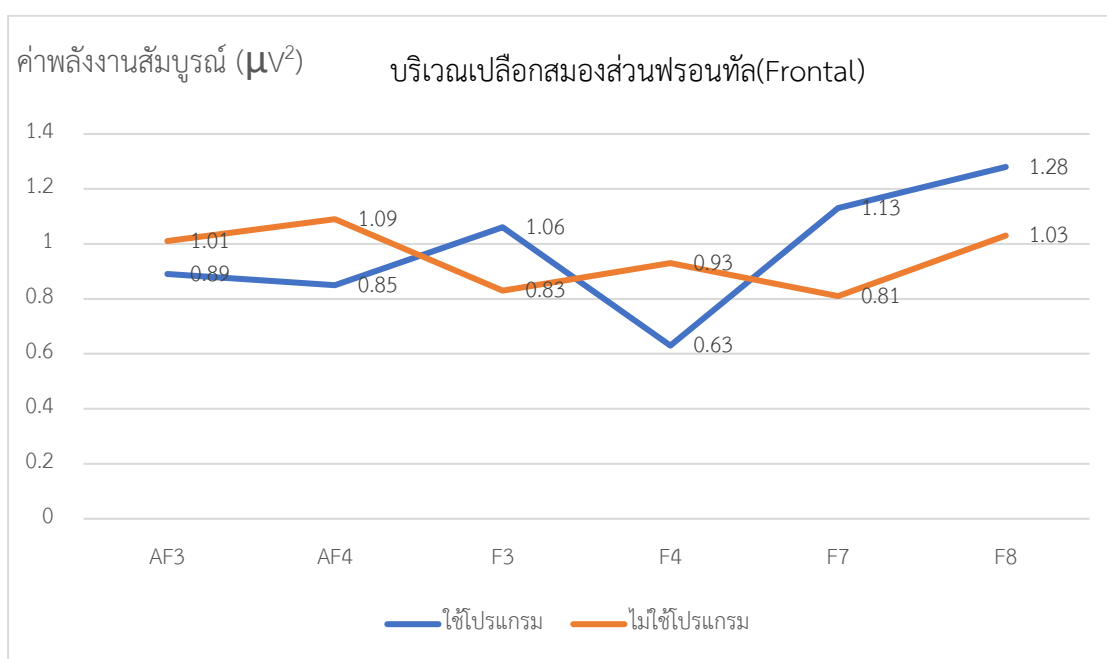
	หลังการทดลอง ($n=22$)				MD	t	p	ES
	ใช้โปรแกรมฯ		ไม่ใช้โปรแกรมฯ					
ตำแหน่งอิเล็กโทรด	M	SD	M	SD				
AF3	.89	.41	1.01	.52	-0.12	.80	.42	0.29
F7	1.13	.26	.81	.40	0.32	-3.13*	.00	1.23
F3	1.06	.27	.83	.45	0.23	-2.12*	.04	0.85
FC5	.75	.42	1.02	.45	-0.27	2.05*	.04	0.64
T7	1.19	.22	1.00	.46	0.19	-1.73	.09	0.86
P7	1.11	.17	.95	.34	0.16	-1.88	.06	0.94
O1	1.03	.32	.76	.41	0.27	-2.39*	.02	0.84
O2	.81	.41	1.01	.44	-0.2	1.54	.12	0.49
T8	.86	.38	1.06	.43	-0.2	1.63	.10	0.53
P8	1.37	.26	.97	.43	0.4	-3.63*	.00	1.54
FC6	.69	.32	1.05	.40	-0.36	3.18*	.00	1.13
F4	.63	.36	.93	.48	-0.3	2.36*	.02	0.83
F8	1.28	.31	1.03	.44	0.25	-2.14*	.03	0.81
AF4	.85	.48	1.09	.45	-0.24	1.71	.09	0.50

* $p < .05$

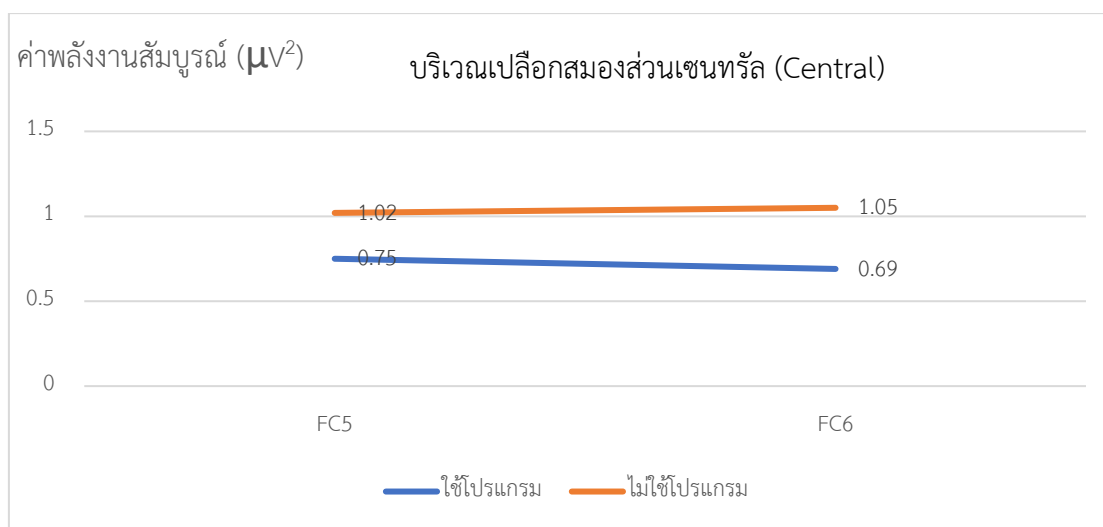
แสดงดังภาพที่ 126 ถึง 132



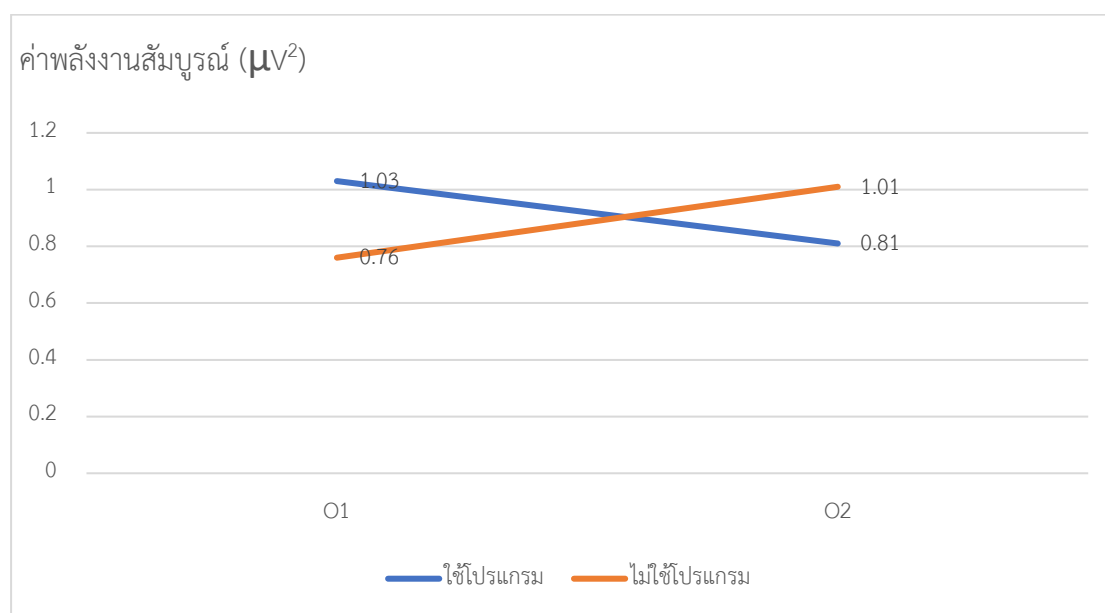
ภาพที่ 125 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ



ภาพที่ 126 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล(Frontal) ที่ตำแหน่ง AF3 AF4 F3 F4 F7 F8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัวร์พร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ



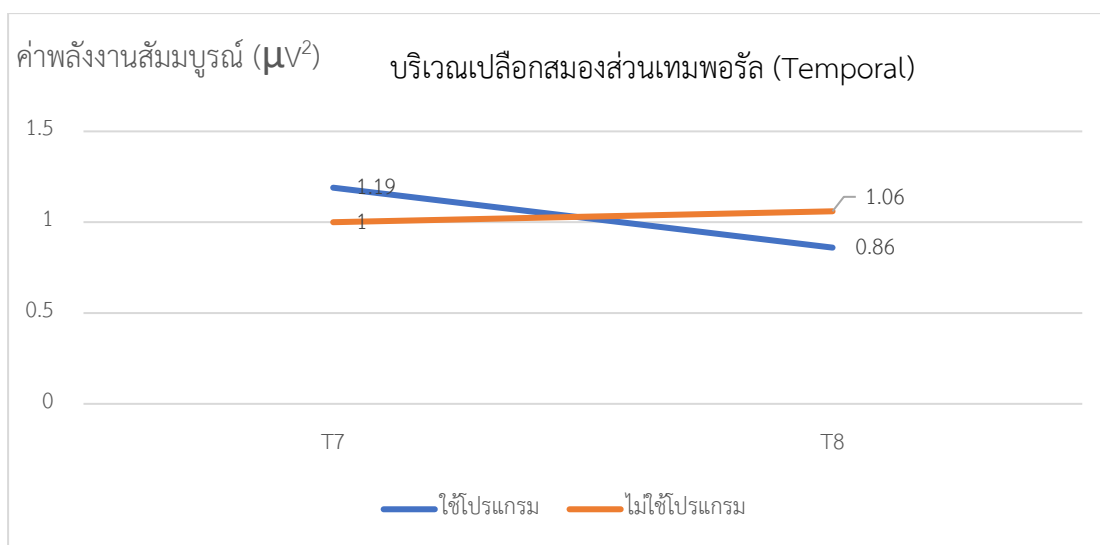
ภาพที่ 127 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเซนทรัล (Central) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ สุทรร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



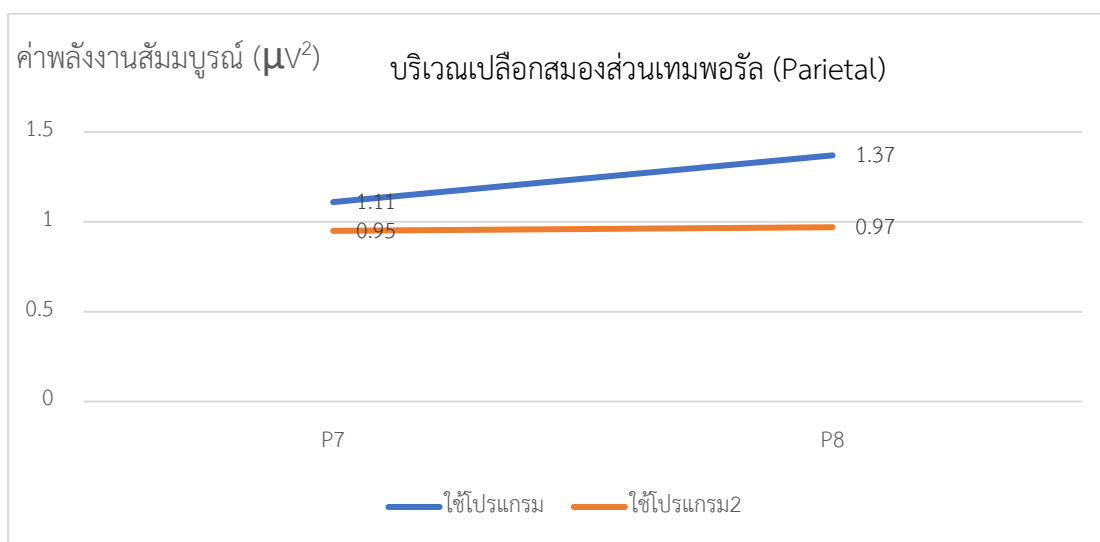
ภาพที่ 128 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทาล (Occipital Lobe) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



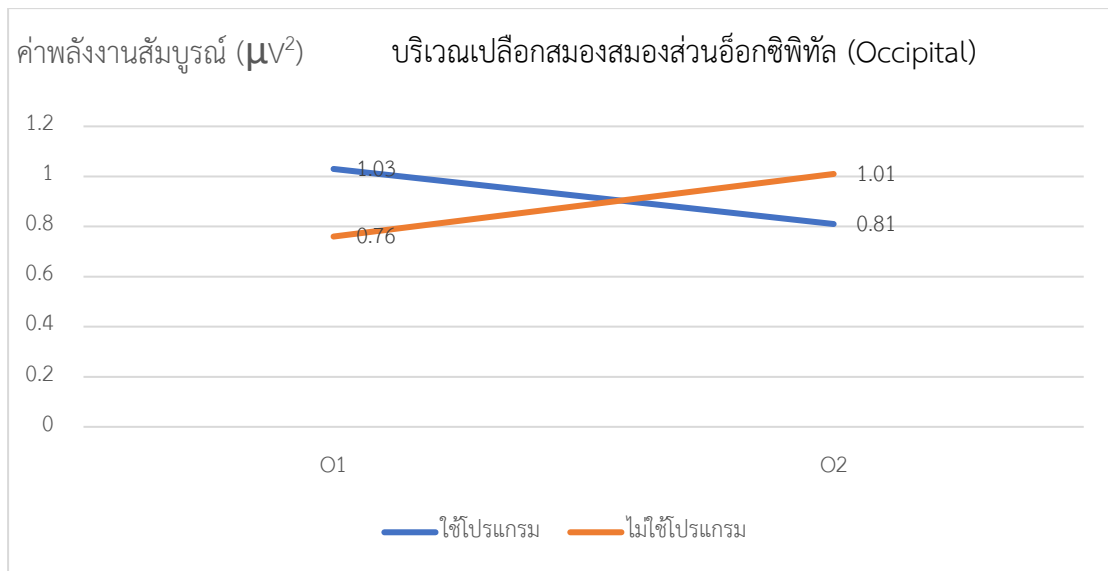
3921648750



ภาพที่ 129 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

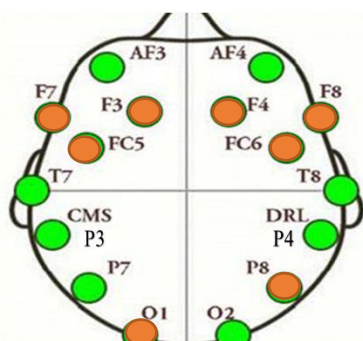


ภาพที่ 130 แสดงความแตกต่างของพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนพรีเอทาล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 P8 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



ภาพที่ 131 แสดงความแตกต่างของพลังงานสเปกตรัมของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้และไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทรวรร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

จากตารางที่ 44 และภาพที่ 126 ถึง 132 แสดงว่า หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สุทรวรร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสเปกตรัมของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สุทรวรร่วมกับเสียงกำกับจังหวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง อิเลค โทรดบริเวณ เปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal Lobe) ที่ตำแหน่ง F7 F3 F8 บริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 บริเวณเปลือกสมองส่วนพารีเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P8 แต่อย่างไรก็ตามค่าพลังงานสเปกตรัมในกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมากกว่ากลุ่มใช้โปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่งอิเลคโตรดบริเวณ เปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal Lobe) ที่ตำแหน่ง FC5 FC6 และ F4 ดังภาพที่ 133



ภาพที่ 132 ตำแหน่งอิเล็กโทรด 14 Channel ของ EMOTIVE EPOC⁺

กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่าน High Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองมากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทและเสียงกำกับจังหวะ

ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะขณะทำกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำ ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะขณะทำกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำ ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมเสียงกำกับจังหวะด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติทดสอบสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent *t*-test) ดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำ
แบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะหลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้โปรแกรมและกลุ่มไม่ใช้
โปรแกรม

กลุ่ม	ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำ หลังการทดลอง							
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>MD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>ES</i>
- กลุ่มใช้โปรแกรม	22	29.63	4.00	13.91	21	14.06*	.00	3.47
- กลุ่มไม่ใช้โปรแกรม	22	15.72	3.67					

* $p > .01$

จากตารางที่ 45 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำ
แบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัท
ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะในกลุ่มใช้โปรแกรม ($M = 29.63$, $SD = 4.00$) มากกว่ากลุ่มควบคุม
($M = 15.72$, $SD = 3.67$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 14.06$, $df = 21$, $p = .00$)

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ และการเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยการเปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนอง เวลาปฏิกิริยา เปรียบเทียบคะแนนการเรียกคืนความจำแบบระยะใกล้โดยมีตัวชี้แนะ และเปรียบเทียบพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่แอลฟาและเบต้า ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ของกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ และระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลางที่จำหน่ายจากโรงพยาบาลช่วงระยะ 4 – 6 เดือน ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดและยินดีเข้าร่วมการวิจัย จัดเข้ากลุ่มใช้และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย แบบแผนการทดลองเป็นแบบสุ่ม 2 กลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest and Posttest Control Group Design) (Edmonds & Kennedy, 2017, pp. 24-27) ตัวแปรตาม คือ ความใส่ใจ วัดจากความถูกต้องของการตอบสนอง (Response Accuracy) เวลาปฏิกิริยา (Reaction Time) และพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่แอลฟาและเบต้า ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test) และ คะแนนการเรียกคืนความจำแบบระยะใกล้โดยมีตัวชี้แนะ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้คัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น (CES-D) แบบสำรวจความถนัดการใช้มือของเอดินเบิร์ก และแผ่นวัดระดับสายตาระยะใกล้ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ และ 3) เครื่องมือที่ใช้วัดตัวแปรตาม ประกอบด้วย กิจกรรมการทดสอบความใส่ใจ ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ บันทึกคะแนนตอบถูกและเวลาปฏิกิริยา ขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ พร้อมกับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้า สมอง EMOTIV รุ่น EPOC+ จำนวน 14 ช่องสัญญาณ (Channels) คัดกรองคลื่นไฟฟ้าสมองจากซอฟต์แวร์ EMOTIVPRO กิจกรรมการเรียกคืนความจำแบบระยะใกล้โดยมีตัวชี้แนะผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์บันทึกคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบระยะใกล้โดยมีตัวชี้แนะ และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยวิธีหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบที (t-test) สำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยใช้โปรแกรม SPSS



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เพื่อเพิ่มความใส่ใจของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง กลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 63.6 และ 59.1 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 15 - 20 ปี ร้อยละ 77.3 และ 72.7 การศึกษาระดับมัธยมต้น (ม.3) ร้อยละ 36.4 และ 45.5 ตามลำดับ การรับประทานอาหารหลักในแต่ละวันส่วนใหญ่รับประทานครบทั้ง 3 มื้อ และไม่มีโรคประจำตัว การได้รับบาดเจ็บทางสมองในระดับปานกลางโดยส่วนใหญ่ไม่ได้รับการผ่าตัด ร้อยละ 90.9 และ 86.4 ตามลำดับ ส่วนใหญ่ภายหลังการได้รับบาดเจ็บสมองไม่ได้รับประทานยาประเภทยาบำรุงหรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริม ร้อยละ 90.9 ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง การนอนหลับพักผ่อนส่วนใหญ่นอนได้ 4 - 6 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 63.6 และ 68.2 การออกกำลังกาย ร้อยละ 50 ออกกำลังกายเป็นประจำ ในกลุ่มทดลองมีการเล่นเกมสกีโดยส่วนใหญ่เกือบทุกวัน ร้อยละ 72.7 มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่เล่นเกมสกีทุกวันพบร้อยละ 40.9 ส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ร้อยละ 77.3 และ 72.7 ตามลำดับ ไม่พบอาการเกี่ยวกับความผิดปกติของการใช้สายตา การมองเห็นเป็นปกติ หมดในการใช้มือขวา ใช้คอมพิวเตอร์ได้ และไม่เคยฝึกหรือการฟื้นฟูเกี่ยวกับการเพิ่มความใส่ใจ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฯ พัฒนาจากแนวความคิดการกระตุ้นระบบประสาทสัมผัสด้านการรับรู้ทางสายตาและการรับรู้ด้วยเสียงโดยเป็นเสียงที่กำกับจังหวะการเคลื่อนไหวตา เป็นการปรับสมดุลของระบบประสาท และการสื่อสารของกระแสประสาท (Nerve Impulse) ผ่านสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) การเชื่อมโยงการทำงานของระบบประสาทรับรู้ความรู้สึก รับสิ่งเร้าอย่างมีแบบแผนและมีการกำหนดเป้าหมายของสิ่งเร้าอย่างชัดเจน ส่งผลต่อระบบประสาทพาราซิมพาเดติก (Parasympathetic System) ให้มีการทำงานเพิ่มขึ้นและมีการรับรู้ที่ดีขึ้น กระตุ้นการหลั่งของ สารสื่อประสาท (Neurotransmitter) อะซิติลโคลีน (Acetylcholine) และ โดปามีน (Dopamine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มความใส่ใจและกระบวนการเรียนรู้ ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่พัฒนาขึ้นมีกิจกรรมหลัก คือ กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุท ร่วมกับกิจกรรมฟังเสียงกำกับจังหวะที่ผสมผสานการเคลื่อนไหวของวัตถุวงกลมอย่างมีแบบแผน

ผลการประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด สำหรับการเพิ่มความสามารถ

ทางปัญญาของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง และผลการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ นำไปทดลองใช้กับ ผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง ปรากฏว่า ผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง มีความเข้าใจ สามารถปฏิบัติตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ได้และให้ความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดี

ผลการศึกษากลุ่มทดลองใช้ (Pilot Study) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สำหรับเพิ่มความใส่ใจของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง การประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่เหมาะสมสำหรับผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฯ ที่ทดลองใช้ (Pilot Study) กับผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลางที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ในระยะเวลา 16 วัน โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่เหมาะสมสำหรับผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไปทดลองใช้ (Pilot Study) ปรากฏว่าภาพรวม ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด ($M=4.63$, $SD=0.43$) ต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสำหรับเพิ่มความใส่ใจในผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง

จากผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทดลองใช้ (Pilot Study) ชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สำหรับเพิ่มความใส่ใจในผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง มีความเหมาะสมที่จะนำไปทำวิจัยต่อไป

2. ผลเปรียบเทียบการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

คะแนนความใส่ใจ หลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะมีความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะและมีเวลาปฏิกิริยาขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 เปรียบเทียบความถูกต้องของการตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

คะแนนความใส่ใจ หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีความถูกต้องของการตอบสนองขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ และมีเวลาปฏิกิริยาขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ น้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ฌย่านความถี่ Alpha และ Beta ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นในย่านความถี่ Alpha และ Beta หลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นในย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง F3, F7, F8, AF3, AF4, FC5 บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 และ T8 บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอดัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P3, P4, P7 และ P8 และบริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1, O2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ฌย่านความถี่ Alpha และ Beta หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นในย่านความถี่ Alpha และ Beta หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นในย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง F3, F7, F8, AF4 และ FC6 และบริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1, O2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.5. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มที่ใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการฝึกกับจังหวะ

คะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการฝึกกับจังหวะ และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการฝึกกับจังหวะ กลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการฝึกกับจังหวะ มีความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการฝึกกับจังหวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการฝึกกับจังหวะทั้งหมด 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ครั้ง ครั้งละ 14 นาที รวมทั้งหมด 16 ครั้ง ทำให้มีผลต่อความถูกต้องของการตอบสนอง เวลาปฏิกริยาและการเปลี่ยนแปลงของค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นในย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการฝึกกับจังหวะ มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้เพิ่มการรับรู้สิ่งเร้าที่ส่งผลต่อการเพิ่มความใส่ใจกับผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลางได้ เนื่องจากเป็นการพัฒนาและสังเคราะห์องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการรู้คิดทางปัญญา (Cognitive Process) เกี่ยวข้องกับความใส่ใจ (Attention) ดังนั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการฝึกกับจังหวะ ซึ่งพัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์องค์ความรู้และสาระสำคัญที่เกี่ยวกับการเพิ่มความใส่ใจ ซึ่งมี กิจกรรมหลักได้แก่ การเคลื่อนไหวตาทั้งสองข้างแบบสมูทเพอร์สุท ร่วมกับ การฟังเสียงกำกับจังหวะที่มีอัตราความเร็วของจังหวะแบ่งออกเป็น 4 แบบ โดยมีแบบความเร็วตั้งแต่ 40, 60, 80 และ 100 ครั้งต่อนาที จากแนวคิดของการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้หลักการเรียนรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแบบบูรณาการ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทร่วมกับการฝึกกับจังหวะจึงสังเคราะห์องค์ความรู้เกี่ยวกับการเพิ่มความใส่ใจ ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญและ สอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce, Weil, and Calhoun (2009) กล่าวถึงการพัฒนาการเรียนรู้โดยรูปแบบการสอน (Teaching Model) เมื่อพัฒนารูปแบบหรือโปรแกรมใดแล้ว ก่อนนำไปใช้จริงและมีการเผยแพร่การ

ใช้ ต้องมีการวิจัยเพื่อทดลองหรือมีการทดสอบเป็นการพิจารณาความเหมาะสมและนำข้อคิดเห็นจากผู้ใช้อหรือข้อขัดข้องมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์จริง

แนวคิดการทำงานของระบบสมองที่เกี่ยวกับการรับรู้ทางสายตาผ่านการเคลื่อนไหวตา ภายใต้อำนาจจิตใจอย่างมีแบบแผน มีการเคลื่อนไหวตาไปมาซ้ำๆ ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวตาซ้ายและตาขวาไปทางเดียวกัน (Conjugate Eye Movements) ในลักษณะการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สวูท (Smooth pursuit eye movement) ในลักษณะการกวาดตามอง (Scanning) จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบการรับและสั่งการทำงานของสมองซึ่งเส้นใยเชื่อมการส่งผ่านการทำงานของสมองทั้งสองซีกคือ คอปัสคัลโลซัม (Corpus Callosum) เป็นการกระตุ้นเครือข่ายการเชื่อมต่อการทำงานของสมองในแต่ละพื้นที่ ที่เกี่ยวข้องกับความเร็ว สมาธิและความจำของสมอง (Tretyak, Ko fan, Znanetska, Boyechko, & Severynovska, 2021) เป็นการช่วยลดความไม่สมดุลการทำงานของบริเวณสมองทั้งสองซีกรวมถึงเครือข่ายการทำหน้าที่ของบริเวณสมองที่เกี่ยวข้องดังกล่าวรวมถึงการช่วยเพิ่มการตอบสนองระหว่างสมองทั้งสองซีกด้วย (Interhemispheric) และการทำงานเชื่อมโยงการสั่งการในแต่ละพื้นที่ที่สมองระดับเซลล์ ทำให้เกิดการหลั่งของสารสื่อประสาท (Neurotransmitters) ได้แก่ อะเซทิลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ทำให้เซลล์สมองสื่อสารกันและแสดงพฤติกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสารสื่อประสาทดังกล่าวมีหน้าที่สำคัญเกี่ยวข้องกับความเร็ว ความจำและกระบวนการเรียนรู้ การทำงานของสมองที่ได้รับการกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของเซลล์สมอง (Neuron activity) อย่างต่อเนื่องและเป็นเวลานานเพียงพอมีความสัมพันธ์กับการทำงานที่เชื่อมโยงของระบบเครือข่ายสมองสัมพันธ์กับสมาธิและความเร็ว (Hallett et al., 2020) และยังทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับความเร็ว (Memory) ซึ่งมีส่วนช่วยเกี่ยวกับความเร็ว (Chen & Hutchinson, 2018)

แนวคิดทางจิตวิทยาเป็นการปรับความสมดุลทั้งด้านร่างกายและจิตใจ ด้านร่างกายแสดงถึงการทำงานของสมอง การส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมระดับเซลล์สมอง (Neuron activity) ช่วยให้เกิดการฟื้นฟูการทำงานของสมองและร่างกายจากการบาดเจ็บ ส่วนด้านจิตใจแสดงถึงสภาพทางจิตใจและอารมณ์ การผ่อนคลาย ลดความเครียดและความวิตกกังวล ความสามารถในการรวบรวมสมาธิประกอบ ด้วย การฟังเสียงกำกับจังหวะเป็นการสร้างความเร็วใจต่อสิ่งเร้าที่ถูกเลือกรับรู้ (Selected Attention) เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจหรือการรับรู้ความเร็วใจจากสิ่งเร้าอื่น เช่น จากความวิตกกังวลเกี่ยวกับสภาพความบกพร่องของร่างกายจากการบาดเจ็บ การพักหรือหยุดการทำบหบาทเช่น การเรียน การทำงาน การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนวัยเดียวกัน รวมถึงอาการเจ็บปวดหรือปัญหาต่าง ๆ ช่วยลดฮอร์โมนที่เกี่ยวกับความเครียด ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและอวัยวะ เพิ่มความสามารถของการตัดสินใจ (Ng, Abbott, & Hunt, 2014) และ การเคลื่อนไหวตาเพื่อติดตามวัตถุวงกลมอย่างมีเป้าหมายและมีทิศทางที่วางแผนไว้อย่างตั้งใจและจดจ่อ จะเกิดการกระตุ้นระบบสมองที่ควบคุมการ

ทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic Nervous System) สมอง บริเวณระบบ ลิมบิก (Limbic System) และบริเวณเปลือกสมอง (Cortex) ทำให้หัวใจเต้นช้าลง ผ่อนคลาย ลดระดับของคอร์ติซอล (Cortisol) และเพิ่มความสามารถทางปัญญา (Cognitive Performance) ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ และการเพิ่มความใส่ใจ (Solanki & Saiyad, 2020) เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเครือข่ายประสาท (Neural Network) การเพิ่มกิจกรรมของเซลล์สมอง มีการกระตุ้นการสื่อสารกันระหว่างเซลล์สมองอย่างมีประสิทธิภาพ และการเพิ่มแขนงของเซลล์สมอง ส่วนของการรับสัญญาณข้อมูลที่เรียกว่าเดนไดรต์ (Dendrite) ทำให้มีการรับและจัดเก็บข้อมูลที่ดีขึ้น การกระตุ้นการทำงานของสมองจะช่วยให้เซลล์ประสาทมีการจัดเรียงตัวใหม่และมีการส่งเสริมการปรับโครงสร้างภายในเซลล์ประสาท (Synaptic Plasticity) ภายหลังการบาดเจ็บสมอง ทำให้การส่งสัญญาณประสาทที่จุดประสานประสาท (Synaptic) มีประสิทธิภาพดีขึ้น ส่งผลให้เซลล์ประสาททำงานได้ อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยพัฒนาหน้าที่การบริหารจัดการของสมองเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง 3 ด้านของผู้บาดเจ็บสมองคือ 1) ปัญหาเรื่องการรู้คิด (Cognitive) คือ ความจำ สมาธิ จนเกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมนั้น 2) ปัญหาด้านอารมณ์ (Emotional) คือ ทำให้ผู้บาดเจ็บสมองมีอาการนั่งมากขึ้น ควบคุมอารมณ์ตัวเอง และสามารถทำกิจกรรมได้ 3) ปัญหาด้านพฤติกรรม (Behavioral) คือ ควบคุมและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในทางที่เหมาะสมมากขึ้นไม่หุนหันพลันแล่น สมาธิดีขึ้น

2. ผลการเปรียบเทียบการเพิ่มความใส่ใจของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สวูดร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่พัฒนาขึ้น

2.1 คะแนนความใส่ใจ หลังการทดลอง ของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สวูดร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีความถูกต้องของการตอบสนองมากขึ้น และมีเวลาปฏิกิริยาน้อยลงกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สวูดร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ และหลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สวูดร่วมกับเสียงกำกับจังหวะมีความถูกต้องของการตอบสนองมากขึ้นและมีเวลาปฏิกิริยาน้อยลงกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สวูดร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการศึกษาการฝึกการเคลื่อนไหวตาทั้งแบบการเคลื่อนไหวตาแบบแซคคาติก (Saccadic Eye Movement) และการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สวูดเพื่อเพิ่มความสามารถการรับรู้ทางปัญญา (Cognitive Function) ในผู้สูงอายุปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้สูงอายุที่ได้รับการฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สวูดสามารถเพิ่มความใส่ใจมากกว่ากลุ่มควบคุม (Bae & Kim, 2018) นอกจากนี้ผลการศึกษายังสอดคล้องกับหลายการศึกษาที่ผ่านมา เช่น งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาพื้นที่สมองที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของการเคลื่อนไหวตา (Smooth Pursuit Area) ซึ่งเป็นส่วนย่อยของเปลือกสมองส่วน

หน้า ที่ทำหน้าที่รับรู้สิ่งเร้าจากการมองเห็น (Frontal Eye Filed) กับการเพิ่มความใส่ใจที่ใช้วิธีการกระตุ้นการทำงานของสมองในพื้นที่ดังกล่าวด้วยการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Transcranial Magnetic stimulation: TMS) ในพลังงานที่เหมาะสม ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีอัตราการตอบได้เร็วและถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม (Jin, Gou, Zhang, & Li, 2021, p.11) สมุทเพอร์สทูทเป็นการใช้สายตาเคลื่อนไหวตามวัตถุที่เคลื่อนที่อย่างมีทิศทางและเป็นการแผนการเคลื่อนไหวตาอย่างตั้งใจมีความเกี่ยวข้องกับสมองบริเวณสมุทเพอร์สทูท (Hunfalvay et al., 2020) ที่อยู่ในส่วนของการรับรู้การรับรู้สัญญาณจากการมองเห็นบริเวณสมองส่วนฟรอนทัลอายฟิวส์ (Frontal eye filed) ซึ่งมีงานวิจัยหลากหลายที่ให้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน เช่น งานวิจัยการออกกำลังกายร่วมกับการเคลื่อนไหวของตาในนักเรียน ปรากฏว่า กลุ่ม ทดลองมีผลการทดสอบในชั้นเรียนที่ดีขึ้น (Organ, 2010) ผลที่ได้ยังสอดคล้องกับการศึกษาที่ใช้วิธี Rapid Serial Visual Presentation (RSVP) ซึ่งกลุ่มทดลองมีการตอบสนองต่อเป้าหมายที่มีสิ่งรบกวนได้เร็วและถูกต้องมากกว่ากลุ่มควบคุม (Di Noto, Uta, & DeSouza, 2013)

2.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมุทเพอร์สทูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ และ ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta หลังการทดลองระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมุทเพอร์สทูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ เป็นเวลา 16 วัน ในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมุทเพอร์สทูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะปรากฏว่าค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta หลังการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมุทเพอร์สทูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่น ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่าก่อนการทดลองในกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมุทเพอร์สทูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง F3, FC5, FC6, F7, F8, AF3 และ AF4 บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอร์ล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7, T8 บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P3, P4, P7, P8 และบริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1, O2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่น ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมุทเพอร์สทูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่นในย่านความถี่ Alpha และ Beta ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์การเคลื่อนไหวตาแบบสมุทเพอร์สทูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดบริเวณเปลือกสมองส่วนฟรอนทัล (Frontal) ที่

ตำแหน่ง F3 F7 F8 AF4 FC6 บริเวณเปลือกสมองส่วนเทมพอรัล (Temporal) ที่ตำแหน่ง T7 T8 บริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล (Parietal) ที่ตำแหน่ง P8 และบริเวณเปลือกสมองส่วนอ็อกซิพิทัล (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1, O2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้กับกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

คะแนนความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ และกลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีความถูกต้องของการเรียกคืนความจำแบบการระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความใส่ใจและความจำเป็นหน้าที่ทางปัญญาที่มีความสัมพันธ์และเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน พฤติกรรมที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้เป็นพฤติกรรมความใส่ใจและพฤติกรรมการเรียกคืนความจำแบบระลึกคำโดยมีตัวชี้แนะ ทั้งนี้เนื่องจาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะนี้ เป็นแบบตั้งใจและมีเป้าหมายการควบคุมสั่งการโดยศูนย์สั่งการ การเคลื่อนไหว บริเวณสมองส่วนพรีฟรอนทัลคอร์เท็กซ์ (Prefrontal Cortex: PFC) โดยมีการทำงานร่วมกับสมองส่วนฟรอนทัลอายส์ฟิลด์ (Frontal Eye Field: FEF) ที่ควบคุมการเคลื่อนไหวตา ซึ่งอยู่ในสมองบริเวณพรีมอเตอร์คอเท็กซ์ (Premotor Cortex) ที่ควบคุมการเคลื่อนไหวตาสองข้างแบบสมูทเพอร์สูท แนวนอน โดยส่งสัญญาณไปยังสมองที่ช่วยเสริมการทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวตาได้แก่ สมองส่วนสัพพรีเมนทารีอายส์ฟิลด์ (Supplementary Eye Field: SEF) สมองส่วนดอร์โซแลทเพรีฟรอนทัลคอร์เท็กซ์ (Dorsolateral Prefrontal Cortex: DLPFC) และสมองส่วนโพสทีเรียอายส์ฟิลด์ (Posterior Eye Field: PEF) พื้นที่ทั้งหมดเหล่านี้จะทำงาน เชื่อมโยงกับบริเวณสมอง ส่วนอื่น ๆ โดยส่งสัญญาณประสาทอย่างรวดเร็วและเฉพาะเจาะจงถึงสมองส่วนซูบพิเรียคอลลิคูรัส (Superior Colliculus: SC) ของสมองส่วนมิดเบรน (Midbrain) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวตา แลส่งคำสั่งไปที่บริเวณเบรนสเต็ม (Brainstem) และซีรีเบลลัม (Cerebellum) (Waxman & DeGroot, 1995, pp. 106-126) ซึ่งทางเดินกระแสประสาทจากการเคลื่อนไหวตาแบบแนวนอน เป็นเส้นทางแบบเกตติงเซอร์กิต (Gating Circuit) ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับพื้นที่สมองและ เส้นทางเดินกระแสประสาทที่เกี่ยวข้องกับความจำ (Medical Books Online, 2012) โดยเมื่อมีการเคลื่อนไหวตา จะทำให้เกิด การเพิ่มการส่งกระแสสัญญาณระดับเซลล์ประสาทที่อยู่ใน

คอเดตนิวเคลียส (Caudate Nucleus) ซึ่งมีหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวที่อยู่ภายใต้
อำนาจจิตใจ (Voluntary) และมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ความใส่ใจและการเรียกคืนความจำ
(Packard & Knowlton, 2002, pp. 567-568)

จากแนวคิดแบบจำลองของความจำเหตุการณ์ (Model of Episodic Memory) ของ
Tulving et al. (1994) ที่เรียกว่าโมเดล HERA (Hemispheric Encoding Retrieval Asymmetry
Model: HERA) เมื่อมีการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์การเคลื่อนไหวตาสองข้างแบบสมูทเพอร์สัท
แนวนอนที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้สมองทั้งสองซีกได้รับการกระตุ้นเพิ่ม ขึ้นช่วยลดความไม่
สมดุลของการทำงานของสมองตามแนวคิดโมเดล HERA เพื่อลงรหัสและการเรียกคืนความจำของ
สมอง (Christman & Propper, 2010) โดยการเพิ่มการตอบสนองของการทำงานของสมอง ระหว่างสม
องซีกซ้ายและขวา (Interhemisphere) ในเซลล์สมอง (Neuron) บริเวณ คอปสคอลโลซัม (Corpus
Callosum) เพิ่มการสร้างกระแสประสาท เพิ่มการสานต่อจุดประสานประสาท (Synapse) เกิดการ
เปลี่ยนแปลงโดยมีการเพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาท อะซิติลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน
(Dopamine) (Poe et al., 2010) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีความสำคัญต่อบทบาทและหน้าที่
สำคัญเพิ่มกระบวนการเรียนรู้ความใส่ใจและความจำ (Blokland, 1995) เปลือกสมอง (Cerebral
Cortex) ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อเป็นโครงข่ายประสาทขนาดใหญ่และฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ที่
เป็นบริเวณสำคัญของการลงรหัสข้อมูล (Encoding) และเป็นการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูล
(Consolidation) โดยเฉพาะข้อมูลความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) เป็นข้อมูลความจำที่
เกี่ยวข้องและส่งผลต่อการเรียกคืนความจำ (Memory Retrieval) (Hasselmo, 2006; Chowdhury
et al., 2012)

ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ
ได้กำหนดให้มีระยะเวลาในการเคลื่อนไหวตา เป็นจังหวะเท่ากันในแต่ละเซต และทำติดต่อกันนาน
สลับกับการพักหลังตารางกับการฟังเสียงกำกับจังหวะทำสลับติดต่อกันไปจนครบรอบซึ่งจะใช้เวลาใน
การเคลื่อนไหวตาารวม 14 นาที ต่อครั้งต่อวันติดต่อกันทุกวันรวม 16 วัน ซึ่งจะสามารถช่วยเพิ่มการ
เรียกคืนความจำได้มากขึ้น เนื่องจากระยะเวลาในการฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์การไหวตา
แบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่พัฒนาขึ้นนานพอและต่อเนื่อง จะเป็นการส่งสัญญาณ
ระหว่างเซลล์ประสาทในการเพิ่มศักยภาพของสมองระยะยาว (LTP) เซลล์ประสาทสมองได้รับการ
กระตุ้นที่มีความแรง (Intensity) และความถี่ (Frequency) มากพอที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลง
ความต่างศักย์ (Depolarization) ระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ประสาทหลังจุดประสานประสาท
(Postsynaptic) และเพียงพอที่จะหลั่งสารสื่อประสาทกลูตาเมต (Glutamate) ในระยะก่อนจุด
ประสานประสาทใด (Presynaptic) (Izquierdo, 1993, p. 3) โดยการทำงานประสานกันของเซลล์

ประสาทในระยก่อนจุดประสานประสาท (Presynaptic) กับในระยหลังจุดประสานประสาท (Postsynaptic) ส่งผลให้ศักยภาพของสมองในการเรียนรู้และความจำเพิ่มขึ้น (Pinel, 2011, p. 219)

กลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของสมองด้านการมองเห็นเชิงมิติสัมพันธ์ และ กระบวนการความใส่ใจ (Attention) มีแนวโน้มในทางที่ดีขึ้น หลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เนื่องจากพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Alpha และ Beta จะสัมพันธ์กับบริเวณสมองในด้านกระบวนการรู้คิด (Cognitive Process) (Modari et al., 2011) โดยเฉพาะปรากฏค่าพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Alpha และ Beta ที่สูงขึ้นในหลายตำแหน่งอิเล็กโทรดหลังการฝึก ด้วยโปรแกรม สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Reis et al., (2016); Mingli, Michael, and Ame, (2018) ซึ่งให้เห็นว่า หลังการฝึกที่มีการกระตุ้นสมอง ในบริเวณสมองส่วนหน้า (Frontal-Midline) จะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่าพลังงานสัมพันธ์ ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองบริเวณเปลือกสมอง ส่วนพาริเทัล (Parietal Lobe) และจะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่าพลังงานสัมพันธ์ของช่วงความถี่ คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Alpha หากใช้กิจกรรมกระตุ้นที่เหมาะสม (Chiu et al., 2012)

การเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ยังมีผลต่อการส่งสัญญาณประสาทที่คอปัสคัลโลซัม (Corpus Callosum) ระหว่างสมองสองซีก ซึ่งมีระดับของการส่งสัญญาณที่เพิ่มขึ้น มีผลมาจากการเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างสมองสองซีกที่เพิ่มขึ้น (Propper & Christman, 2010, pp.269-281) หลังจากการฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เป็นเวลา 16 วัน ทำให้มีผลต่อกระบวนการทำงานของสมองในการวิเคราะห์ การแยกแยะ การตอบสนอง การตีความและการตัดสินใจให้ทำงานได้เร็วขึ้นตลอดจนมีการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์ไฟฟ้าสมอง โดยเฉพาะบริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเทัล (Frontal) ที่ตำแหน่ง FC6 F8 AF3 AF4 ซึ่งเป็นส่วนของฟรอนทัลอายส์ฟีลด์ (Frontal Eye Fields: FEF) ในบริเวณพรีฟรอนทัลคอร์เท็กซ์ (Prefrontal Cortex) ที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมความใส่ใจ จากการมองเห็นและการเคลื่อนไหวของตา เปลือกสมองบริเวณแอนทีโรพรีฟรอนทัล (Anterio Prefrontal Cortex: ACC) เป็นสมองส่วนที่เกี่ยวกับกระบวนการของความคิดและเหตุผล สมองส่วนอินฟีเรียฟรอนทัล ไจรัส (Inferior Frontal Gyrus: VLPFC) ซึ่งเป็นส่วนของสมองที่มีหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับความจำร่วมกับสมองส่วน เติมพอร์ล (Temporal Lobes) การเปลี่ยนแปลงบริเวณเปลือกสมองที่ตำแหน่ง T7 ซึ่งเป็นส่วนของสมองที่เกี่ยวกับขั้นตอนในการรับรู้ การจัดเรียง (Orient) และการให้ข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของวัตถุ เช่น สี รูปร่างและขนาด เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงที่บริเวณเปลือกสมองด้านข้าง (Parietal) ที่ตำแหน่ง P7 และ P8 ในส่วนของแองกูลาร์ ไจรัส (Angular Gyrus) เป็นบริเวณของสมองที่มีบทบาทในการประมวลผล การรับรู้

ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Cognition) การเรียกคืนความจำ ความใส่ใจ และการเปลี่ยนแปลงที่บริเวณเปลือกสมองส่วนท้ายทอย (Occipital) ที่ตำแหน่ง O1 O2 เป็นบริเวณของเปลือกสมองส่วนการมองเห็นขั้นต้น (Primary Visual Cortex) หรือสไตรเอทคอร์เทกซ์ (Striate Cortex) หรือที่เรียกว่าเขตสายตา V1 ซึ่งเป็นบริเวณของทางสัญญาณประสาทที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของตาและความใส่ใจ ที่ประกอบด้วย 2 วงจร คือ 1) วงจรสัญญาณด้านบน (Dorsal Stream) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง การเคลื่อนไหว ระยะระหว่างวัตถุหรือเรียกว่า ทางสัญญาณบอกว่าที่ไหน (Where Pathway) และ 2) วงจรสัญญาณด้านล่าง (Ventral Stream) ให้ข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของวัตถุ เช่น สี ขนาด รูปร่าง หรือเรียกว่า ทางสัญญาณบอกว่าอะไร (What Pathway) (Mochizuki & Kirino, 2008, pp. 98-104) หลังจากการฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ เป็นเวลา 16 วัน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าพลังงานสัมพันธ์คลื่นไฟฟ้าสมองในย่านความถี่ Alpha และ Beta ของกลุ่มใช้โปรแกรมหลังใช้มากกว่าก่อนใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะและกลุ่มใช้โปรแกรมมีค่าพลังงานสัมพันธ์มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจ การที่ค่าพลังงานสัมพันธ์มากขึ้น แสดงถึงสมองมีการทำงานที่เร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลของการวัดด้านพฤติกรรม ภายหลังการทดลองของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะที่มีเวลาปฏิบัติลดลง

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ที่ประกอบด้วย กิจกรรมหลัก คือ กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุท (Smooth pursuit eye movement) ร่วมกับกิจกรรมฟังเสียงกำกับจังหวะ (Rhythmic cueing) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำหน้าที่ทางปัญญาเกี่ยวข้องกับความใส่ใจและความจำของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลางได้โดยการวัดจาก 1) หลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจของกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ มีการตอบสนองที่ถูกต้องมากกว่าและใช้เวลาปฏิบัติน้อยกว่าก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ 2) หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมีความถูกต้องของการตอบสนองมากกว่าและเวลาปฏิบัติน้อยกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ 3) หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมีค่าพลังงานสัมพันธ์ของคลื่น ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta มากกว่า

ก่อนใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ และ 4) หลังการทดลองกลุ่มใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ขณะทำแบบทดสอบความใส่ใจมีค่าพลังงานสัมบูรณ์ของคลื่น ณ ย่านความถี่ Alpha และ Beta มากกว่ากลุ่มไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ดังนั้น การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สามารถเพิ่มความใส่ใจของผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลางได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สามารถเพิ่มความใส่ใจได้ โดยทำติดต่อกัน 16 วัน ๆ ละ 14 นาที จะทำให้เซลล์สมองแข็งแรงและยืดหยุ่น เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองในการเพิ่มศักยภาพของความใส่ใจ
2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟูสุขภาพผู้ป่วยหรือผู้บาดเจ็บสมอง เช่น โรงพยาบาลทั้งระดับตติยภูมิ ตติยภูมิและระดับปฐมภูมิ หรือหน่วยงานในระบบการดูแลฟื้นฟูเพื่อการส่งต่อ ผู้บาดเจ็บสมองกลับสู่ชุมชน ครอบครัว สามารถนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะไปประยุกต์เพื่อเป็นการเพิ่ม ความใส่ใจซึ่งเป็นหน้าที่ทางปัญญาที่สำคัญที่สามารถพัฒนาให้เกิดสมรรถนะด้านอื่นที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพต่อไป
3. สถาบันการศึกษาสามารถนำผลการวิจัยเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เพื่อเพิ่มความใส่ใจ ไปใช้ประกอบการเรียนการสอน การวิจัยและการบริการวิชาการ
4. นักวิชาการหรือผู้ที่เกี่ยวข้องที่สนใจ สามารถนำรูปแบบโปรแกรม คอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ เพื่อเพิ่มความใส่ใจ โดยนำไปใช้เพื่อเป็นทางเลือกในการประยุกต์กิจกรรมฟื้นฟูสภาพร่างกายร่วมกับการฟื้นฟูสมรรถภาพการทำงานสมอง เพื่อพัฒนาหน้าที่ทางปัญญาด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ด้านการรับรู้ ด้านการรู้คิดและการตัดสินใจ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเฉพาะวัยรุ่นที่บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง การศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะในวัย หรือกลุ่มที่มีความผิดปกติด้านทักษะทางปัญญาอื่นๆ เช่น กลุ่มเด็ก

หรือวัยรุ่นที่มีความบกพร่องเกี่ยวกับสมาธิสั้นเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

2. การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้เวลาในการทดลองการใช้โปรแกรมรวมทั้งสิ้น 16 วัน และมีการประเมินผล 1 ครั้ง ภายหลังจากทดลองการทดลองเสร็จสิ้นภายใน 2 สัปดาห์ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ต่อไปควรเพิ่มระยะเวลาในการติดตามผลซ้ำเพื่อติดตามการคงอยู่ของความใส่ใจ และนำผลมาปรับใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างเหมาะสม

3. ควรมีการศึกษากิจกรรมอื่นที่เกี่ยวข้องกับประสาทสัมผัส เช่น เสียง กลิ่น รสและสัมผัส ในการเพิ่มความใส่ใจและการวัดผลความใส่ใจเฉพาะด้าน เช่น ความตื่นตัว (Alert) การจัดเรียง (Orient) หรือหน้าที่ทางปัญญาขั้นสูง (Executive Function)



บรรณานุกรม

- ขวัญชนก ยิ้มแต่, พรเทพ เกษมศิริ, พนิดา ธนาวิรัตน์านิจ, และพิภพสิริ เพาประดิษฐ์. (2554). *การประเมิน แบบทดสอบการไต่ถามห้านาที่ฉบับภาษาไทยในการคัดกรองการไต่ถามในชุมชน*. กรุงเทพฯ: สถาบันสร้างเสริม สุขภาพคนพิการ.
- ณัฐพร พวงเกตุ. (2559). *ผลของการชมภาพยนตร์สั้นไทยที่มีต่อความใส่ใจของวัยรุ่นตอนปลาย: การศึกษาศักยภาพไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์*. ดุษฎีนิพนธ์ วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ดาวชมพู นาคะวิโร. (2560). *การกระตุ้นความสามารถสมองด้านทักษะการจัดการ ความใส่ใจ ความจำและมิติสัมพันธ์ในผู้ที่มีสมรรถภาพสมองบกพร่องระยะต้น*. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย, 62(4), 337-348.
- ดุสิต โพธิ์พันธุ์. (2559). *การเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจำนวนาวิกโยธิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ: การศึกษาศักยภาพไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์*. ดุษฎีนิพนธ์ สาขาวิชาการศึกษาวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา, วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ดุสิต โพธิ์พันธุ์ และเสรี ชัดเข้ม. (2560). *การเพิ่มความใส่ใจของนักเรียนจำนวนาวิกโยธินโดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบติดตามวัตถุ: การศึกษาศักยภาพไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับ เหตุการณ์*. วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, 14(2), 1-18.
- ทัศนีย์ เชื่อมทอง. (2558). *ผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์การกลอกตาสองข้างแบบแนวนอน สำหรับการเพิ่มการเรียกคืนความจำในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น: การศึกษาค้นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์*. วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, 10(2), 20-38.
- เทียนชัย ชาญณรงค์ศักดิ์. (2556). *ผลการฝึกจินตภาพเพื่อการผ่อนคลายที่มีต่อความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ*. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 14(2), 37-46.
- ธงชัย จินาพันธ์ และสุชาดา กรเพชรปานิ. (2559). *การประยุกต์ การพิมพ์ภาษาไทยด้วยระบบลูกผสมคลื่นไฟฟ้า สมองและระบบติดตามดวงตาสำหรับผู้พิการทางการเคลื่อนไหว*. วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, 14(2), 19-31.
- ธัญรัศม์ปิย วัชรเวลา. (2020). *การพยาบาลผู้ป่วยสมองบาดเจ็บร่วมกับมีภาวะเลือดออกเหนือเยื่อหุ้มสมองชั้นนอก*. วารสารสำนักงานสาธารณสุข จังหวัดขอนแก่น, 2(1), 125-138.
- นววรรณ พันธเมธา. (2544). *คู่มือการใช้ภาษาไทยแนวใหม่คลังคำ*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.

- นันทพล โจนโกศล. (2552). พุทธประสาทจริยศาสตร์กับภาวะบกพร่องทางสมอง. *วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์*, 5(4), 49-66.
- บ้านจอมยุทธ์. (2543). *ทฤษฎีเกสตัลท์*. เข้าถึงได้จาก
https://www.baanjommyut.com/library_2/extension-2/gestalt_theory/01.html
- ปรัชญา แก้วแก่น. (2555). กระบวนการความสนใจและการประยุกต์สำหรับการวิจัยทางวิทยาการปัญญา. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, 10(1), 1-10.
- ปัญจนาฏ วรวัฒน์ชัย. (2559). กลไกสมองสองซีกกับความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์. *Journal of Information*, 15(2), 1-12.
- มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์. (2549). การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในผู้ใหญ่: ความรู้พื้นฐานสำหรับพยาบาล. *สงขลานครินทร์เวชสาร*, 24(5), 446-447.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). *พจนานุกรมไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2556). *พจนานุกรมศัพท์จิตวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์. (2556). การประเมินความตั้งใจจดจ่อโดยการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองและการประยุกต์ใช้ในเด็กที่เป็นโรคสมาธิสั้น. *Journal of Medicine and Health Sciences*, 20(1), 1-9
- สุจิตรา เทียนสวัสดิ์. (2550). ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา : ข้อวิพากษ์และข้อเสนอแนะวิธีการคำนวณ. *พยาบาลสาร*, 34(4), 1-9.
- Aad, G., Abajyan, T., Abbott, B., Abdallah, J., Khalek, S. A., Abdelalim, A. A., & bouzeid, O. S. (2013). Search for dark matter candidates and large extra dimensions in events with a jet and missing transverse momentum with the Atlas detector. *Journal of High Energy Physics*, 2(4), 1-51.
- Abhang, P. A., Gawali, B. W., & Mehrotra, S. C. (2016). *Introduction to EEG-and Speech - based Emotion Recognition*. Academic Press
- Ahveninen, J., Hämäläinen, M., Jääskeläinen, I. P., Ahlfors, S. P., Huang, S., Lin, F. H., ... & Belliveau, J. W. (2011). Attention-driven auditory cortex short-term plasticity helps segregate relevant sounds from noise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(10), 4182-4187.

- Al-Hudhud, G., Alzamel, M. A., Alattas, E., & Alwabil, A. (2014). Using brain signals patterns for biometric identity verification systems. *Computers in Human Behavior*, 31, 224-229.
- Amador, N., Schlag-Rey, M., & Schlag, J., (2004). Primate antisaccade. II. Supplementary eye field neuronal activity predicts correct performance. *J. Neurophysiol*, 91(4), 1672-1689.
- Andelic, N., Howe, E. I., Hellström, T., Sanchez, M. F., Lu, J., Løvstad, M., & Røe, C. (2018). Disability and quality of life 20 years after traumatic brain injury. *Brain and behavior*, 8(7), 1-10.
- Appelbaum, L. G., & Erickson, G. (2018). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 160-189.
- Armstrong, T., & Olatunji, B. O. (2012). Eye tracking of attention in the affective disorders: a meta-analytic review and synthesis. *Clin Psychol Rev*, 32(8), 704-723.
- Arroyo Ferrer, A., De Noreña, D., Serrano, J. I., Ríos Lago, M., & Romero Muñoz, J. P. (2021). Cognitive rehabilitation in a case of traumatic brain injury using EEG-based neurofeedback in comparison to conventional methods. *J. Integr. Neurosci*, 20(2), 449-457.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Chapter: Human memory: A proposed system and its control processes. In Spence, K. W.; Spence, & J. T. (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Volume 2) (pp. 13-113). New York: Academic Press.
- Baddeley, A., Lewis, V., Eldridge, M., & Thomson, N. (1984). Attention and Retrieval From Long-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113(4), 518-540.
- Bae, S., & Kim, K. Y. (2018). Convergent analysis of old people eye movement training on change of cognitive ability. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(5), 121-127.



- Baddeley, A., Lewis, V., Eldridge, M., & Thomson, N. (1984). Attention and Retrieval From Long-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113 (4), 518-540.
- Bahrack, L. E. (2010). Intermodal Perception and Selective Attention to Intersensory Redundancy: Implications for Typical Social Development and Autism. In G.Bremner, & T.D. Wachs (EDs.). *Blackwell handbook of infant development* (pp. 120-166). England: Blackwell Publishing.
- Barker, E. (2008). *Neuroscience Nursing a Spectrum of Care* (3rd ed.). St. Louis: Mosby.
- Bartzokis, G., Lu, P. H., Heydari, P., Couvrette, A., Lee, G. J., Kalashyan, G., & Mintz, J.(2012). Multimodal magnetic resonance imaging assessment of white matter aging trajectories over the lifespan of healthy individuals. *Biologicalpsychiatry*, 72(12), 1026-1034.
- Bermejo, J. J. (2004). *Rehabilitation Treatment and Case Management: Auditory Functional Assessment in Posttraumatic Brain Injury Rehabilitation*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Benedetti, F., Catenacci Volpi, N., Parisi, L., & Sartori, G. (2014). Attention training with an easy-to-use brain computer interface. In *International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality* (pp. 236-247). Springer, Cham.
- Beyer, S. (1998). Gender differences in causal attributions by college students of performance on course examinations. *Current psychology*, 17(4), 346-358.
- Bigler, E.D. (2008). Neuropsychology and clinical neuroscience of persitent post-concussive syndrome. *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, 14, 1-22.
- Birbaumer, N. (2006). Breaking the silence: brain-computer interfaces (BCI) for communication and motor control. *Psychophysiology*, 43(6), 517-532.
- Blokland, A. (1995). Acetylcholine: a neurotransmitter for learning and memory?. *Brain Research Reviews*, 21(3), 285-300.
- Boscher, C., & Nabi, I. R. (2012). Caveolin-1: Role in cell signaling. *Caveolins and Caveolae*, 21(4), 29-50.
- Breuer, C., & Rumpf, C. (2015). The impact of color and animation on sports viewers' attention to televised sponsorship signage. *Journal of Sport Management*, 29(2), 170-183.

- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. Oxford: Oxford University Press.
- Broadbent, D. E. (2013). *Perception and communication*. New York: Elsevier.
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietrabyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P., & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neurosci Lett*, 441(2), 219-223.
- Bullmore, E., & Sporns, O. (2009). Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems. *Nature reviews neuroscience*, 10(3), 186-198.
- Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., & Berntson, G. G. (2007). Psychophysiological science: Interdisciplinary approaches to classic questions about the mind. *Handbook of psychophysiology*, 3, 1-16.
- Calvanio, R., Burke, D. T., Kim, H. J., Cheng, J., Lepak, P., Leonard, J., & Gavande, V. (2000). Naltrexone: effects on motor function, speech, and activities of daily living in a patient with traumatic brain injury. *Brain injury*, 14(10), 933-942.
- Carter, B. G., & Butt, W. (2001). Review of the use of somatosensory evoked potentials in the prediction of outcome after severe brain injury. *Critical care medicine*, 29(1), 178-186.
- Carter, S. J., & Cassaday, H. J. (1998). State-dependent retrieval and chlorpheniramine. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 13(7), 513-523.
- Chang, D., Dooley, L., & Tuovinen, J. E. (2002). Gestalt theory in visual screen design: a new look at an old subject. In *Proceedings of the Seventh world conference on computers in education conference on Computers in education: Australian topics-Volume 8* (pp. 5-12). Australian Computer Society
- Chen, D., & Hutchinson, J. B. (2018). What is memory-guided attention? How past experiences shape selective visuospatial attention in the present. In *Processes of Visuospatial Attention and Working Memory* (pp. 185-212). Springer.

- Chin, E. R., Olson, E. N., Richardson, J. A., Yang, Q., Humphries, C., Shelton, J. M., & Williams, R. S. (1998). A calcineurin-dependent transcriptional pathway controls skeletal muscle fiber type. *Genes & Development*, 12(16), 2499-2509.
- Choi, K., & Henderson, I. R. (2015). Meiotic recombination hotspots—a comparative view. *The Plant Journal*, 83(1), 52-61.
- Choi, K. M., Min, J. A., Park, P. H., Lee, S. H., & Chae, J. H. (2011). The Effects of Horizontal Eye Movement on Mental Health Indices and Psychophysiological Activities in Healthy Subjects. *Korean J Biol Psychiatry*, 18(9), 148-158.
- Chowdhury, R., Guitart-Masip, M., Bunzeck, N., Dolan, R. J., & Duzel, E. (2012). Dopamine modulates episodic memory persistence in old age. *J Neurosci*, 32(41), 14193-14204.
- Christman, S., & Propper, R. (2010). An interhemispheric basis for episodic memory: Effects of handedness and bilateral eye movements. *Current issues in applied memory*, 185-205.
- Christman, S. D., Garvey, K. J., Propper, R. E., & Phaneuf, K. A. (2003). Bilateral eye movements enhance the retrieval of episodic memories. *Neuropsychology*, 17(2), 221-229.
- Christman, S. D., & Propper, R. E. (2010). Dreaming, handedness, and sleep architecture: interhemispheric mechanisms. *Int Rev Neurobiol*, 92, 215-232.
- Craven, R. F., Hinle, C. J., & Jensen, S. (2013). *Fundamentals of Nursing: Human Health and Function* (7th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer Health, Lippincott Williams, and Wilkins.
- Craik, F. I., Naveh-Benjamin, M., & Anderson, N. D. (1996). The Effects of Divided Attention on Encoding and Retrieval Processes in Human Memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125(2), 159-180.
- Dams-O'Connor, K., Sy, K., Landau, A., Bodien, Y., Dikmen, S., Felix, E. R., Whiteneck, G. (2018). The feasibility of telephoneadministered cognitive testing in individuals 1 and 2 years after inpatient rehabilitation for traumatic brain injury. *Journal of neurotrauma*, 35(10), 1138-1145.



- David, C., & Dianne, D. (2009). *The essential 20: Twenty components of an excellent health care team*. Pittsburgh: Rose Dog Books.
- Dennis, T. A., & Solomon, B. (2010). Frontal EEG and emotion regulation: electrocortical activity in response to emotional film clips is associated with reduced mood induction and attention interference effects. *Biol Psychol*, 85(3), 456-464.
- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual review of neuroscience*, 18(1), 193-222.
- DeSouza, J. F., Menon, R. S., & Everling, S. (2003). Preparatory set associated with pro-saccades and anti-saccades in humans investigated with event-related fMRI. *Journal of Neurophysiology*, 89(2), 1016-1023.
- Deutsch, J. A., Deutsch, D., Lindsay, P. H., & Treisman, A. M. (1967). Comments on "Selective Attention: Perception or Response?" Reply. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19(4), 362-367.
- Dewan, M. C., Rattani, A., Gupta, S., Baticulon, R. E., Hung, Y. C., Punchak, M., Agrawal, A., Adeleye, A. O., Shrimel, M. G., & Park, K. B. (2018). Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *Journal of neurosurgery*, 130(4), 1080-1097.
- Di Noto, P., Uta, S., & DeSouza, J. F. (2013). Eye exercises enhance accuracy and letter recognition, but not reaction time, in a modified rapid serial visual presentation task. *PloS one*, 8(3), e59244.
- Downing, M., Bragge, P., & Ponsford, J. (2019). Cognitive rehabilitation following traumatic brain injury: A survey of current practice in Australia. *Brain Impairment*, 20(1), 24-36.
- Driver, J., & Frackowiak, R. S. (2001). Neurobiological measures of human selective attention. *Neuropsychologia*, 39(12), 1257-1262.
- Ecsy, K., Jones, A. K. P., & Brown, C. A. (2017). Alpha-range visual and auditory stimulation reduces the perception of pain. *European Journal of Pain*, 21(3), 562-572.
- Edmonds, W. A., & Kennedy, T. D. (2017). *An applied reference guide to research designs: Quantitative, qualitative, and mixed methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.



- Eichenbaum, H. (2017). Memory: organization and control. *Annual review of psychology*, 68, 19-45.
- Emotiv. (n.d.). *Emotiv EPOC⁺*. Retrieve from <https://www.emotiv.com/epoc/>
- Enns, J. T., & MacDonald, S. C. (2013). The role of clarity and blur in guiding visual attention in photographs. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(2), 568.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a non search task. *Perception & psychophysics*, 16(1), 143-149.
- Everling, S., Munoz, D.P., (2000). Neuronal correlates for preparatory set associated with pro-saccades and anti-saccades in the primate frontal eye field. *J. Neurosci.* 20(1), 387-400.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of cognitive neuroscience*, 14(3), 340-347.
- Fan, J., & Posner, M. (2004). Human attentional networks. *Psychiatrische Praxis*, 31 (S2), 210-214.
- Felleman, D. J., & Van Essen, D. C. (1991). Distributed hierarchical processing in the primate cerebral cortex. *Cerebral cortex*, 1(1), 1-47.
- Fleck, J. I., Payne, L., Halko, C., & Purcell, M. (2019). Should we pay attention to eye movements? The impact of bilateral eye movements on behavioral and neural responses during the Attention Network Test. *Brain and Cognition*, 132, 56-71.
- Flom, R., & Bahrick, L. E. (2010). The effects of inter sensory redundancy on attention and memory: Infants' long-term memory for orientation in audiovisual events. *Developmental Psychology*, 46(2), 428.
- Fornito, A., Zalesky, A., & Bullmore, E. (2016). *Fundamentals of brain network analysis*. New York: Academic Press.
- Fougnie, D. (2008). The relationship between attention and working memory. *New research on short-term memory*, 1, 45.

- Frühholz, S., & Staib, M. (2017). Neurocircuitry of impaired affective sound processing: A clinical disorders perspective. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 83, 516-524.
- Frühholz, S., Trost, W., & Kotz, S. A. (2016). The sound of emotions—Towards a unifying neural network perspective of affective sound processing. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 68, 96-110.
- Funahashi, S., Chafee, M.V., Goldman-Rakic, P. S., (1993). Prefrontal neuronal activity in rhesus monkeys performing a delayed anti-saccade task. *Nature*, 365(6448), 753–756.
- Gauba, H., Kumar, P., Roy, P. P., Singh, P., Dogra, D. P., & Raman, B. (2017). Prediction of advertisement preference by fusing EEG response and sentiment analysis. *Neural Networks*, 92, 77-88.
- Gentile, D. A., Swing, E. L., Lim, C. G., & Khoo, A. (2012). Video game playing, attention problems, and impulsiveness: Evidence of bidirectional causality. *Psychology of popular media culture*, 1(1), 62.
- Godden, D. R., & Baddeley, A. D. (1975). Context-dependent memory in two natural environments: on land and underwater. *British Journal of Psychology*, 66 (3), 325.
- Goldstein, R. Z., & Volkow, N. D. (2011). Dysfunction of the prefrontal cortex in addiction: neuroimaging findings and clinical implications. *Nature reviews neuroscience*, 12(11), 652-669.
- Gong, M., & Liu, T. (2020). Biased neural representation of feature-based attention in the human frontoparietal network. *Journal of Neuroscience*, 40(43), 8386-8395.
- Gottlieb, J., & Goldberg, M. E. (1999). Activity of neurons in the lateral intraparietal area of the monkey during an antisaccade task. *Nature neuroscience*, 2(10), 906-912.
- Greenberg, L. M., & Waldmant, I. D. (1993). Developmental normative data on the Test of Variables of Attention (TOVA™). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34(6), 1019-1030.



- Guevara, M. A., & Corsi-Cabrera, M. (1996). EEG coherence or EEG correlation?. *International Journal of Psychophysiology*, 23(3), 145-153.
- Guillem, F., & Mograss, M. (2005). Gender differences in memory processing: evidence from event-related potentials to faces. *Brain and Cognition*, 57(1), 84-92.
- Habib, R., Nyberg, L., & Tulving, E. (2003). Hemispheric asymmetries of memory: the HERA model revisited. *Trends in cognitive sciences*, 7(6), 241-245.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2014). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson Education Limited Harlow, Essex.
- Hakim, N., Adam, K. C., Gunseli, E., Awh, E., & Vogel, E. K. (2019). Dissecting the neural focus of attention reveals distinct processes for spatial attention and object-based storage in visual working memory. *Psychological Science*, 30(4), 526-540.
- Hallett, M., de Haan, W., Deco, G., Dengler, R., Di Iorio, R., Gallea, C., & Rossini, P. M. (2020). Human brain connectivity: Clinical applications for clinical neurophysiology. *Clinical Neurophysiology*, 131(7), 1621-1651.
- Hammond, F. M., Grattan, K. D., Sasser, H., Corrigan, J. D., Bushnik, T., & Zafonte, R. D. (2001). Long-term recovery course after traumatic brain injury: a comparison of the functional independence measure and disability rating scale. *The Journal of head trauma rehabilitation*, 16(4), 318-329.
- Hara, T., Shanmugalingam, A., McIntyre, A., & Burhan, A. M. (2021). The effect of non-invasive brain stimulation (NIBS) on executive functioning, attention and memory in rehabilitation patients with traumatic brain injury: A systematic review. *Diagnostics*, 11(4), 627.
- Hart, P. E., Lodi, R., Rajagopalan, B., Bradley, J. L., Crilley, J. G., Turner, C., & Cooper, J. M. (2005). Antioxidant treatment of patients with Frederic ataxia: Four year follow-up. *Archives of Neurology*, 62(4), 621-626.
- Hasselmo, M. E. (2006). The Role of Acetylcholine in Learning and Memory. *Current opinion in neurobiology*, 16(6), 710-715.



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

- Himmelheber, A. M., Fadel, J., Sarter, M., & Bruno, J. P. (1998). Effects of local cholinesterase inhibition on acetylcholine release assessed simultaneously in prefrontal and frontoparietal cortex. *Neuroscience*, 86(3), 949-957.
- Holmes, E. A., Blackwell, S. E., Burnett Heyes, S., Renner, F., & Raes, F. (2016). Mental imagery in depression: Phenomenology, potential mechanisms, and treatment implications. *Annual review of clinical psychology*, 12, 249-280.
- Holmes, E. A., & Mathews, A. (2005). Mental imagery and emotion: A special relationship? *Emotion*, 5(4), 489-497.
- Hunfalvay, M., Roberts, C. M., Murray, N. P., Tyagi, A., Barclay, K. W., Bolte, T., & Carrick, F. R. (2020). Vertical smooth pursuit as a diagnostic marker of traumatic brain injury. *Concussion*, 5(1), 24-30.
- Intriligator, J., & Cavanagh, P. (2001). The spatial resolution of visual attention. *Cognitive Psychology*, 43, 171-216.
- Jerath, R., Edry, J. W., Barnes, V. A., & Jerath, V. (2006). Physiology of long pranayamic breathing: neural respiratory elements may provide a mechanism that explains how slow deep breathing shifts the autonomic nervous system. *Medical hypotheses*, 67(3), 566-571.
- Jin, Z., Gou, R., Zhang, J., & Li, L. (2021). The role of frontal pursuit area in interaction between smooth pursuit eye movements and attention: A TMS study. *Journal of Vision*, 21(3), 11-11.
- Johansson, B. (2021). Mental Fatigue after Mild Traumatic Brain Injury in Relation to Cognitive Tests and Brain Imaging Methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5955.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2009). *Models of Teaching* (8th ed.). New York: Pearson.
- Kato, K., Muraoka, T., Higuchi, T., Mizuguchi, N., & Kanosue, K. (2014). Interaction between simultaneous contraction and relaxation in different limbs. *Experimental brain research*, 232(1), 181-189.
- Kato, K., Watanabe, J., Muraoka, T., & Kanosue, K. (2015). Motor imagery of voluntary muscle relaxation induces temporal reduction of corticospinal excitability. *Neuroscience Research*, 92, 39-45.

- Kellar, S., & Kelvin, E. (2013). *Munro's statistical methods for health care research*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer Health.
- Kelly, A. M., Di Martino, A., Uddin, L. Q., Shehzad, Z., Gee, D. G., Reiss, P. T., Margulies D. S., Castellanos F. X., Milham, M. P. (2009). Development of anterior cingulate functional connectivity from late childhood to early adulthood. *Cereb Cortex*, 19(3), 640-657.
- Khati, I., Hours, M., Charnay, P., Chossegros, L., Tardy, H., Nhac-Vu, H. T., & Laumon, B. (2013). Quality of life one year after a road accident: Results from the adult ESPARR cohort. *Journal of trauma and acute care surgery*, 74(1), 301-311.
- Khanna, S. (2019). *Sensorimotor Encoding In Prefrontal Cortex*. Doctoral dissertation, University of Pittsburgh.
- Khushaba, R. N., Greenacre, L., Kodagoda, S., Louviere, J., Burke, S., & Dissanayake, G. (2012). Choice modeling and the brain: A study on the Electroencephalogram (EEG) of preferences. *Expert Systems with Applications*, 39(16), 12378-12388.
- Kumar, P., Saini, R., Roy, P. P., & Dogra, D. P. (2017). A bio-signal based framework to secure mobile devices. *Journal of Network and Computer Applications*, 89, 62-71.
- Koessler, L., Maillard, L., Benhadid, A., Vignal, J. P., Felblinger, J., Vespignani, H., & Braun, M. (2009). Automated cortical projection of EEG sensors: anatomical correlation via the international 10–10 system. *Neuroimage*, 46(1), 64-72.
- Kumar, P., Dagar, A., Sharma, K. C., Shankar, K. B., & Yadav, V. (2019). ASSESMENT OF CRANIAL NERVE DEFICITS IN ACUTE HEAD INJURY PATIENTS: A PROSPECTIVE STUDY IN A TERTIARY CARE HOSPITAL. *International Journal of Scientific Research*, 8(1).
- Kumari, P., & Vaish, A. (2015). Brainwave based user identification system: A pilot study in robotics environment. *Robotics and Autonomous Systems*, 65, 15-23.
- Lemos, M. S., & Fisch, B. J. (1991). The weighted average reference montage. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 79(5), 361-370.



- Lee, S. A., & Kim, M. K., (2018). Effect of Low Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Depression and Cognition of Patients with Traumatic Brain Injury: A Randomized Controlled Trial. *Med. Sci. Monit.*, 24, 8789–8794.
- Lee, S. Y., Vasudevan, V., Amatya, B., & Khan, F. (2019). Updates in Management of Adults with Traumatic Brain Injury: A Rehabilitation Perspective. *Phys Med Rehabil Int*, 6(1), 1160.
- Lewine, J. D., Plis, S., Ulloa, A., Williams, C., Spitz, M., Foley, J., & Weaver, L. (2019). Quantitative EEG biomarkers for mild traumatic brain injury. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 36(4), 298-305.
- Leynes, P. A., & Crawford, C. J. (2018). Event-related potential (ERP) evidence that encoding focus alters recollected features. *Brain and Cognition*, 127, 42-50.
- Liu, C. C., Cheng, Y. B., & Huang, C. W. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, 57(3), 1907-1918.
- Liu, B., & Lu, H. (2021). Research on Computer Assisted Cognitive Rehabilitation for Cognitive Dysfunction after Traumatic Brain Injury. *Journal of Physics: Conference Series*, 1915(3), 032025.
- Lucangeli, D., Tressoldi, P. E., & Cendron, M. (1998). Cognitive and metacognitive abilities involved in the solution of mathematical word problems: Validation of a comprehensive model. *Contemporary educational psychology*, 23(3), 257-275.
- Lyle, K. B., & Edlin, J., M., (2014). *Why does saccade execution increase episodic memory retrieval? A test of the top-down attentional control hypothesis. Memory*. Retrieved February 10, 2014, from <http://dx.doi.org/10.1080/09658211.2013.877487>.
- Lynch, C., & LaGasse, A. B. (2016). Training endogenous task shifting using music therapy: A feasibility study. *Journal of Music Therapy*, 53(3), 279-307.
- Mandeep, Pravin, K. (2012). Effectiveness of Early Intervention of Coma Arousal Therapy in Traumatic Head Injury Patients. *International Journal of Head and Neck Surgery*, 3(3), 137-142.

- Magosso, E., Ricci, G., & Ursino, M. (2019). Modulation of brain alpha rhythm and heart rate variability by attention-related mechanisms. *AIMS neuroscience*, 6(1), 1.
- MacDonald, S. C., & Enns, J. T. (2012). The Role of Photographic Clarity and Blur in Guiding Visual Attention. *Journal of Vision*, 12(9), 1002-1002.
- McCrea, M., Pliskin, N., Barth, J., Cox, D., Fink, J., French, L., Yoash-Gantz, R. (2008). Official position of the Military TBI Task Force on the role of neuropsychology and rehabilitation psychology in the evaluation, management, and research of military veterans with traumatic brain injury. *The Clinical Neuropsychologist*, 22(1), 10-26.
- McMahan, T., Parberry, I., & Parsons, T. D. (2015). Evaluating player task engagement and arousal using electroencephalography. *Procedia Manufacturing*, 3, 2303-2310.
- Meza-Kubo, V., Morán, A. L., Carrillo, I., Galindo, G., & García-Canseco, E. (2016). Assessing the user experience of older adults using a neural network trained to recognize emotions from brain signals. *Journal of biomedical informatics*, 62, 202-209.
- Michels, L., Bucher, K., Lühinger, R., Klaver, P., Martin, E., Jeanmonod, D., & Brandeis, D. (2010). Simultaneous EEG-fMRI during a working memory task: modulations in low and high frequency bands. *PloS one*, 5(4), e10298.
- Mijalkov, M., Kakaei, E., Pereira, J. B., Westman, E., Volpe, G., & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2017). BRAPH: A graph theory software for the analysis of brain connectivity. *PloS one*, 12(8), e0178798
- Millán, J., Ferrez, P. W., & Buttfield, A. (2005). *Non invasive brain-machine interfaces-Final Report*. IDIAP Research Institute-ESA.
- Mills, K. L., Lalonde, F., Clasen, L. S., Giedd, J. N., & Blakemore, S. J. (2014). Developmental changes in the structure of the social brain in late childhood and adolescence. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(1), 123-131.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in psychological science*, 21(1), 8-14.



- Morris, R. W., Sparks, A., Mitchell, P. B., Weickert, C. S., & Green, M. J. (2012). Lack of cortico-limbic coupling in bipolar disorder and schizophrenia during emotion regulation. *Transl Psychiatry*, 4(2), 1-9.
- Morrison, A. B., Goolsarran, M., Rogers, S. L., & Jha, A. P. (2014). Taming a wandering attention: Short-form mindfulness training in student cohorts. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(8), 897.
- MS, A. C. (2021). *Working memory and attention-related EEG oscillations and the impact of a physical exercise on the brain* (Doctoral dissertation, Otto von Guericke University Magdeburg).
- National Center for Injury Prevention and Control. (2015). *Report to congress on traumatic brain injury in the united states: epidemiology and rehabilitation 2015*. Retrieved from: https://www.cdc.gov/traumaticbraininjury/pdf/tbi_report_to_congress_epi_and_rehab-a.pdf
- Neokleous, K. C., & Schizas, C. N. (2011). Computational modeling of visual selective attention. *Procedia Computer Science*, 7, 244-245.
- Nie, F., Wang, X., & Huang, H. (2014). Clustering and projected clustering with adaptive neighbors. In *Proceedings of the 20th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, 977-986.
- Ng, A. S., Abbott, M. J., & Hunt, C. (2014). The effect of self-imagery on symptoms and processes in social anxiety: A systematic review. *Clinical Psychology Review*, 34(8), 620-633.
- Nyberg, L., Tulving, E., Habib, R., Nilsson, L. G., Kapur, S., Houle, S., & McIntosh, A. R. (1995). Functional brain maps of retrieval mode and recovery of episodic information. *NeuroReport-International Journal for Rapid Communications of Research in Neuroscience*, 7(1), 249-252.
- 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.
- Organ, P. A. (2010). Exercise in schools can help children pay attention in the classroom. *Journal Developmental Medicine and Child Neurology*, 54-57.



- Ott, T., & Nieder, A. (2019). Dopamine and cognitive control in prefrontal cortex. *Trends in cognitive sciences*, 23(3), 213-234.
- Packard, M. G., & Knowlton, B. J. (2002). Learning and memory functions of the basal ganglia. *Annual review of neuroscience*, 25(1), 563-593.
- Pang, M. Y. (2015). Smooth pursuit eye movement training improves recovery from functional neglect in individuals with postacute stroke. *Journal of physiotherapy*, 61(1), 45.
- Paolozza, A., Treit, S., Beaulieu, C., & Reynolds, J. N. (2014). Response inhibition deficits in children with Fetal Alcohol Spectrum Disorder: relationship between diffusion tensor imaging of the corpus callosum and eye movement control. *NeuroImage: Clinical*, 5, 53-61.
- Parker, A., Parkin, A., & Dagnall, N. (2013). Effects of saccadic bilateral eye movements on episodic and semantic autobiographical memory fluency. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 630.
- Patcharee, C. (2012). Applied Neurology. Bangkok: Pimsuay Co.Ltd. (in Thai)
- Pergher, V., Wittevrongel, B., Tournoy, J., Schoenmakers, B., & Van Hulle, M. M. (2018). N-back training and transfer effects revealed by behavioral responses and EEG. *Brain and behavior*, 8(11), e01136.
- Poe, G. R., Walsh, C. M., & Bjorness, T. E. (2010). Cognitive neuroscience of sleep. *Prog Brain Res*, 18(5), 74-93.
- Ponsford, J. L., Downing, M. G., Olver, J., Ponsford, M., Acher, R., Carty, M., & Spitz, G. (2014). Longitudinal follow-up of patients with traumatic brain injury: outcome at two, five, and ten years post-injury. *Journal of Neurotrauma*, 31(1), 64-77.
- Ponsford, J., Nguyen, S., Downing, M., Bosch, M., McKenzie, J. E., Turner, S., & Green, S. (2019). Factors associated with persistent post concussion symptoms following mild traumatic brain injury in adults. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 51(1), 32-39.

- Pornnipa, U. (2004). Effects of Using The Sensory Stimulation Program on Recovery in Unconscious Patients with Traumatic Brain Injury. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Nursing Science Program in Nursing Science Faculty of Nursing. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Pylyshyn, Z.W., & Storm, R.W. (1988). Tracking multiple independent targets: Evidence for a parallel tracking mechanism. *Spatial Vision*, 3, 1-19.
- Ratree, S., & Weerachai, S. (2007). *Neurophysiology*. Bangkok: Chulalongkorn University Print. (in Thai)
- Roebers, C. M., Moga, N., & Schneider, W. (2001). The Role of Accuracy Motivation on Children's and Adults' Event Recall. *Journal of Experimental Child Psychology*, 78, 313-329.
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). The Power of Testing Memory: Basic Research and Implications for Educational Practice. *Perspectives on Psychological Science*, 1(3), 181-210.
- Romeas, T., Guldner, A., & Faubert, J. (2016). 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 1-9.
- Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccomanno, L., & Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(41), 14931-14936.
- Rugg, M. D., & Wilding, E. L. (2000). Retrieval processing and episodic memory. *Trends in cognitive sciences*, 4(3), 108-115.
- Samara, Z., Elzinga, B. M., Slagter, H. A., & Nieuwenhuis, S. (2011). Do horizontal saccadic eye movements increase interhemispheric coherence? Investigation of a hypothesized neural mechanism underlying EMDR. *Frontiers in Psychiatry*, 2, 4.
- Sarter, M., Gehring, W. J., & Kozak, R. (2009). More attention must be paid: The neurobiology of attentional effort. *Brain Res Rev*, 51(2), 145-160.



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

- Sayegh, R., Schiff, I., Wurtman, J., Spiers, P., McDermott, J., & Wurtman, R. (1995). The Effect of a Carbohydrate-Rich Beverage on Mood, Appetite, and Cognitive Function in Women with Premenstrual Syndrome. *Obstetrics and gynecology*, 86(4), 520-528
- Schlag-Rey, M., Amador, N., Sanchez, H., Schlag, J., (1997). Antisaccade performance predicted by neuronal activity in the supplementary eye field. *Nature*, 390 (6658), 398-401.
- Schwartz, B. L. (2016). *Memory: Foundations and applications*. Thousand Oaks: Sage Publications
- Scholtens, L. H., Schmidt, R., de Reus, M. A., & van den Heuvel, M. P. (2014). Linking macroscale graph analytical organization to microscale neuroarchitectonics in the macaque connectome. *Journal of Neuroscience*, 34(36), 12192-12205.
- Shearer, C. B., & Karanian, J. M. (2017). The neuroscience of intelligence: Empirical support for the theory of multiple intelligences?. *Trends in neuroscience and education*, 6, 211-223.
- Signorini, D. F., Andrews, P. J., Jones, P. A., Wardlaw, J. M., & Miller, J. D. (1999). Adding insult to injury: the prognostic value of early secondary insults for survival after traumatic brain injury. *Journal of neurology, neurosurgery & psychiatry*, 66(1), 26-31.
- Smith, D. T., & Schenk, T. (2012). The premotor theory of attention: time to move on?. *Neuropsychologia*, 50(6), 1104-1114.
- Solanki, A., & Saiyad, S. (2020). Comparative study of effect of mediation on autonomic nervous system in healthy meditators and non meditators. *Natl J Integr Res Med*, 11, 11-15.
- Souto, D., Chudasama, J., Kerzel, D., & Johnston, A. (2019). Motion integration is anisotropic during smooth pursuit eye movements. *Journal of Neurophysiology*, 121(5), 1787-1797.
- Steiner, N. J., Frenette, E. C., Rene, K. M., Brennan, R. T., & Perrin, E. C. (2014). In-school neurofeedback training for ADHD: sustained improvements from a randomized control trial. *Pediatrics*, 133(3), 483-492.



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

- Strickland, O. L., Lenz, E. R., & Waltz, C. (2010). Instrumentation and data collection. *Measurement in nursing and health research*, 4, 271.
- Suh, Y. A., & Yim, M. S. (2018). "High risk non-initiating insider" identification based on EEG analysis for enhancing nuclear security. *Annals of Nuclear Energy*, 113, 308-318.
- Swing, E. L., Gentile, D. A., Anderson, C. A., & Walsh, D. A. (2010). Television and video game exposure and the development of attention problems. *Pediatrics*, 126(2), 214-221.
- Tang, Y. Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., & Posner, M. I. (2007). Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(43), 17152-17156.
- Theodore, J. V. (1997). *Roger Wolcott Sperry*. Washington: National Academies Press.
- 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. *Psychol Rev*, 113(4), 766-786.
- Treisman, A. M. (1969). Strategies and models of selective attention. *Psychological Review*, 76(8), 282-299.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97-136.
- Tretyak, T. O., Ko fan, I. M., Znanetska, O. M., Boyechko, F. F., & Severynovska, O. V. (2021). Neurophysiological mechanisms and features of autonomic support of productive cognitive activity of intuitive type in young adults. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(2), 181-191.
- Tsiaparas, N. N. (2006). *Wavelet analysis in coherence estimation of electroencephalographic signals in children for the detection of dyslexia-related abnormalities* (Doctoral dissertation).
- Tulving, E., Kapur, S., Craik, F. I., Moscovitch, M., & Houle, S. (1994). Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: positron emission tomography findings. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(6), 2016-2020.

- Van Essen, D. C., & Ugurbil, K. (2012). The future of the human connectome. *Neuroimage*, 62(2), 1299-1310.
- Veale, J. F. (2014). Edinburgh handedness inventory–short form: a revised version based on confirmatory factor analysis. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 19(2), 164-177.
- Venville, A., Mealings, M., Ennals, P., Oates, J., Fossey, E., Douglas, J., & Bigby, C. (2016). Supporting students with invisible disabilities: A scoping review of postsecondary education for students with mental illness or an acquired brain injury. *International Journal of Disability, Development and Education*, 63(6), 571-592.
- Vitevitch, M. S., Chan, K. Y., & Goldstein, R. (2014). Insights into failed lexical retrieval from network science. *Cognitive psychology*, 68, 1-32.
- Wang, X. W., Nie, D., & Lu, B. L. (2014). Emotional state classification from EEG data using machine learning approach. *Neurocomputing*, 4(1), 94-106.
- Waxman, S. G., & De Groot, J. (1995). *Correlative neuroanatomy*. Norwalk: Appleton & Lange.
- Whyte, J. (1998). Rehabilitation of the patient with traumatic brain injury. *Rehabilitation Medicine, Principles and Practice*, 1191-1230
- Wilson, L., Horton, L., Kunzmann, K., Sahakian, B.J., Newcombe, V.F., Stamatakis, E.A., von Steinbuechel, N., Cunitz, K., Covic, A., & Maas, A., (2021). Understanding the relationship between cognitive performance and function in daily life after traumatic brain injury. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 92, 407–417.
- Wickens, C. D., & Carswell, C. (2006). *Handbook of human factors and ergonomics*. Hoboken. New York: Worth Publishers.
- Wilaiprasitporn, T., & Yagi, T. (2014). Investigation of P300 response characteristics through human color vision-based visual stimulation. In *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 4900-4903). IEEE.
- Woo, B. H., & Thoidis, G. (2000). Epidemiology of traumatic brain injury. The Rehabilitation of People with Traumatic Brain Injury. *Malden Blackwell Science*, 13-17.

- Wolpaw, J. R., & McFarland, D. J. (2004). Control of a two-dimensional movement signal by a noninvasive brain-computer interface in humans. *Proceedings of the national academy of sciences*, 101(51), 17849-17854.
- Woodman, G. F. (2010). A brief introduction to the use of event-related potentials in studies of perception and attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(8), 2031-2046.
- Wroński, J., Juniewicz, H., Mierzwa, J., & Zub, L. (2000). The concept of cerebral circulatory-pressure index (CCPI). *Neurologia i Neurochirurgia Polska*, 34 (6 Suppl), 80-88.
- Wu, J., Zhang, J., Ding, X., Li, R., & Zhou, C. (2013). The effects of music on brain functional networks: a network analysis. *Neuroscience*, 250, 49-59.
- Wyczesany, M., Ferdek, M. A., & Grzybowski, S. J. (2014). Cortical functional connectivity is associated with the valence of affective states. *Brain and cognition*, 90, 109-115.
- Xia, M., Zhang, C., Wang, Y., Liu, J., & Li, C. (2019). Memory based decision making: A spiking neural circuit model. *Neural Network World*, 29(3), 135-149.
- Yantis, S. (1992). Multielement visual tracking: Attention and perceptual organization. *Cognitive Psychology*, 24, 295-340.
- Yang, W., Guo, A., Li, Y., Qiu, J., Li, S., Yin, S., & Ren, Y. (2018). Audio-visual spatiotemporal perceptual training enhances the P300 component in healthy older adults. *Frontiers in psychology*, 2537.
- Yarmey, D. (1991). Adult, age and gender differences in eyewitness recall in field settings. *Journal of applied social psychology*, 23(23), 1921-1932.
- Yuvaraj, R., Murugappan, M., Ibrahim, N. M., Omar, M. I., Sundaraj, K., Mohamad, K., & Satiyan, M. (2014). On the analysis of EEG power, frequency and asymmetry in Parkinson's disease during emotion processing. *Behavioral and Brain Functions*, 10(1), 19-47.



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

ภาคผนวก



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
เรื่อง การเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตา
แบบสมูทเพอร์สัทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะสำหรับผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง:
การศึกษาค้นไฟฟ้าสมอง

1. ผศ. ดร.จุฑามาศ แหนจอน	อาจารย์ประจำ คณะศึกษาศาสตร์ สาขาจิตวิทยา ประยุกต์ มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.ศราวุธ ราชมณี	อาจารย์ประจำ คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยี สารสนเทศสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัย นครพนม
3. น.พ.ก๋อสกนธ์ เอื้อเพื่อ	ศัลยแพทย์ระบบประสาท โรงพยาบาลสมเด็จพระ ยุพราชสระแก้ว
4. น.พ.สุจิระ ปรีชาวิทย์	จิตแพทย์ วิทยาศาสตร์การแพทย์ขั้นสูง(จิตเวชศาสตร์) โรงพยาบาลจิตเวชสระแก้วราชนครินทร์
5. พ.ญ.ชญาจิต จิตกรณกิจศิลป์	จักษุแพทย์ โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว



3921648750

BVU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27



รหัส □□□

1. แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล

คำชี้แจง ให้ผู้สอบถามทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง □ หน้าข้อความที่เป็นคำตอบหรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่ตรงกับความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวท่านมากที่สุด

1. อายุ.....ปี (เกิน 6 เดือน นับเป็นอีก 1 ปี)
2. เพศ ☐ 1. ชาย ☐ 2. หญิง
3. ปัจจุบันศึกษา
 - ☐ 1. มัธยมศึกษา
 - ☐ 2. อาชีวศึกษา
 - ☐ 3. อุดมศึกษา
 - ☐ 4. ทำงาน
4. ความถนัดในการใช้มือ
 - ☐ 1. ถนัดมือขวา
 - ☐ 2. ถนัดมือซ้าย
 - ☐ 3. ถนัดทั้งสองมือ
5. โรคประจำตัว
 - ☐ 1. ไม่มี
 - ☐ 2. มี โปรดระบุโรค.....
6. การเคยได้รับการผ่าตัดสมอง
 - ☐ 1. ไม่เคย
 - ☐ 2. เคย
7. การมองเห็น
 - ☐ 1. ปกติ
 - ☐ 2. ต้องใส่แว่นสายตาช่วย

8. การได้ยิน

- ☐ 1. ปกติ
- ☐ 2. ต้องใส่เครื่องช่วยฟัง

9. การได้รับยาภายหลังจำหน่ายจากโรงพยาบาล

- ☐ 1. ไม่มีารับประทาน
- ☐ 2. มีารับประทาน

10. การดื่มเครื่องดื่มต่อไปนี้ กรณีที่ดื่ม ท่านดื่มในปริมาณเท่าไร

- 10.1 ชา ☐ 1. ไม่ได้ดื่ม ☐ 2. ดื่ม ปริมาณ แก้วต่อวัน
- 10.2 กาแฟ ☐ 1. ไม่ได้ดื่ม ☐ 2. ดื่ม ปริมาณ แก้วต่อวัน
- 10.3 โกโก้ ☐ 1. ไม่ได้ดื่ม ☐ 2. ดื่ม ปริมาณ แก้วต่อวัน
- 10.4 ซ็อกโกแลต ☐ 1. ไม่ได้ดื่ม ☐ 2. ดื่ม ปริมาณ แก้วต่อวัน
- 10.5 น้ำอัดลม ☐ 1. ไม่ได้ดื่ม ☐ 2. ดื่ม ปริมาณ แก้วต่อวัน
- 10.6 เครื่องดื่มชูกำลัง 1.ไม่ได้ดื่ม ☐ 2. ดื่ม ปริมาณ แก้วต่อวัน
- 10.7 อื่นๆ โปรดระบุ

11. การนอนหลับ วันละ.....ชั่วโมง

12. การออกกำลังกายภายหลังได้รับบาดเจ็บสมอง

- ☐ 1. ไม่ได้ออกกำลังกาย(กรณีเลือกตอบข้อนี้ ให้ข้ามไปทำข้อ 15)
- ☐ 2. มีออกกำลังกาย (โปรดระบุวิธีการ.....)

13. ในกรณีที่ออกกำลังกาย ท่านออกกำลังกายบ่อยเพียงใด

- ☐ 1. ทุกวัน
- ☐ 2. 3 – 5 ครั้งต่อสัปดาห์
- ☐ 3. 1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์

14. ในกรณีที่ออกกำลังกาย ระยะเวลาในการออกกำลังกายแต่ละครั้งนานเท่าใด

- ☐ 1. น้อยกว่า 10 นาที ☐ 3. 21 – 40 นาที
- ☐ 2. 10 – 20 นาที ☐ 4. มากกว่า 40 นาที

15. การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

- ☐ 1. ไม่เป็น
- ☐ 2. เป็น

16. การเล่นเกมในคอมพิวเตอร์ หรือ ในโทรศัพท์มือถือ

☐ 1. ทุกวัน	☐ 3. 1 วัน ต่อ สัปดาห์
☐ 2. 3 - 5	☐ 4. ไม่เคยเล่นเลย

17. การสูบบุหรี่

- | |
|---|
| ☐ 1. ไม่สูบบุหรี่ |
| ☐ 2. สูบบุหรี่ (ปริมาณ.....มวนต่อวัน |



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27



2. แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้า 9 ข้อ(PHQ-9)

ชื่อผู้ถูกประเมิน (นาย, นาง, นางสาว).....อายุ.....ปี
 ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง ในช่วง 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา ท่านมีอาการดังต่อไปนี้บ่อยแค่ไหน
 (ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับคำตอบของท่าน)

ข้อ	รายการ	ไม่เคย	มีบางวัน ไม่บ่อย	มีค่อนข้าง บ่อย	มีเกือบ ทุกวัน
1.	เบื่อ ทำอะไรๆ ก็ไม่เพลิดเพลิน				
2.	ไม่สบายใจ ซึมเศร้า หรือท้อแท้				
3.	หลับยาก หรือหลับๆ ตื่นๆ หรือหลับมาก เกินไป				
4.	เหนื่อยง่าย หรือไม่ค่อยมีแรง				
5.	เบื่ออาหาร หรือกินมากเกินไป				
6.	รู้สึกไม่ดีกับตัวเอง คิดว่าตัวเองล้มเหลว หรือเป็นคนทำให้ตัวเอง หรือครอบครัว ผิดหวัง				
7.	สมาธิไม่ดีเวลาทำอะไร เช่น ดูโทรทัศน์ ฟัง วิทยุหรือทำงานที่ต้องใช้ความตั้งใจ				
8.	พูดหรือทำอะไรซ้ำ จนคนอื่นมองเห็น หรือ กระสับกระส่ายจนอยู่ไม่นิ่งเหมือนเคย				
9.	คิดทำร้ายตัวเอง หรือคิดว่าถ้าตาย ๆ ไป เสียคงจะดี				



3. แบบสำรวจความถนัดในการใช้มือของเอ็ดินเบอร์ก (EDINBURGH HANDENESS INVENTORY)

ชื่อ-สกุล (นาย/นางสาว/นาง).....อายุ.....ปี

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับการใช้มือของท่านในแต่ละกิจกรรมดังต่อไปนี้

ข้อ	กิจกรรม	มือข้างที่ใช้ทำกิจกรรม	
		ซ้าย	ขวา
1.	ท่านใช้มือข้างใดเขียนหนังสือ		
2.	ท่านใช้มือข้างใดในการวาดรูป		
3.	ท่านใช้มือข้างใดจับยางลบในขณะที่ลบคำผิด		
4.	ท่านใช้มือข้างใดในการขว้างลูกบอล หรือโยนวัตถุ		
5.	ท่านใช้มือข้างใดจับกรรไกรเวลาตัดผ้า หรือกระดาษ		
6.	ท่านใช้มือข้างใดจับหวีเพื่อหวีผม		
7.	ท่านใช้มือข้างใดจับแปรงสีฟันในขณะที่แปรงฟัน		
8.	ท่านใช้มือข้างใดจับช้อนรับประทานอาหารในขณะที่รับประทานอาหาร		
9.	ท่านใช้มือข้างใดจับค้อนขณะที่ตอกตะปู		
10.	ท่านใช้มือข้างใดจับไขควงที่ขันสกรู หรือน็อต		
11.	ท่านใช้มือข้างใดเล่นเทนนิส/ปิงปอง/แบดมินตัน		
12.	ท่านใช้มือข้างใดจับมีดขณะหั่น (เนื้อ, ผัก, ฯลฯ)		
13.	ท่านใช้มือข้างใดจับไม้กวาดขณะกวาดบ้าน		
14.	ท่านใช้มือข้างใดจับพวงน้ำขณะล้างจาน		
15.	ท่านใช้มือข้างใดจับไม้ชนไก่ในขณะที่ปิดฝุน		
16.	ท่านใช้มือข้างใดเปิดกล่อง		
17.	ท่านใช้มือข้างใดใช้เข็มเย็บผ้า		

ข้อ	กิจกรรม	มือข้างที่ใช้ทำกิจกรรม	
		ซ้าย	ขวา
18.	ท่านใช้มือข้างใดจับไม้ตีแมลง		
19.	ท่านใช้มือข้างใดจับก้านไม้ขีดไฟเพื่อจุดไฟ		
20.	ท่านใช้มือข้างใดแจกไฟ		



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27



4. การวัดระดับสายตาระยะใกล้ด้วยเจเกอร์ชาร์ต (Jaeger's Chart)

ขั้นตอนการวัดสายตาระยะใกล้ด้วยเจเกอร์ชาร์ต

1. วัดสายตาที่ละข้าง เริ่มจากด้านขวาก่อน ส่วนตาข้างซ้ายให้ใช้กระดาษแข็งเล็กๆ บังตาข้างซ้ายไว้
2. ให้ผู้ที่ต้องการวัดถือเจเกอร์ชาร์ต (ภาพด้านล่าง) ห่างจากตาประมาณ 14 นิ้ว
3. ให้อ่านตัวเลขทุกตัว ออกเสียงตั้งแต่บรรทัดบนสุดลงมา อ่านได้ถึงบรรทัดไหน ให้บันทึกระดับสายตาที่ระดับนั้น เช่น อ่านได้ถึงบรรทัดที่มีตัวเลข “8 7 4 5” ให้บันทึกระดับสายตาว่า “เจ 7 (J7)” เป็นต้น หรือบันทึกว่า “เจ 10 $+2$ (J10 $+2$)” เป็นต้น
4. เปลี่ยนมาวัดตาข้างซ้าย โดยใช้กระดาษแข็งเล็กๆ บังตาข้างขวาไว้แล้วปฏิบัติตามข้อ 2 และ ข้อ 3
5. การวัดสายตาให้เริ่มจากวัดด้วยตาเปล่าก่อน หลังจากนั้นจึงวัดขณะสวมแว่นสายตา





5. แบบสอบถามการได้ยิน Five Minute Hearing Test (FMHT)

คำชี้แจง แบบทดสอบการได้ยิน โดยการสอบถามนี้เป็นการประเมินเพื่อพิจารณาความผิดปกติด้านการได้ยินที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวัน และเพื่อพิจารณาความสามารถในการได้ยินต่อการทำกิจกรรมฝึกโปรแกรมการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทและเสียงกำกับจังหวะเพื่อการเพิ่มการเรียกคืนความจำ

ไม่เคย	=	0	คะแนน
เป็นครั้งคราว	=	1	คะแนน
เป็นบ่อย	=	2	คะแนน
เป็นตลอดเวลา	=	3	คะแนน

รายการประเมิน	เกณฑ์					หมายเหตุ
	0	1	2	3	4	
1. มีปัญหาในการฟังเสียงพูดคุยโทรศัพท์						
2. มีความลำบากที่จะปะติดปะต่อเรื่องที่ฟังพูดคุยเวลา มี 2 คน ขึ้นไปพูดพร้อมกัน						
3. คนรอบข้างมักบ่นว่าคุณเปิดทีวีเสียงดัง						
4. ต้องพยายามอย่างหนักที่จะเข้าใจการพูดคุย						
5. ไม่ได้ยินเสียงต่างๆไป เช่นโทรศัพท์หรือกริ่งประตู						
6. ลำบากในการฟังเสียงการพูดคุยในที่ที่มีเสียงรบกวน						
7. รู้สึกสับสนไม่รู้ว่าเสียงมาจากทางไหน						
8. ไม่เข้าใจในสิ่งที่คนอื่นพูดต้องขอให้พูดซ้ำ หรือโต้ตอบผิดพลาด						
9. คำพูดของผู้หญิงและเด็กเข้าใจยาก						
10. ญาติหรือคนรอบข้างมักกล่าวหาว่าท่านมีปัญหาการได้ยิน						
คะแนนรวม						
การแปลผล						

การแปรผล	0 – 5 คะแนน	หมายถึง การได้ยื่นปกติ,
	6 – 9 คะแนน	หมายถึง ควรปรึกษาแพทย์
	10 คะแนนขึ้นไป	หมายถึง แนะนำพบแพทย์เฉพาะทางหู คอ จมูก



6. แบบประเมินการประกอบกิจวัตรประจำวัน : Barthel ADL index

ชื่อ-สกุล (นาย/นาง/น.ส./ด.ญ./ด.ช.).....อายุ ปี

ที่อยู่.....

อันดับ	กิจกรรม/ เกณฑ์	คะแนน
1.	Feeding (รับประทานอาหารเมื่อเตรียมสำหรับไว้ให้เรียบร้อยต่อหน้า) 0 = ไม่สามารถดักอาหารเข้าปากได้ ต้องมีคนป้อนให้ 1 = ดักอาหารเองได้แต่ต้องมีคนช่วย เช่น ช่วยใช้ช้อนตักเตรียมไว้ให้ หรือ ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ไว้ล่วงหน้า 2 = ดักอาหารและช่วยตัวเองได้ปกติ	
2.	Grooming (ล้างหน้า หวีผม แปรงฟัน โกนหนวด ในเวลา 24-28 ชั่วโมงที่ผ่านมา) 0 = ต้องการความช่วยเหลือ 1 = ทำเองได้ (รวมทั้งที่ทำได้เองถ้าเตรียมอุปกรณ์ไว้ให้)	
3.	Transfer (ลุกนั่งจากที่นอน หรือจากเตียงไปยังเก้าอี้) 0 = ไม่สามารถนั่งได้ (นั่งแล้วจะล้มเสมอ) หรือต้องใช้คนสองคนช่วยกันยกขึ้น 1 = ต้องการความช่วยเหลืออย่างมากจึงจะนั่งได้ ต้องใช้คนช่วยพยุง 1-2 คนจึงจะนั่งอยู่ได้ 2 = ต้องการความช่วยเหลือบ้าง เช่น ช่วยพยุงเล็กน้อย หรือต้องมีคนดูแลเพื่อความปลอดภัย 3 = ทำได้เอง	
4.	Toilet Use (การเข้าห้องน้ำ) 0 = ช่วยตัวเองไม่ได้ 1 = ทำเองได้บ้าง (ทำความสะอาดตัวเองได้หลังเสร็จธุระ แต่ต้องการความช่วยเหลือในบางสิ่ง) 2 = ช่วยตัวเองได้ดี ทำเองได้ทุกขั้นตอนตั้งแต่การขึ้นนั่งและลงจากโถส้วม ทำความสะอาดได้เรียบร้อยหลังจากเสร็จธุระแล้ว ถอดใส่เสื้อผ้าได้เรียบร้อย	

อันดับ	กิจกรรม/ เกณฑ์	คะแนน
5.	Mobility (การเคลื่อนที่ภายในห้องหรือบ้าน) 0 = เคลื่อนที่ไปไหนไม่ได้ 1 = ใช้รถเข็นช่วยตัวเองให้เคลื่อนที่ได้เอง (ไม่ต้องมีคนเข็นให้) สามารถเข้าออกมุมหรือประตูได้ 2 = เดินหรือเคลื่อนที่โดยมีคนช่วย เช่น พยุง หรือบอกให้ทำตาม หรือต้องให้ความสนใจดูแลเพื่อความปลอดภัย 3 = เดินหรือเคลื่อนที่ได้เอง	
6.	Dressing (การสวมใส่เสื้อผ้า) 0 = ต้องมีคนสวมใส่ให้ ช่วยตัวเองไม่ได้เลยหรือน้อย 1 = ช่วยตัวเองได้ราวร้อยละ 50 ที่เหลือต้องมีคนช่วย 2 = ช่วยตัวเองได้ดี (รวมทั้งการติดกระดุม-รัดเชิหรือใส่เสื้อผ้าที่ดัดแปลงให้เหมาะสมก็ได้)	
7.	Stairs (การขึ้นลงบันได 1 ชั้น) 0 = ไม่สามารถทำได้ 1 = ต้องการคนช่วย 2 = ขึ้นลงได้เอง (ถ้าต้องใช้เครื่องช่วยเดิน เช่น walker จะต้องเอาขึ้นลงได้ด้วย)	
8.	Bathing (การอาบน้ำ) 0 = ต้องมีคนช่วยหรือทำให้ 1 = อาบน้ำเองได้	
9.	Bowels (การกลั่นถ่ายอุจจาระในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา) 0 = กลั่นไม่ได้ หรือต้องการการสวนอุจจาระอยู่เสมอ 1 = กลั่นไม่ได้บางครั้ง (เป็นน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์) 2 = กลั่นได้เป็นปกติ	
10.	Bladder (การกลั่นปัสสาวะในระยะ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา) 0 = กลั่นไม่ได้ หรือใส่สายสวนปัสสาวะแต่ไม่สามารถดูแลเองได้ 1 = กลั่นไม่ได้บางครั้ง (เป็นน้อยกว่าวันละ ๑ ครั้ง) 2 = กลั่นได้เป็นปกติ	
	รวมคะแนน	
	ลงชื่อผู้ประเมิน	



3921648750

การแปลผลคะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ดังนี้

0 - 4 คะแนน (กลุ่มติดเตียง) ฟังตนเองไม่ได้ ช่วยเหลือตนเองไม่ได้ พิกการ หรือทุพพลภาพ

5 - 11 คะแนน (กลุ่มติดบ้าน) ดูแลตนเองได้บ้าง ช่วยเหลือตนเองได้บ้าง

12 คะแนนขึ้นไป (กลุ่มติดสังคม) ฟังตนเองได้ ช่วยเหลือผู้อื่น ชุมชนและสังคมได้



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27



7. ชุดรายการคำศัพท์ที่ใช้ในกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำ แบบการ
ระลึกคำ โดยมีตัวชี้แนะ (Cued Recall Task) คู่

คู่ที่	คำศัพท์ที่เป็นตัวชี้แนะ (Cued)	คำศัพท์ที่เป็นเป้าหมาย (Target)
คำศัพท์ที่มีความหมายกลาง (Neutral Word)		
1.	นก	ไก่
2.	หนู	แมว
3.	ลำไย	ลิ้นจี่
4.	ส้มโอ	ฝรั่ง
5.	มะม่วง	น้อยหน่า
6.	มะยม	ชมพู
7.	แอปเปิ้ล	มังคุด
8.	แครอท	ไข่เต่า
9.	หม้อ	ชาม
10.	หนังสือ	แว่นตา
11.	ตู้เย็น	พัดลม
12.	สมุด	ปากกา
13.	กระน้ำ	ผักบุ้ง
14.	มะนาว	ตะไคร้
15.	ช้อน	จาน
16.	นาฬิกา	เข็มขัด
17.	กระดาศ	ดินสอ
18.	ขนุน	ทุเรียน
19.	มะพร้าว	แตงโม
20.	กะหล่ำ	ผักกาด
คำศัพท์ที่เกี่ยวกับอารมณ์ด้านบวก(Positive Word)		



คู่ที่	คำศัพท์ที่เป็นตัวชี้แนะ (Cued)	คำศัพท์ที่เป็นเป้าหมาย (Target)
คำศัพท์ที่มีความหมายกลาง (Neutral Word)		
21.	สุข	โล่ง
22.	สบาย	สงบ
23.	ดูแล	ใส่ใจ
24.	คิดถึง	ห่วงใย
25.	ใจดี	เมตตา
26.	ดี	งาม
27.	แจ่มใส	ยิ้มแย้ม
28.	ชุ่มชื้น	ร่มเย็น
29.	ไว้วางใจ	เชื่อมั่น
30.	ขันติ	อดทน
31.	เคารพ	นับถือ
32.	สนุก	ร่าเริง
33.	ชอบ	รัก
34.	เอื้อเฟื้อ	เผื่อแผ่
35.	เริ่งร่า	สดใส
36.	ช่วยเหลือ	แบ่งปัน
37.	รื่นเริง	สำราญ
38.	หัวเราะ	ขบขัน
39.	ชมเชย	ยกย่อง
40.	ตกลง	ขบขัน
คำศัพท์ที่เกี่ยวกับอารมณ์ด้านลบ (Negative Word)		
41.	ตกใจ	เสียขวัญ
42.	กังวล	อึดอัด
43.	เครียด	เหนื่อย
44.	ท่าทางเหิน	เลิกรา
45.	เปื้อน	ท้อ
46.	เหี่ยว	เฉา
47.	รุนแรง	ร้ายกาจ



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

คู่ที่	คำศัพท์ที่เป็นตัวชี้แนะ (Cued)	คำศัพท์ที่เป็นเป้าหมาย (Target)
คำศัพท์ที่มีความหมายกลาง (Neutral Word)		
48.	สูญเสีย	ผิดหวัง
49.	ถูกลูก	รังเกียจ
50.	หงุดหงิด	สับสน
51.	โมโห	ฉุนเฉียว
52.	เย็นชา	ทอดทิ้ง
53.	ร้องไห้	เสียใจ
54.	วุ่นวาย	ฟุ้งซ่าน
55.	มีดมน	ห่อเหี่ยว
56.	โกรธ	คลั่ง
57.	น้อยใจ	หวั่นไหว
58.	ขุ่น	เคือง
59.	เศร้า	ซึม
60.	ซ้ำใจ	เจ็บปวด



8. แบบบันทึกคำตอบในกิจกรรมทดสอบการเรียกคืนความจำ

ชื่อ.....อายุ.....Code.....วันที่.....

ข้อ	คำตอบ	ถูก	ผิด	ไม่ตอบ	ข้อ	คำตอบ	ถูก	ผิด	ไม่ตอบ
1.					31.				
2.					32.				
3.					33.				
4.					34.				
5.					35.				
6.					36.				
7.					37.				
8.					38.				
9.					39.				
10.					40.				
11.					41.				
12.					42.				
13.					43.				
14.					44.				
15.					45.				
16.					46.				
17.					47.				
18.					48.				
19.					49.				
20.					50.				
21.					51.				
22.					52.				
23.					53.				



ข้อ	คำตอบ	ถูก	ผิด	ไม่ตอบ	ข้อ	คำตอบ	ถูก	ผิด	ไม่ตอบ
24.					54.				
25.					55.				
26.					56.				
27.					57.				
28.					58.				
29.					59.				
30.					60.				
รวม					รวม				

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัท
ร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27



แบบประเมินความเหมาะสมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดาแบบสมูทเพอร์ สู่ร่ว่มกับเสียงกำกับจังหวะสำหรับเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่อง

คำชี้แจง แบบประเมินนี้สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความคิดเห็นโปรดพิจารณาว่า “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดาแบบสมูทเพอร์สู่ร่ว่มและเสียงกำกับจังหวะ” มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ในระดับใดโปรดทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน โดยได้กำหนดระดับความเหมาะสมดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1.	อุปกรณ์สำหรับการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์การกลอกตา						
1.1	ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดหน้าจอ 17 นิ้ว						
1.2	มีโปรแกรม Windows ที่มีโปรแกรมดูหนัง (Media Player)						
1.3	มี Sound Card พร้อมลำโพง หรือหูฟัง						
1.4	มีเครื่องอ่าน CD-ROM						
1.5	ใช้ซีดีวีดีโอมัลติมีเดีย โปรแกรมการเคลื่อนไหวดา						
2.	วิธีการเคลื่อนไหวดา						
2.1	ทำนั่งตัวตรง หน้าตรง ขณะฝึกโปรแกรมการเคลื่อนไหวดา						

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
2.2	ระยะห่างระหว่างตากับหน้าจอคอมพิวเตอร์ขนาด 60 เซนติเมตร						
2.3	มุมการเคลื่อนไหวตา 27 องศา ในแนวนอน						
2.4	มองตามรูปทรงกลมสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร บนพื้นสีขาว ที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์						
2.5	การเคลื่อนไหวตาสองข้างลักษณะ Pendulum motion รูปทรงกลมเคลื่อนที่ปรากฏทีละรูปพร้อมกับการเปลี่ยนสีตามที่กำหนด						
2.6	ลักษณะการเคลื่อนที่ของรูปทรงกลมปรากฏทีละรูปตามอัตราความเร็ว 40 ครั้งต่อนาที ใน Set ที่ 1						
2.7	ลักษณะการเคลื่อนที่ของรูปทรงกลมปรากฏทีละรูปตามอัตราความเร็ว 60 ครั้งต่อนาที ใน Set ที่ 2						
2.8	ลักษณะการเคลื่อนที่ของรูปทรงกลมปรากฏทีละรูปตามอัตราความเร็ว 80 ครั้งต่อนาที ใน Set ที่ 3						
2.9	ลักษณะการเคลื่อนที่ของรูปทรงกลมปรากฏทีละรูปตามอัตราความเร็ว 100 ครั้งต่อนาที ใน Set ที่ 4						
2.10	ระยะเวลาการเคลื่อนไหวตาในโปรแกรมรวม 14 นาที ต่อครั้ง						
2.11	ระยะเวลาการเคลื่อนไหวตามโปรแกรมในแต่ละ Set ติดต่อกัน 4 วัน						
3.	วิธีการพักสายตา						
3.1	การเคลื่อนไหวตา สลับกับการพักสายตา 1 นาที ในแต่ละ Trial						
3.2	การพักสายตา 1 นาที โดยฟังเสียงกำกับจังหวะการเคลื่อนไหวตาอย่างต่อเนื่อง						
4.	ขั้นตอนการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการ						



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / rev: 07072565 09:33:34 / seq: 27

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
	เคลื่อนไหวดา						
4.1	การเตรียมความพร้อม โดยการฝึกวิธีการเคลื่อนไหวดาสองข้าง แบบแนวPendulum motion และการพักสายตา ที่ถูกต้อง ก่อนการใช้โปรแกรม						
4.2	ฝึกปฏิบัติตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดา น20 นาทีต่อครั้ง วันละ1 ครั้ง						
4.3	ฝึกปฏิบัติตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดาทุกวันติดต่อกัน 4 วัน ในแต่ละสัปดาห์						
4.4	การประเมินผล โดยการสังเกตการปฏิบัติตาม การมีความตั้งใจต่อการฝึกตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดา						
4.5	ความเหมาะสมของคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดา						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการปรับปรุงแก้ไข.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



3921648750

คู่มือ



คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียง
กำกับจังหวะสำหรับเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่อง สำหรับผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง

คำนำ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ส्यूท (Smooth pursuit Eye Movement Computer Training Program) พัฒนาขึ้นเพื่อกระตุ้นระบบประสาทสัมผัสด้านการรับรู้ทางสายตาและการรับรู้ทางการได้ยินเสียง เพื่อปรับสมดุลระบบประสาท เพิ่มความใส่ใจ ความแข็งแรงและการยืดหยุ่นของเซลล์ประสาทสมองเป็นการป้องกัน และชะลอความเสื่อมของเซลล์ประสาทสมองที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และความจำ

พิทักษ์ ทองสุข



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียง กำกับจังหวะสำหรับเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่อง ในผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง

คำชี้แจง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สำหรับเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องในผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับการ กระตุ้น การบริหารสมองทั้งสองข้างในระยะยาว ช่วยเพิ่มความคงทน แข็งแรงและความยืดหยุ่นของ เซลล์ประสาทสมองที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจและความจำ ช่วยทำให้เพิ่มความใส่ใจในผู้บาดเจ็บสมอง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สำหรับเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องในผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง มีลักษณะเป็น ไฟล์วิดีโอมีเดีย มี ขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. คุณสมบัติของผู้ใช้โปรแกรม

- 1.1 เหมาะสำหรับผู้ที่ได้รับบาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง ที่มีอายุระหว่าง 15 – 25 ปี
- 1.2 ไม่มีข้อห้ามในการใช้สายตา หรือการใช้กล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวตา
- 1.3 ไม่เป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา สามารถเคลื่อนไหวตาซ้ายและขวาทั้งสองข้างได้

ปกติ

2. คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์

- 2.1 ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดจอ 18.5 นิ้ว
- 2.2 ใช้โปรแกรม Window ที่มีโปรแกรมดูหนัง (Multimedia Player)
- 2.3 มี Sound Card พร้อมลำโพงหรือหูฟัง
- 2.4 มีเครื่องอ่าน CD-ROM หรืออุปกรณ์เชื่อมต่อ USB
- 2.5 มี Keyboard และ Mouse

3. วิธีการเข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียง

กำกับจังหวะ

- 3.1 เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วเข้าสู่โปรแกรม Windows
- 3.2 ใช้แผ่น CD-ROM โปรแกรมการเคลื่อนไหวตา ในช่องอ่านแผ่น CD-ROM หรือใช้ ข้อมูล โปรแกรมผ่าน USB

- 3.3 เปิดไฟล์โปรแกรมการเคลื่อนไหวตา ฯ ด้วยโปรแกรมดูหนัง(Multi media)

4. ขั้นตอนการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียง

กำกับจังหวะ

4.1 ขั้นเตรียมความพร้อม จะได้รับการสอนและฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูท และเสียงกำกับจังหวะ ที่ถูกต้องก่อนการใช้โปรแกรม

4.2 ขั้นปฏิบัติ ฝึกปฏิบัติตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึก การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทและเสียงกำกับจังหวะทั้งหมด 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 Set Set ละ 4 วัน วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ ประมาณ 20 นาที (รวมขั้นเตรียม 6 นาที) ติดต่อกันนาน 4 สัปดาห์

4.3 ขั้นประเมินผล โดยการสังเกตการปฏิบัติตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสำหรับเพิ่มความใส่ใจต่อเนื้อหาในผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง

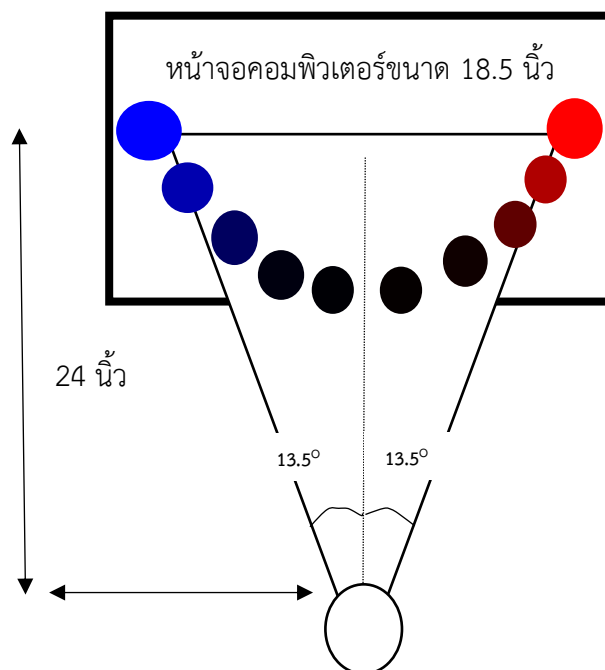
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ สำหรับเพิ่มความใส่ใจต่อเนื้อหาสำหรับผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง เป็นลักษณะ วิดีโอมีเดีย ใช้สำหรับ ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะเพื่อกระตุ้นการบริหารสมองสองข้าง ช่วยเพิ่มความใส่ใจต่อเนื้อหาและการเรียกคืนความจำ ในผู้บาดเจ็บสมองในระดับปานกลาง ใช้เวลาในการฝึกครั้งละ 20 นาที แบ่งออกเป็น 2 ช่วงดังนี้

1. การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ
2. การผ่อนคลาย(Relaxation) ด้วยการพักสายตา

ช่วงที่ 1 การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ประกอบด้วย

1. การกำหนดมุมการเคลื่อนไหวของตาสองข้างแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ ให้ทำมุม 27 องศาไปทางซ้ายและทางขวา (Christman et al., 2003, pp. 222-223) ในแนวโค้งลักษณะการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกา(Pendulum Motion) โดยวิธีการกำหนดให้ผู้ฝึกนั่งเก้าอี้ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ขนาด 18.5 นิ้ว มีระยะห่างจากตาถึงหน้าจอคอมพิวเตอร์ 24 นิ้ว ในระดับเดียวกับสายตา (Lyle & Edlin, 2004, p.6) จะทำให้ได้มุมการเคลื่อนที่ของตาสองข้างซ้ายและขวา จุดตรงกันข้ามที่ทำมุม 27 องศา หรือเท่ากับ 13.5 องศาระหว่างแนวกึ่งกลางไปทางซ้ายและทางขวา ซึ่งเป็นมุมการเคลื่อนไหวตาที่สามารถมองเห็นวัตถุได้ทั้งสองตาในขณะที่ใบหน้าตั้งตรง



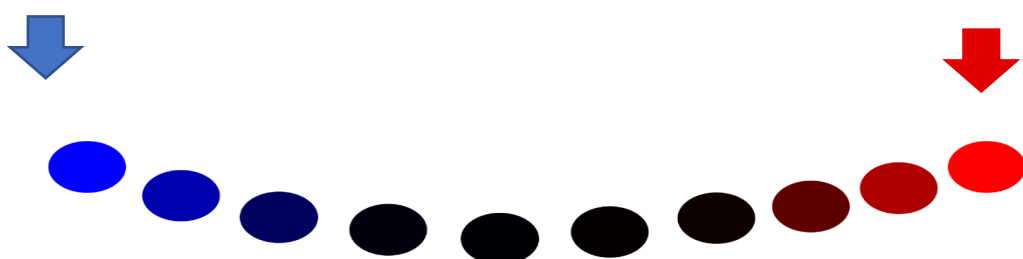
ภาพที่ 1 มุมการเคลื่อนไหวยาวตา และระยะห่างระหว่างตา กับหน้าจอคอมพิวเตอร์

2. ระดับสีสามสีผสม (RGB) เป็นรูปทรงกลมสีน้ำเงิน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร บนพื้นสีขาวปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทางด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์ รูปทรงกลมปรากฏต่อมาเป็นระดับสีที่ต่อเนื่องที่ระดับสายตาที่เปลี่ยนไปช่วงละ 3 องศา อัตราความเร็วของการเคลื่อนที่ของลูกวงกลมที่ปรากฏเคลื่อนที่ตามเสียงกำกับจังหวะความเร็ว โดยแต่ละสัปดาห์ จะเพิ่มระดับความเร็วของการเคลื่อนที่ตามระดับของเสียงกำกับจังหวะ 4 ระดับ เริ่มตั้งแต่ 40, 60, 80, 100, ครั้งต่อนาที การเคลื่อนที่ของรูปวงกลมรูปสุดท้ายปรากฏเป็นสีน้ำเงิน แต่ละรูปวงกลมที่เปลี่ยนไปมีช่วงเวลาเท่ากันโดยมีจังหวะของเสียงกำกับกับการเคลื่อนไหวยาวตาอย่างต่อเนื่อง

3. การกำหนดช่วงเวลา ในการเคลื่อนไหวยาวตา ในแต่ละสัปดาห์ (ทั้งหมด 4 สัปดาห์) เป็นชุดการฝึกที่มีการกำหนดการเคลื่อนไหวยาวตาที่มีช่วงเวลากการเปลี่ยนวัตถุรูปวงกลมที่เคลื่อนที่ เพื่อให้มีการมองติดตามวัตถุที่ถูกกำหนดช่วงเวลากับจังหวะที่สม่ำเสมอและเวลาเท่ากันในแต่ละรูปวงกลมที่ปรากฏ เริ่มจากสัปดาห์ที่ 1 ถึง สัปดาห์ที่ 4 อัตราความเร็วของเสียงกำกับจังหวะเริ่มที่ 40 ครั้งต่อนาที ในสัปดาห์ที่ 1 ถึง 100 ครั้ง ต่อนาที ในสัปดาห์ที่ 4 ดัง ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 1
Set ที่ 1

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา(วินาที)
ฝึกการเคลื่อนไหวตา	1. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลม จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไหวไปทางด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์	16.5
แบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ อัตราความเร็วของเสียงกำกับจังหวะ 40 ครั้งต่อนาที	2. ภาพรูปวงกลมสุดท้ายขวาสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลม สีน้ำเงิน หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีแดง ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	3. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลม จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไหวไปทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์	16.5
	4. ภาพรูปวงกลมสุดท้ายซ้ายสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีแดง หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีน้ำเงิน ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	5. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1 - 4 จำนวน 2 ครั้ง (1 trial)	78
	6. พักสายตาโดยการหลับตา แต่ยังคงมีเสียงกำกับจังหวะดังอยู่อย่างต่อเนื่อง (การปฏิบัติตั้งแต่ 1 – 6 เท่ากับ 1 Trial)	60
	7. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1- 6 จำนวน 6 Trial	828
รวมเวลาทั้งสิ้น		13.8 นาที



ภาพที่ 2 วงกลมสีต่างระดับ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

ตารางที่ 2 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทพร้อมับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 2 Set ที่ 2

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา (วินาที)
ฝึกการเคลื่อนไหว	1. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลม	12
ไหวตาแบบสมูทเพอร์	จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไหวไปทางด้านขวาของ	
สุทพร้อมับเสียงกำกับ	จอคอมพิวเตอร์	
จังหวะ อัตราความเร็ว	2. ภาพรูปวงกลมสุดท้ายขวาสุดแสดงที่หน้า	
ของเสียงกำกับจังหวะ	จอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลอง	3
60 ครั้งต่อนาที	กดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลม สีน้ำเงิน	
	หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีแดง	
	ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	
	3. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลม	12
	จำนวน 10 ภาพเคลื่อนไหวไปทางด้านซ้ายของ	
	จอคอมพิวเตอร์	
	4. ภาพรูปวงกลมสุดท้ายซ้ายสุดแสดงที่หน้า	
	จอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลอง	3
	กดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีแดง	
	หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีน้ำ	
	เงิน ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	
	5. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1 - 4 จำนวน 2 ครั้ง (1 trial)	60
	6. พักสายตาโดยการหลับตา แต่ยังคงมีเสียงกำกับ	60
	จังหวะดังอยู่อย่างต่อเนื่อง (การปฏิบัติตั้งแต่ 1 – 6	
	เท่ากับ 1 Trial)	840
	7. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1- 6 จำนวน 7 Trial	
รวมเวลาทั้งสิ้น		14 นาที

ตารางที่ 3 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 3 Set ที่ 3

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา (วินาที)
ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ อัตราความเร็วของเสียงกำกับจังหวะ 80 ครั้งต่อนาที	1. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลมจำนวน 10 ภาพเคลื่อนไปทางด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์	7.5
	2. ภาพรูปวงกลมสุดท้ายขวาสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีน้ำเงิน หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีแดง ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	3. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลมจำนวน 10 ภาพเคลื่อนไปทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์	7.5
	4. ภาพรูปวงกลมสุดท้ายซ้ายสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพทรงกลมสีแดง หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีน้ำเงิน ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	5. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1 - 4 จำนวน 2 ครั้ง (1 trial)	42
	6. พักสายตาโดยการหลับตา แต่ยังคงมีเสียงกำกับจังหวะดังอยู่อย่างต่อเนื่อง (การปฏิบัติตั้งแต่ ข้อ 1 - 6 เท่ากับ 1 Trial)	60
	7. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1- 6 จำนวน 8 Trial	816
รวมเวลาทั้งสิ้น		13.6 นาที

ตารางที่ 4 กิจกรรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะสัปดาห์ที่ 4 Set ที่

4

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา (วินาที)
ฝึกการเคลื่อนไหวของตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ อัตราความเร็วของเสียงกำกับจังหวะ 100 ครั้งต่อนาที	1. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลมจำนวน 10 ภาพเคลื่อนไปทางด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์	6
	2. ภาพรูปวงกลมสุดท้ายขวาสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีน้ำเงิน หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีแดง ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	3. มองตามการเคลื่อนไหวของภาพรูปวงกลมจำนวน 10 ภาพเคลื่อนไปทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์	6
	4. ภาพรูปวงกลมสุดท้ายซ้ายสุดแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ภาพโดยผู้ร่วมการทดลองกดเลือกคำตอบ “ใช่” หากเป็นภาพวงกลมสีแดง หรือ “ไม่ใช่” หากเป็นภาพวงกลมปรากฏเป็นสีน้ำเงิน ที่แป้นกดภายในเวลาที่กำหนด	3
	5. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1 - 4 จำนวน 2 ครั้ง (1 trial)	36
	6. พักสายตาโดยการหลับตา แต่ยังคงมีเสียงกำกับจังหวะดังอยู่อย่างต่อเนื่อง (การปฏิบัติตั้งแต่ 1 – 6 เท่ากับ 1 Trial)	60
	7. ปฏิบัติซ้ำ ข้อ 1- 6 จำนวน 9 Trial	864
รวมเวลาทั้งสิ้น		14.4 นาที



3921648750

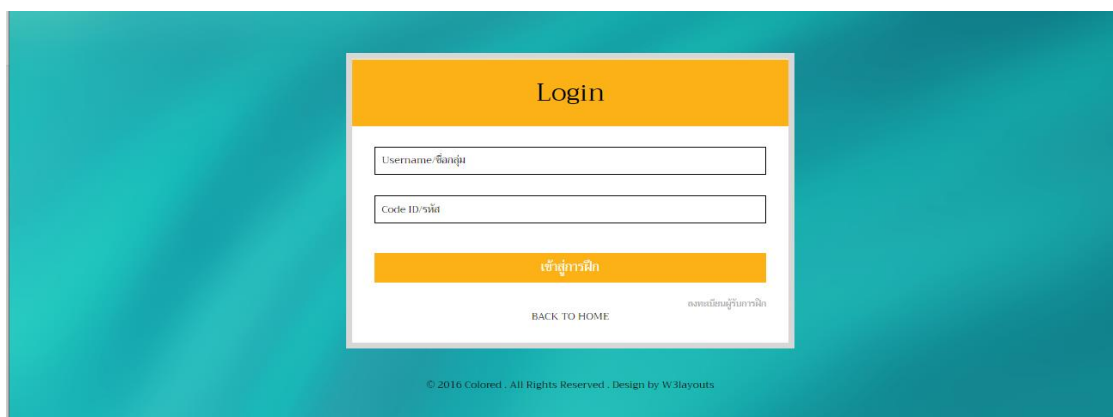
BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

วัตถุประสงค์

เพื่อกระตุ้นการทำงานของสมองทั้งสองซีกโดยผ่านการเชื่อมโยงการทำงานที่บริเวณคอร์ปัสคัลโลซัม(Corpus Callosum) ที่อยู่เชื่อมต่อระหว่างสมองสองซีกซ้ายและขวา(Christman & Propper, 2010, p.194)

ขั้นเตรียมความพร้อม

1. อธิบายหลักการทำงานของสมอง และการกระตุ้นบริหารสมองสองซีกในระยะยาว
2. แสดงรูปภาพการนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ มุมการเคลื่อนไหวตาสองข้างแบบสมูทเพอร์สุทๆ
3. อธิบายขั้นตอน วิธีการ และระยะเวลา การเคลื่อนไหวตาสองข้างแบบสมูทเพอร์สุทๆ
4. อธิบายประโยชน์ของ การเคลื่อนไหวตาสองข้างแบบสมูทเพอร์สุทๆ
5. สาธิตวิธีการนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ และวิธี การเคลื่อนไหวตาสองข้างแบบสมูทเพอร์สุทๆ
6. ให้ทดลองฝึกการปฏิบัติ การเคลื่อนไหวตาสองข้างแบบสมูทเพอร์สุทๆ และการประเมินผลโดยการสังเกตการปฏิบัติ



ภาพที่ 3 ไอคอนการเข้าโปรแกรม

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ให้ผู้รับการฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สุทๆร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ นั่งเก้าอี้ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ขนาด 18.5 นิ้ว ในระดับเดียวกับสายตา โดยมีระยะห่าง

ระหว่างตากับหน้าจอคอมพิวเตอร์ 24 นิ้ว ซึ่งจะทำให้ได้มุมการเคลื่อนที่ของลูกตาสองข้างที่มีรัศมีองศาสายตา 27 องศาหรือเท่ากับรัศมีที่ 13.5 องศา ระหว่างแนวจุดกึ่งกลางไปทางซ้าย ทางขวาและโดยรอบครึ่งวงด้านล่าง

2.ให้นั่งในท่าที่สบาย ตัวตรง หน้าตรง และตามองที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 4 ท่าทางการนั่งขณะฝึกโปรแกรมคอมพิวเตอร์การเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

3. หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงคำชี้แจงและวิธีการปฏิบัติ ใช้เมาท์คลิกที่คำว่า “เริ่มต้นการฝึก” ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โปรแกรมฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ จะเริ่มทำงาน

เกี่ยวกับเรา : About US

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตา แบบสมูทเพอร์สัทและเสียงกำกับจังหวะ สำหรับเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องและการเรียกคืนความจำในผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทและเสียงกำกับจังหวะสำหรับเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องและการเรียกคืนความจำในผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับการกระตุ้นการบริหารสมองทั้งสองข้างในระยะยาว ช่วยเพิ่มความคงทน แข็งแรงและความยืดหยุ่นของเซลล์ประสาทสมองที่เกี่ยวข้องกับความใส่ใจและความจำ ช่วยทำให้เพิ่มความใส่ใจและการเรียกคืนความจำในผู้บาดเจ็บสมองใช้เวลาในการฝึกตามโปรแกรมประมาณวันละ 14-20 นาที สัปดาห์ละ 16 วัน โดยแบ่งเป็นสัปดาห์ละ 4 วัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์

คำชี้แจงขั้นตอนการฝึก

1. ขั้นตอนการฝึกปฏิบัติดังนี้ ให้ผู้ฝึกนั่งเก้าอี้ที่สบาย ตัวตรง หน้าตรง ตามองที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยให้มีระยะห่างระหว่างตากับหน้าจอคอมพิวเตอร์ 24 นิ้ว ในระดับที่ก้มมอง 27 องศาหน้าจอคอมพิวเตอร์กับสายตา ในระยะการฝึกปฏิบัติที่หน้าจอ
2. คอมพิวเตอร์จะปรากฏรูปร่างวงกลมสีแดงขนาด 1.5 เซนติเมตรทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์และจะปรากฏรูปร่างวงกลมที่ไล่ระดับสีขนาด 1.5 เซนติเมตรปรากฏที่หน้าจอตามจังหวะเสียงที่กำกับ อัตราความเร็ว 40, 60, 80 และ 100 ครั้งต่อนาที มองติดตามจนครบ 10 รูปร่างวงกลมที่เคลื่อนไหวในแนวนอนมีโค้งครั้งวงกลม ลักษณะการเคลื่อนที่แบบเพนดูลัม (Pendulum Motion) หรือลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มนาฬิกา
3. ให้ผู้ฝึกมองตรงที่รูปร่างวงกลมสีแดงที่ปรากฏทางด้านซ้ายของจอคอมพิวเตอร์ และมองติดตามรูปร่างวงกลมสีที่เปลี่ยนไปตามจังหวะ โดยที่ใบหน้าตรงอยู่ตลอดเวลา สามารถกรอหน้าตาได้
4. เมื่อครบจำนวน 1 Trial (ไปกลับครบ 2 รอบ) จะมีเสียงเตือนแจ้งกำหนดให้พักสายตา การพักสายตาโดยหลับตาแต่ยังคงมีเสียงกำกับจังหวะดังต่อเนื่อง
5. ให้ผู้ฝึกหลับตาฟังเสียงกำกับจังหวะที่ดังต่อเนื่อง เมื่อครบเวลา 1 นาที จะมีเสียงแจ้งเตือนให้ลืมตาได้ และปรากฏรูปร่างวงกลมที่เริ่มการเคลื่อนไหวตาที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ให้ผู้ฝึก
6. เคลื่อนไหวตามเสียงกำกับจังหวะต่อเนื่องอีกครึ่งชั่วโมงการฝึกการเคลื่อนไหวตาด้วยการพักสายตา เช่นนี้ต่อเนื่องจนครบ ตามโปรแกรมรวมใช้เวลาประมาณ 14-20 นาที

Activate Windows

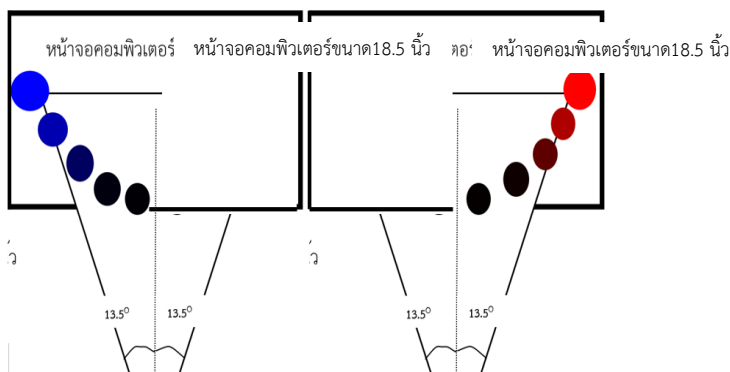
Go to Settings to activate Windows.

เริ่มต้นการฝึก

ภาพที่ 5 หน้าจอของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ

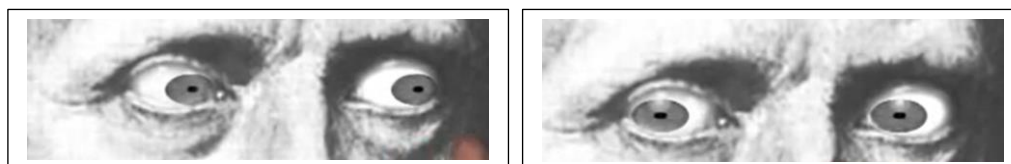
4. การฝึกการเคลื่อนไหวตาด้วยการจดจ่อกับภาพรูปร่างวงกลมที่เคลื่อนที่ตามเสียงกำกับจังหวะ ลักษณะการเคลื่อนไหวตาทั้งสองข้างพร้อมกันไปในทิศทางเดียวกันติดตามรูปร่างวงกลมที่ปรากฏตามเสียงกำกับจังหวะ ในลักษณะการมองตามการเคลื่อนที่ของรูปร่างวงกลมแนวโค้งแบบลูกตุ้มนาฬิกา (Pendulum motion) เปลี่ยนตำแหน่งสายตาตามการเคลื่อนที่ของรูปร่างวงกลมสีที่เปลี่ยนไป

5. เมื่อเริ่มโปรแกรม ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จะปรากฏจุดสีแดงบนพื้นสีขาวทางด้านซ้ายของหน้าจอคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 5 ลักษณะรูปร่างวงกลมสีเริ่มต้นที่ปรากฏทางด้านซ้ายและขวาของหน้าจอคอมพิวเตอร์ และมีการเปลี่ยนสีปรากฏที่ละรูปร่างวงกลมสีที่เคลื่อนที่ตามเสียงกำกับจังหวะ

6. ให้เคลื่อนไหวนตาทั้งสองข้างพร้อมกัน โดยมองตามรูปร่างกลมที่ปรากฏที่จอคอมพิวเตอร์ ที่ละภาพตามเสียงกำกับจังหวะที่สม่ำเสมอเป็นจังหวะเท่ากัน ตามที่โปรแกรมกำหนดเคลื่อนไหวนตา สองข้างแบบสมูทเพอร์สัท พร้อมกับภาพรูปร่างกลมสุดท้ายที่ปรากฏตรงตำแหน่งลูกศรชี้ โดยให้เวลา ในช่วงนี้ภายใน 3 วินาทีเพื่อให้ผู้ฝึกมีการตอบโต้โดยกด “ใช่” หากเป็นรูปร่างกลมที่ตรงกับภาพที่ ถูกต้อง และมีการตอบโต้โดยกด “ไม่ใช่” หากเป็นรูปร่างกลมที่ตรงกับภาพที่ไม่ถูกต้อง



ภาพที่ 6 ลักษณะการเคลื่อนไหวนตาแบบสมูทเพอร์สัทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ



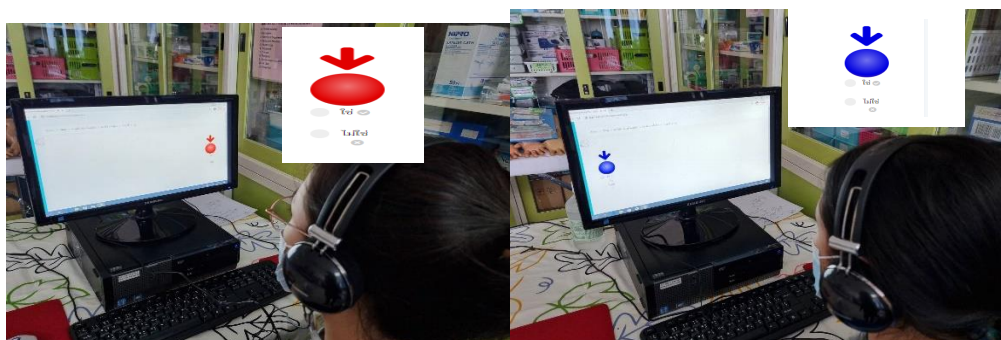
ภาพที่ 7 ลักษณะการตอบสนองของผู้ฝึกโดยกำหนดเวลา 300 มิลลิวินาที



ภาพที่ 8 ลักษณะการเคลื่อนที่ของรูปร่างกลมจะปรากฏที่ละรูปและเปลี่ยนสีตามลักษณะการผสมสี (RGB) ที่กำหนด

7. ขณะหยุดพักสายตาให้หลับตา ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์จะปรากฏเป็นสีขาว เมื่อครบ 1 นาที จะมีสัญญาณเสียงแจ้งให้ลืมตา และให้เริ่มเคลื่อนไหวนตาต่อไป

8. ให้ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ โดยฝึก 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 Set Set ละ 4 วัน วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 20 นาที (รวมระยะเวลาแนะนำโปรแกรม) ตามตารางที่กำหนด (ตารางที่ 1 ถึง 4)



ภาพที่ 9 การตอบสนอง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ต่อรูปวงกลมสุดท้ายที่ปรากฏหน้าจอสีขาวของคอมพิวเตอร์

ขั้นประเมินผล

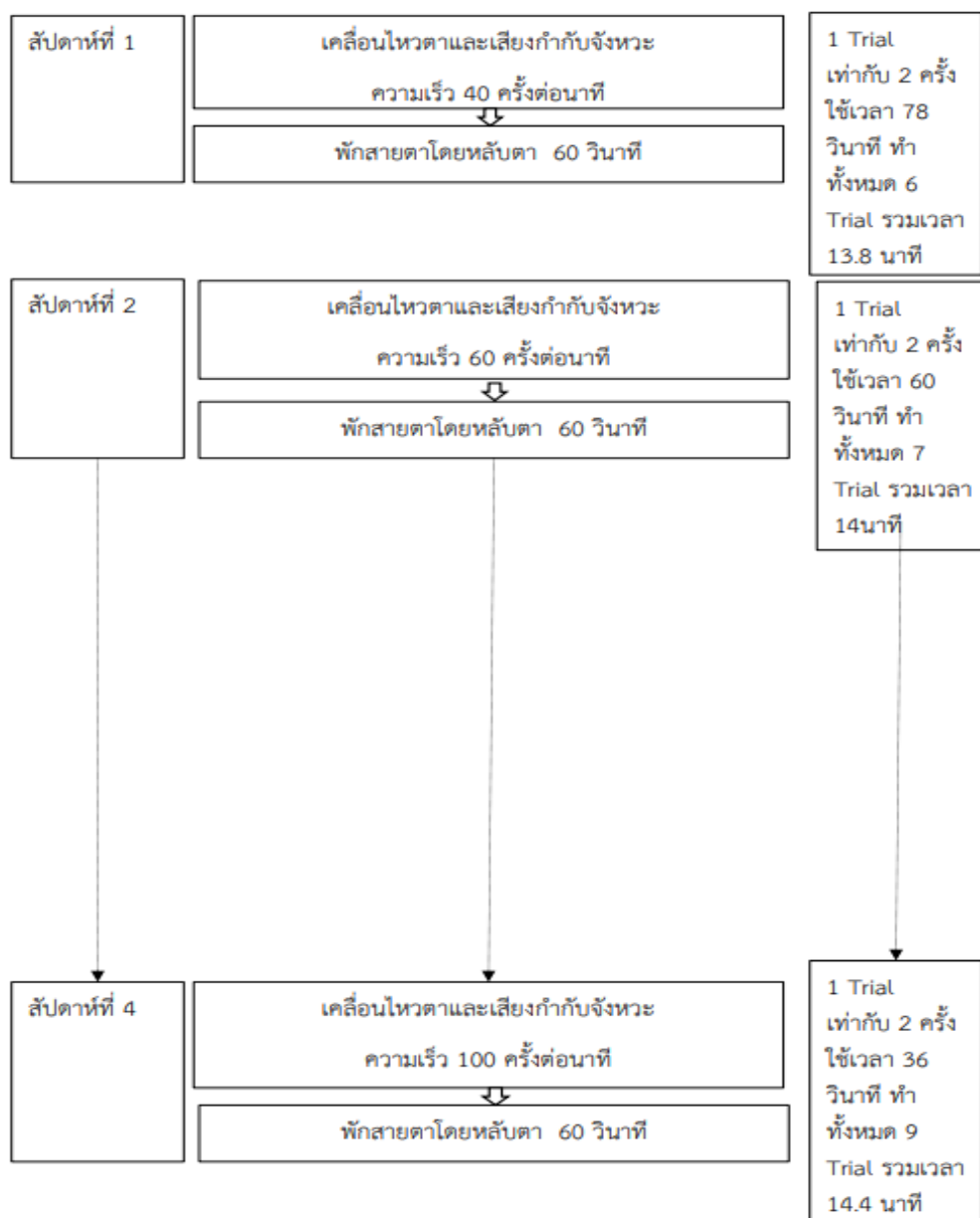
สังเกตการปฏิบัติการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สูทร่วมกับเสียงกำกับจังหวะ
ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ช่วยลดความไม่สมดุลของการทำงานของสมอง และช่วยเพิ่มปฏิกริยาทางระบบประสาท ระหว่างสมองสองซีก (Interhemisphere) ในเซลล์ประสาท (Neuron)
2. เพิ่มการสร้างกระแสประสาท และเพิ่มการเชื่อมต่อสัญญาณประสาท (Neuro Signaling) ในสมอง
3. เพิ่มการหลั่งสารสื่อประสาทอะซิติลโคลีน (Acetylcholine) และโดปามีน (Dopamine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มกระบวนการเรียนรู้ และความจำ (Poe, Walsh, & Bjorness, 2010, p. 1; Blokland, 1996, pp. 285-294)
4. เพิ่มศักยภาพสมองระยะยาว (Long -Term Potentiation: LTP) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้า โดยเฉพาะในส่วนสมองบริเวณเปลือกสมอง (Cerebral cortex) และฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ที่เป็นส่วนสำคัญในการลงรหัส (Encoding) กระบวนการรวบรวมจัดเก็บ (Consolidation) ข้อมูลความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory)

5. เพิ่มความแข็งแรงยึดหยุ่นของเซลล์ประสาทสมอง ป้องกัน และลดความเสี่ยงของสมอง และเพิ่มการเรียกคืนความจำที่มีประสิทธิภาพได้ด้วยตนเอง(Hasselmo, 2006, p. 1; Chowdhury et al., 2010, p. 14193)

สรุปขั้นตอนการปฏิบัติในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์ซูลูท และเสียงกำกับจังหวะ ในแต่ละวัน





ภาพที่ 6 ขั้นตอนการปฏิบัติในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดาแบบสมูทเพอร์สัทและเสียงกำกับจังหวะ ในแต่ละสัปดาห์

ภาพที่ 10 ขั้นตอนการปฏิบัติในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวดาแบบสมูทเพอร์สัทพร้อมกับเสียงกำกับจังหวะ ในแต่ละสัปดาห์

ภาคผนวก ง
เอกสารรับรองจริยธรรม



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

AF 06-02

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Participant Information Sheet)

รหัสโครงการวิจัย :

(สำนักงานคณะกรรมการการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นผู้ออกรหัสโครงการวิจัย)

โครงการวิจัยเรื่อง : การเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์
สัทและเสียงกำกับจังหวะสำหรับผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง
เรียน ผู้ร่วมโครงการวิจัย

ข้าพเจ้า นาวาโทพิทักษ์ ทองสุข ตำแหน่ง นิสิตปริญญาเอก หน่วยงาน วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและ
วิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมโครงการวิจัย การเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องโดยใช้
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัทและเสียงกำกับจังหวะสำหรับผู้บาดเจ็บสมองระดับ
ปานกลาง: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมอง ก่อนที่ท่านจะ ดกลงเข้าร่วมการวิจัย ขอเรียนให้ท่านทราบรายละเอียดของ
โครงการวิจัย ดังนี้

โครงการวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สัท
และเสียงกำกับจังหวะแล้วนำไปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกฯ มาศึกษาผลการใช้โปรแกรม ฯ โดยศึกษาด้านพฤติกรรม
การเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่อง และการเรียกคืนความจำ รวมถึงการศึกษาด้านสรีรวิทยาทางสมอง โดยศึกษา
คลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ

ในการศึกษาผู้เข้าร่วมโครงการจะต้องได้รับการคัดกรองโดยแบบประเมินจำนวน 4 ชุด และ
แบบสอบถามจำนวน 1 ชุด ใช้เวลาประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นทำกิจกรรมทดสอบคลื่นไฟฟ้าสมอง ใช้เวลา
ประมาณ 30 นาที รวมเวลาที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ทั้งหมดประมาณ 60 นาที และในระหว่างการเข้าร่วม
โครงการผู้เข้าร่วมแต่ละท่านจะได้รับ อาหารว่าง 1 ชุดๆ ละ 40 บาท และของหิระลึก จำนวน 200 บาท โดย
ท่านมีอิสระในการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการวิจัย และท่านสามารถถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ได้ทุกเมื่อ โดย
การถอนตัวออกจากโครงการวิจัยจะไม่มีผลกระทบต่อการรับบริการและสวัสดิการที่ท่านจะพึงได้รับแต่อย่างใด

การทดลองนี้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยไม่มีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อชีวิต จิตใจ ชื่อเสียง เสรีภาพ หรือ
ทรัพย์สินของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย โดยวิธีการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองนั้น จะให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยสวมหมวก
(Headset) สำหรับตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าที่มีสายต่อเข้ากับเครื่องเก็บข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองเพื่อเก็บข้อมูลขณะ
ทดสอบทำกิจกรรมความใส่ใจ กดปุ่มตัดสินใจ ผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นการ
ตรวจที่ไม่เจ็บปวด ไม่มีอันตรายใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งต่อทางร่างกายและทางสมอง และไม่ส่งผลกระทบต่อ
ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย เช่น ปวดศีรษะ เหน็บชา ปวดกล้ามเนื้อ เป็นต้น ผู้วิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลของผู้เข้าร่วม
โครงการวิจัยเป็นความลับ และการเผยแพร่ผลการวิจัยจะกระทำในภาพรวมเท่านั้น หากผู้วิจัยมีข้อมูล หลัก



BUU-IRB Approved

18 มิ.ย. 2564

Version 1.1/ October, 2019

- 1 -

Version 3.0/ March 27, 2021

AF 06-02

วิชาการ หรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ เกิดขึ้นในอนาคต ที่อาจส่งผลกระทบต่อผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยในระหว่างที่ยังอยู่ในโครงการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทราบทันที

กรณีที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยมีข้อสงสัย สามารถติดต่อข้าพเจ้า นาวาโทพิทักษ์ ทองสุข หน่วยงานวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา โทร 038-102077 โทรศัพท์มือถือหมายเลข 081- 6870405 ข้าพเจ้ายินดีตอบคำถาม และข้อสงสัยของท่านทุกเมื่อ และถ้าผู้วิจัยไม่ปฏิบัติตามที่ได้ชี้แจงไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย สามารถแจ้งมายังคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา กองบริหารการวิจัยและนวัตกรรม หมายเลขโทรศัพท์ 038-102561-62 ในวัน-เวลาทำการ เมื่อท่านพิจารณาแล้วเห็นสมควรเข้าร่วมในการวิจัยนี้ ขอความกรุณาลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมร่วมโครงการที่แนบมาด้วย และขอขอบพระคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

หมายเหตุ

- (1) เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Participant Information Sheet) (AF 06-02) ควรใช้ภาษาที่กระชับและมีเนื้อความที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย
- (2) เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Participant Information Sheet) (AF 06-02) ให้แนกเป็นฉบับละฉบับกับเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent Form) (AF 06-03)
- (3) กรณีผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยมีอายุตั้งแต่ 12 ปี แต่ยังไม่เกิน 18 ปี ให้ผู้วิจัยทำเอกสารชี้แจงสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย และบิดามารดา หรือผู้ปกครอง
- (4) กรณีผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7 ปี แต่ยังไม่เกิน 12 ปี ให้ผู้วิจัยทำเอกสารชี้แจงด้วยวิธีการสื่อสารที่สามารถเข้าใจได้โดยง่ายสำหรับเด็กที่อ่านหนังสือได้ ทั้งนี้ ในกรณีที่เด็กไม่สามารถอ่านหนังสือได้ให้ผู้วิจัยอ่านให้ฟัง และจัดทำเอกสารชี้แจงสำหรับบิดา มารดา หรือผู้ปกครอง อีกฉบับหนึ่ง
- (5) กรณีผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นบุคคลไม่สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง เช่น บุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 7 ปีบริบูรณ์ วิกฤตจิต ไม่มีสติสัมปชัญญะ เป็นต้น ให้ผู้วิจัยทำเอกสารชี้แจงเฉพาะ บิดามารดา หรือผู้ปกครอง หรือผู้อนุญาตเพื่อขอความยินยอม



BUU-IRB Approved
18 มี.ย. 2564

AF 06-03.1



เอกสารแสดงความยินยอม
ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent Form)

รหัสโครงการวิจัย :

(สำนักงานคณะกรรมการการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นผู้ออกรหัสโครงการวิจัย)

โครงการวิจัยเรื่อง การเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตาแบบสมูทเพอร์สทูท
และเสี่ยงก้ำกั้วสำหรับผู้บาดเจ็บสมองระดับปานกลาง: การศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนา

ให้คำยินยอม วันที่ เดือน พ.ศ.

ก่อนที่จะลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายถึง
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย วิธีการวิจัย และรายละเอียดต่างๆ ตามที่ระบุในเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วม
โครงการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ไว้แก่ข้าพเจ้า และข้าพเจ้าเข้าใจคำอธิบายดังกล่าวครบถ้วนเป็นอย่างดีแล้ว และผู้วิจัย
รับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยเกี่ยวกับการวิจัยนี้ด้วยความเต็มใจ และไม่ปิดบังซ่อนเร้นจน
ข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และมีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้
เมื่อใดก็ได้ การบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยจะไม่มีผลกระทบต่อการให้บริการและสวัสดิการที่ข้าพเจ้าจะพึง
ได้รับทั้งสิ้น

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยได้เฉพาะในส่วนที่เป็นสรุป
ผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลของข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต้องได้รับอนุญาตจากข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้วมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในเอกสารแสดง
ความยินยอมด้วยความเต็มใจ

กรณีที่ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหรือเขียนหนังสือได้ ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในเอกสารแสดงความยินยอม
ให้แกข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนามหรือประทับลายนิ้วหัวแม่มือของข้าพเจ้าในเอกสารแสดงความ
ยินยอมด้วยความเต็มใจ



BUU-IRB Approved
18 มิ.ย. 2564

ลงนาม ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม พยาน

AF 06-03.1

(.....)

หมายเหตุ กรณีที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยให้ความยินยอมด้วยการประทับลายนิ้วหัวแม่มือ ขอให้พิมพ์ลายลงลายมือชื่อ
รับรองด้วย



BUU-IRB Approved

18 มิ.ย. 2564



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา



เลขที่ IRB1-055/2564
Amendment ครั้งที่ 1

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HS 058/2563

โครงการวิจัยเรื่อง : การเพิ่มความใส่ใจต่อเนื่องโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ฝึกการเคลื่อนไหวตามแบบสมูทเพอร์สัท
และเสี่ยงก้ำกั้งหะสำหรับผู้ป่วยเจ็บสมองระดับปานกลาง : การศึกษาค้นไฟฟ้าสมอง

หัวหน้าโครงการวิจัย : นาวาโทพิทักษ์ ทองสุข

หน่วยงานที่สังกัด : นิสิตรระดับบัณฑิตศึกษา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	ฉบับที่ 4 วันที่ 7 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2564
2. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย	ฉบับที่ 3 วันที่ 27 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2564
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 3 วันที่ 27 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2564
4. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วันที่ 27 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2564
5. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	ฉบับที่ 1 วันที่ 10 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563
6. เอกสารอื่นๆ	ฉบับที่ - วันที่ - เดือน - พ.ศ. -

วันที่รับรอง : วันที่ 14 เดือน กันยายน พ.ศ. 2563

วันที่หมดอายุ : วันที่ 13 เดือน กันยายน พ.ศ. 2564

ลงนาม

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิฑูรย์ แจ้งเอี่ยม)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชุดที่ 1 (กลุ่มคลินิก/ วิทยาศาสตร์สุขภาพ/ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

ภาคผนวก จ
ข้อมูลและกิจกรรมการทดลอง



3921648750

BUU iThesis 59810093 dissertation / recv: 07072565 09:33:34 / seq: 27

ผลการเก็บข้อมูลความถูกต้อง (Acculacy time; AC) และระยะเวลาของการตอบสนอง(Response time; RT) ของกิจกรรมทดสอบความใส่ใจ (Attention Network Test; ANT)

ผู้ทดสอบ	กลุ่มควบคุม				ผู้ทดสอบ	กลุ่มทดลอง			
	Pre AC(%)	Post AC(%)	Pre RT(MS)	Post RT(MS)		Pre AC(%)	Post AC(%)	Pre RT(MS)	Post RT(MS)
คนที่ 1	97	99	662	611	คนที่ 1	99	99	595	585
คนที่ 2	96	94	645	660	คนที่ 2	99	99	686	600
คนที่ 3	98	98	603	603	คนที่ 3	100	99	630	596
คนที่ 4	96	98	602	547	คนที่ 4	99	98	535	520
คนที่ 5	99	98	502	532	คนที่ 5	83	98	793	670
คนที่ 6	100	99	569	634	คนที่ 6	98	99	550	536
คนที่ 7	76	82	701	740	คนที่ 7	78	98	1000	650
คนที่ 8	100	100	522	536	คนที่ 8	96	99	750	572
คนที่ 9	100	99	611	602	คนที่ 9	99	99	593	627
คนที่ 10	98	99	515	513	คนที่ 10	99	99	601	670
คนที่ 11	89	97	682	560	คนที่ 11	99	100	566	548
คนที่ 12	100	98	697	573	คนที่ 12	100	99	632	594
คนที่ 13	97	99	696	650	คนที่ 13	97	100	553	530
คนที่ 14	99	100	578	590	คนที่ 14	99	99	625	572
คนที่ 15	98	96	675	616	คนที่ 15	100	100	566	546
คนที่ 16	100	100	788	694	คนที่ 16	99	99	540	521
คนที่ 17	100	100	762	548	คนที่ 17	98	99	579	580
คนที่ 18	100	98	777	629	คนที่ 18	98	98	601	526
คนที่ 19	93	92	596	533	คนที่ 19	94	100	577	549
คนที่ 20	98	99	581	598	คนที่ 20	98	99	506	480
คนที่ 21	72	69	626	505	คนที่ 21	98	99	563	556
คนที่ 22	99	66	595	605	คนที่ 22	98	98	497	475

ผลงานทางวิชาการ

- พิทักษ์ ทองสุข. (2561). โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุคุณภาพชีวิตของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัย
นานาชาติเซนต์เทเรซา. *Journal of Nursing, Public Health, and Education*, 19(3),
179-188.
- พิทักษ์ ทองสุข และศราวิน เทพสถิตภรณ์. (2562). เหตุผลทางปัญญา: แนวทางใหม่ของการฟื้นฟู
หน้าที่ บริหารจัดการสมองในผู้ได้รับบาดเจ็บสมอง. *Boromarajonani College of
Nursing, Uttaradit Journal*, 11(2).
- Thongsook, P. (2021). Development of the System for Caring Schizophrenic Patients
in the Community for Behavioral Drug Use per Medication Adherence.
Oeconomia Copernicana, 12(6), 1245-1262.
- Thongsook, P. (2022). Experience Of Self Care, Family Care And Quality Of Life Of The
Posttraumatic Brain Injury Patient For Hospital Accreditation In A Selected
Accreditation Hospital Nat. *Volatiles & Essent. Oils*, 9(1), 1331-1342.

